**Лекція 5**

**Тема 1. Нуклеїнові кислоті.**

1. Роль нуклеїнових кислот у формуванні та властивостях живої матерії.

2. Структура дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК).

3. Реплікація ДНК.

4.Структура, властивості та функції основних класів рибонуклеїнових кислот (РНК) – інформаційних, рибосомальних, транспортних.

5. Матричний синтез РНК – транскрипція та посттранскрипційні перетворення РНК.

1. **Роль нуклеїнових кислот у формуванні та властивостях живої матерії.**

Нуклеїнові кислоти — складні високомолекулярні [біополімери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8), мономерами яких є [нуклеотиди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B4). Вперше їх виявлено в ядрі клітини, звідки й походить назва цих сполук (від [лат.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *nucleus* — ядро).

Нуклеїнові кислоти (полінуклеотиди) є біополімерами, які побудовані із ланок нуклеозидів, пов'язаних між собою фосфодиетерними зв'язками. У свою чергу нуклеозиди - це N-глікозиди рибози або дезоксирибози із пуриновими або піримідиновими основами. Природні нуклеїнові кислоти — [ДНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A) і [РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A) — виконують у всіх живих організмах роль передачі і [експресії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%B2) [генетичної інформації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F). Цей термін був введений [Рихардом Альтманом](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B8%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B4_%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BC%D0%B0%D0%BD&action=edit&redlink=1). Вперше їх виявлено в [ядрі клітини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE), звідки й походить назва цих сполук (від лат. *нуклеус* — ядро). Молекула нуклеотиду складається із залишків нітрогеновмісного гетероциклу ([азотистої основи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%96_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8)), п'ятивуглецевого моносахариду ([пентози](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B8)) і [фосфатної кислоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0). Розрізняють два типи нуклеїнових кислот: дезоксирибонуклеїнову (ДНК) і рибонуклеїнову (РНК). До складу ДНК входить залишок пентози дезоксирибози, до складу РНК — рибози.

Ферментативний гідроліз нуклеїнових кислот розщеплює їх на фрагменти, які називаються нуклеотидами й нуклеозидами.

Якщо аденін, гуанін (пуринові основи) і цитозин (піримідинова основа) виділяються під час гідролізу і ДНК, і РНК, то четвертою основою у РНК є урацил (піримідинова основа), а у ДНК - тимін (піримідинова основа).

Нуклеозиди містять залишки моносахариду і гетероциклічної сполуки (пуринової або піримідинової основи). Назви нуклеозидів утворюються з кореня назви нітрогеновмісної основи і суфікса -ідин (для піримідинових основ) та суфікса -озин (для пуринових основ), наприклад, уридин, гуанозин.

Нуклеотиди скадаються із залишків гетероциклічної основи, моносахариду і фосфатної основи і є фосфатними естерами нуклеозидів. Назва нуклеотидів складається з назви відповідного нуклеозиду і положення фосфатного залишку, наприклад, аденозин-5'-фосфат, уридин-5'-фосфат.

1. **Структура дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК).**

Дезоксирибонуклеї́нова кислота́ (ДНК) — один із двох типів природних [нуклеїнових кислот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8), що забезпечує зберігання, передачу з покоління в покоління і реалізацію генетичної програми розвитку й функціонування живих організмів. Основна роль ДНК в [клітинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) — довготривале зберігання інформації про структуру [РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A) і [білків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8).

У клітинах [еукаріотів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96) (наприклад, [тварин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B8), [рослин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8) або [грибів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%B8)) ДНК міститься в [ядрі клітини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE) в складі [хромосом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0), а також в деяких клітинних [органелах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D0%B0) ([мітохондріях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%80%D1%96%D1%8F%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%80%D1%96%D1%8F) і [пластидах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B0)). У клітинах [прокаріотів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B8) ([бактерій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97%22%20%5Co%20%22%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97) і [архей](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B5%D1%97)) кільцева або лінійна молекула ДНК, так званий [нуклеоїд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D1%97%D0%B4), міститься в [цитоплазмі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0) й прикріплена зсередини до [клітинної мембрани](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0). У них і у нижчих еукаріотів (наприклад [дріжджів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D1%96%D0%B6%D0%B4%D0%B6%D1%96)) зустрічаються також невеликі автономні кільцеві молекули ДНК, так звані [плазміди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%B4%D0%B0). Крім того, одно- або дволанцюгові молекули ДНК можуть утворювати [геном](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BC) ДНК-[вірусів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%80%D1%83%D1%81).

З хімічної точки зору ДНК — це довга [полімерна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8) [молекула](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0), що складається з послідовності блоків — [нуклеотидів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B8). Кожний нуклеотид складається з [азотистої основи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%96_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8), цукру ([дезоксирибози](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0)) і [фосфатної групи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B8). Зв'язки між нуклеотидами в ланцюгу утворюються дезоксирибозою й фосфатною групою. У переважній більшості випадків (окрім деяких вірусів, що містять одноланцюгові ДНК) макромолекула ДНК складається з двох ланцюгів, орієнтованих азотистими основами один проти одного. Ця дволанцюгова молекула утворює спіраль. У цілому структура молекули ДНК отримала назву «подвійної спіралі».

У ДНК зустрічається чотири види азотистих основ ([аденін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%BD), [гуанін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BD), [тимін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%BD) і [цитозин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD)). Азотисті основи одного з ланцюгів сполучені з азотистими основами іншого ланцюга [водневими зв'язками](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D0%BE%D0%BA) згідно з [принципом комплементарності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%94%D0%9D%D0%9A): аденін з'єднується тільки з тиміном, гуанін — тільки з цитозином.

Послідовність нуклеотидів дозволяє «кодувати» інформацію про різні типи РНК, найважливішими з яких є матричні ([мРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0)), рибосомні ([рРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A0%D0%9D%D0%9A%22%20%5Co%20%22%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%20%D0%A0%D0%9D%D0%9A)) і транспортні ([тРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0)) та інші [некодуючі РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D1%83%D1%8E%D1%87%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A). Всі ці типи РНК синтезуються у процесі [транскрипції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29) на матриці ДНК, тобто шляхом копіювання послідовності ДНК у послідовність макромолекули РНК, за допомогою принципу комплементарності. Деякі види РНК, такі як мРНК, тРНК, рРНК за допомогою [малих ядерних РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%96_%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) беруть участь у [біосинтезі білків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B7_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D1%96%D0%B2) (процесах транскрипції, [сплайсингу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B3) і [трансляції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29)). Крім кодуючих послідовностей, ДНК клітини містить [некодуючі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D1%83%D1%8E%D1%87%D0%B0_%D0%94%D0%9D%D0%9A) послідовності, що виконують регуляторні та структурні функції, або не виконують ніяких функцій.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0#cite_note-1) Ділянки кодуючих послідовностей разом із [регуляторними ділянками](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96) називаються [генами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD). Сукупність всіх генів, регуляторних послідовностей, некодуючих послідовностей, тобто вся нуклеотидна послідовність ДНК незалежно від її функцій, формує геном організму.

У геномах еукаріотів містяться також довгі послідовності без очевидної функції (некодуючі послідовності). Також у складі геному досить поширені генетичні паразити — [транспозони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BD) та вірусні або схожі на них послідовності. Проте організм може використовувати транспозони для виконання певних функцій, також транспозони можуть впливати на [еволюцію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F) генів.

 Розшифровка структури ДНК, виконана в 1953 році, стала одним з поворотних моментів в історії біології. За видатний внесок у це відкриття [Френсісу Кріку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81%D1%96%D1%81_%D0%9A%D1%80%D1%96%D0%BA), [Джеймсу Ватсону](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D1%81_%D0%92%D0%B0%D1%82%D1%81%D0%BE%D0%BD) і [Морісу Вілкінсу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%81_%D0%92%D1%96%D0%BB%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%81) була присуджена [Нобелівська премія з фізіології або медицини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%8F_%D0%B7_%D1%84%D1%96%D0%B7%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97_%D0%B0%D0%B1%D0%BE_%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B8) 1962 року.

**3. Реплікація ДНК.**

Реплікація (пізньолат. replicatio — повторення), редуплікація, ауторепродукція, аутосинтез — процес самовідтворення нуклеїнових кислот, [генів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD) та [хромосом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0).[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%94%D0%9D%D0%9A#cite_note-1)

Термін застосовують переважно для опису процесу подвоєння нуклеїнових кислот, відтворення хромосом частіше описують іншими термінами ([мітоз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B7), [мейоз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B9%D0%BE%D0%B7)).

Процес відбувається за рахунок ферментативного матричного синтезу [ДНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A) або [РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A). Згідно з моделлю будови дволанцюгової молекули ДНК [Вотсона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D1%81_%D0%92%D0%B0%D1%82%D1%81%D0%BE%D0%BD) та [Кріка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81%D1%96%D1%81_%D0%9A%D1%80%D1%96%D0%BA) ця молекула є [полімером](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80), [мономерами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80) якого є [цукор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D1%83%D0%BA%D0%BE%D1%80) [дезоксирибоза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0), залишок [фосфорної кислоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0), який з'єднує мономери між собою, та азотисті основи, які кодують генетичну інформацію. Причому [гуанін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BD) одного ланцюга завжди знаходиться напроти [цитозину](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD) іншого (вони з'єднані потрійними водневими зв'язками), а [аденін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%BD) — навпроти [тиміну](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%BD) (з'єднані подвійними водневими зв'язками). Цей порядок зв'язків ніколи не порушується та називається комплементарністю азотистих основ. За рахунок водневих зв'язків дві нитки ДНК зв'язані між собою та закручені у спіраль. В процесі реплікації ланцюги розплітаються, і кожен з них стає матрицею для синтезу нового ланцюга, який будується враховуючи [комплементарність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%28%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29) азотистих основ.

Така будова ДНК характерна для всіх клітинних організмів ([прокаріот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B8%22%20%5Co%20%22%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B8) та [еукаріот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B8)). ДНК вірусів може бути одноланцюговою. Крім того деякі віруси мають як носія генетичної інформації молекулу [РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A) (яка теж може бути одно- або дволанцюговою)[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%94%D0%9D%D0%9A#cite_note-2).

Після того, як було встановлено, що ДНК утворюється шляхом побудови на існуючій молекулі нових ланцюгів, виникло питання, яким чином відбувається подвоєння вихідної молекули. Були висунуті три гіпотетичних механізми реплікації.

* Консервативний механізм — розкручування спіралі не відбувається, існуюча подвійна спіраль є матрицею для синтезу двох нових ланцюгів. Нова спіраль будується повністю з нового матеріалу, існуюча спіраль залишається незмінною.
* Напівконсервативний механізм — існуюча спіраль розкручується, на кожному полінуклеотидному ланцюзі комплементарно будується новий. Таким чином, нова подвійна спіраль є «гібридом» старого та нового ланцюгів
* Дисперсивний механізм — існуюча спіраль розривається на кожному півоберті шляхом багаторазової фрагментації. Синтез нових ланцюгів проходить на фрагментах, які потім хрест-навхрест зливаються з відрізками нового матеріалу. Кожний полінуклеотидний ланцюг складається з відрізків старого та нового матеріалу, які чергуються.

З метою з'ясувати, який механізм є дійсним, Меселсон та Сталь провели експерименти з міченою ДНК, яка містила у своєму складі важкий [ізотоп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF) [азоту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82). В результаті дослідження вдалося виявити, що ДНК синтезується за напівконсервативним механізмом.

**4.Структура, властивості та функції основних класів рибонуклеїнових кислот (РНК) – інформаційних, рибосомальних, транспортних.**

Рибонуклеїнова кислота, РНК — клас [нуклеїнових кислот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8), лінійних [полімерів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80) [нуклеотидів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B4), до складу яких входять залишок [фосфорної кислоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0), [рибоза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0) (на відміну від [ДНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A), що містить [дезоксирибозу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0)) і азотисті основи — [аденін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%BD), [цитозин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD), [гуанін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BD) і [урацил](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BB) (на відміну від [ДНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A), що замість урацила містить [тимін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%BD)).

Рибонуклеїнова кислота — одна з трьох основних [макромолекул](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0) (дві інші [ДНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A) та [білки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8%22%20%5Co%20%22%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8)), яка грає важливу роль в кодуванні, зчитуванні, регулюванні та вираженні генів. Так само як ДНК, РНК складається з ланцюжка [нуклеотидів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B8). Кожен нуклеотид складається з [азотистої основи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0), цукру [рибози](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0) та [фосфатної групи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0). Послідовність нуклеотидів дозволяє РНК кодувати генетичну інформацію. Всі клітинні організми ([еукаріоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B8)) використовують РНК ([мРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0)) для програмування синтезу білків.

Клітинні РНК утворюються під час процесу, який називається [транскрипцією,](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29) тобто синтезу РНК на матриці ДНК за допомогою спеціальних ферментів — [РНК-полімерази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0). Після цього [матричні РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) (мРНК) беруть участь в процесі, який називається трансляцією. [Трансляція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F%20%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29) — це синтез білку на матриці мРНК за участі [рибосом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0). Інші РНК після транскрипції піддаються хімічним модифікаціям, і, після утворення [вторинних і третинних структур](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D1%96%D0%B2), виконують функції залежно від типу РНК.

Для одноланцюгових РНК характерні різноманітні просторові структури, в яких частина нуклеотидів одного і того ж ланцюга спарені між собою. Деякі високоструктуровані РНК беруть участь в синтезі білка клітини, наприклад транспортні РНК (тРНК) слугують для розпізнання [кодонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD) і доставки відповідних [амінокислот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8) до місця синтезу білка, а [рибосомні РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) слугують структурною і [каталітичною](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7) основою рибосом.

Проте функції РНК в клітинах не обмежуються роллю в трансляції. Так, [малі ядерні РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%96_%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) беруть участь в [сплайсингу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B3) еукаріотичних матричних РНК та інших процесах.

Окрім того, що молекули РНК входять в склад деяких ферментів (наприклад [теломерази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0)), в окремих РНК виявлена власна ферментативна активність: можливість вносити розриви в інші молекули РНК або, навпаки, «склеювати» два РНК фрагменти. Такі РНК називаються [рибозимами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC).

РНК синтезуються в клітинах всіх клітинних живих [організмів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC), а також містяться в [віроїдах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4) та деяких [вірусах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%80%D1%83%D1%81). Основні функції РНК в клітинних організмах залежать від типу РНК. Кодуючі РНК є матрицею для [трансляції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29) генетичної інформації в [білки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%BA), [некодуючі РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D1%83%D1%8E%D1%87%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) виконують додаткові функції, такі як транспорт [амінокислот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) до [рибосом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0), регуляція [експресії генів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%B2) тощо. У вірусах РНК може бути носієм генетичної інформації, замість ДНК. [Віроїди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4%22%20%5Co%20%22%D0%92%D1%96%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4) складаються з кільцевої молекули РНК та не містять в собі інших молекул.

Існує [гіпотеза світу РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%83_%D0%A0%D0%9D%D0%9A), згідно з якою, РНК виникли до білків й були першими формами життя.

**5. Матричний синтез РНК – транскрипція та посттранскрипційні перетворення РНК.**

Транскрипція — процес синтезу [РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A) з використанням [ДНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) як матриці, що відбувається у всіх живих [клітинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0), іншими словами, це перенесення [генетичної](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD) інформації з ДНК на РНК.

У випадку синтезу з частини ДНК, що кодує [білок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8) — з так званих білок-кодуючих генів, транскрипція є першим кроком [біосинтезу білків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B7_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D1%96%D0%B2) — процесу, який в кінцевому підсумку, приводить до перекладу [генетичного коду](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%B4) через [мРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) як проміжної ланки, у поліпептидну послідовність [білка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8).

У випадку, коли синтезується [некодуюча РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D1%83%D1%8E%D1%87%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) — молекула, послідовність якої не буде переведена в амінокислотну послідовність білків, транскрипція є самостійною одиницею і наслідки синтезованої нкРНК для клітини залежать вже від типу нкРНК: [тРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) чи [рРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) беруть участь у біосинтезі білків, якщо синтезовані [малі ядерні РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%96_%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A) — у [сплайсингу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B3), [міРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%96_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%83%D1%8E%D1%87%D1%96_%D0%A0%D0%9D%D0%9A), [піРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%A0%D0%9D%D0%9A) та [мікроРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%A0%D0%9D%D0%9A) — регулюють [експресію генів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%B2). Проте багато випадків транскрипції призводять до нефункціональної молекули РНК, яка [деградує](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7) швидко.

Транскрипція каталізується [ферментом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8) [ДНК-залежною РНК-полімеразою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0). Процес синтезу РНК протікає в напрямку від [5'- до 3'- кінця](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_(%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F)&action=edit&redlink=1), тобто РНК-полімераза рухається матричним (також антизмістовним) ланцюжком ДНК у напрямку 3'→5' (див. мал. «Схематичне зображення транскрипції РНК»). Транскрипція різних видів РНК здійснюється різними РНК-полімеразами.

Рівень транскрипції більшості генів чітко регулюється за допомогою [факторів транскрипції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%97). Саме на цьому етапі відбувається більша частина [регуляції експресії генів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%97_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%B2). Проте і якість синтезованих РНК регулюється на різних етапах транскрипції, абортивне завершення транскрипції (термінація) призводить до неповної молекули РНК, яка часто деградується за допомогою спеціальних механізмів, таких як робота [ядерної](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE) [екзосоми](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0_%28%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%29) чи інших [РНКаз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%B0%D0%B7%D0%B0)[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-Tr_term_2015-1)

Зазвичай процес транскрипції поділяється на 4 стадії — пре-ініціацію, ініціацію, елонгацію і термінацію.

Транскрипція ділиться на *пре-ініціацію*, *ініціацію*, *промоторне очищення*, *елонгацію* та *термінацію*. Ділянка ДНК, на якій відбувається синтез РНК, має назву — транскриптон.

### Пре-ініціація

В еукаріот: [РНК-полімераза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0), а отже й ініціація транскрипції, вимагає наявності [промоторної послідовності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29). Промотор — ділянка ДНК, що запускає транскрипцію і (в еукаріот) знаходиться за 30, 75 та 90 нуклеотидних пар до точки початку транскрипції (старт-сайт). Фактори транскрипції — білки, що зв'язуються з промоторною послідовністю.[

### Ініціація

У прокаріот транскрипція починається зі зв'язування РНК-полімерази із промотором. Прокаріотична РНК-полімераза містить 5 субодиниць: 2 α субодиниці, 1 β субодиницю, 1 βʼ субодиницю і 1 ω субодиницю, — разом ці субодиниці утворюють ядро ферменту (core). На початку ініціації ензим зв'язаний із σ-фактором, який допомагає відшукувати потрібні -35 та -10 точки попереду промоторної послідовності[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-3). Поєднання РНК-полімерази із σ-фактором має назву [голофермент](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82&action=edit&redlink=1).

В еукаріотів ініціація набагато складніший процес. Еукаріотична РНК-полімераза не розпізнає промотор. Натомість, група білків, названих [факторами транскрипції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%97), з'єднуються з промотором і лише після цього РНК-полімераза «сідає» на ланцюг ДНК формуючи комплекс ініціації транскрипції.

В архей транскрипція відбувається подібно до еукаріотів.

### Промоторне очищення

Щойно перший зв'язок синтезовано, РНК-полімераза повинна очистити промотор від факторів транскрипції. В цей проміжок часу фермент синтезує короткі (*«усічені»*) шматки РНК. Цей процес зветься [обірвана (*«абортивна»*) ініціація](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%86%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) і він спільний для прокаріотів та еукаріотів.[[5]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-5)

У прокаріот, обірвана ініціація триває допоки не буде синтезовано ланцюг РНК із пороговою довжиною у 10 нуклеотидів, після чого промотор звільняється від комплексу ініціації і формується комплекс елонгації. σ-фактор від'єднується від РНК-полімерази за стохастичною моделлю[[6]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-6). Промотор від'єднується завдяки «скрипучому» механізму, який забезпечує накопичення необхідної кількості енергія шляхом псевдосинтезу РНК під час [обірваної ініціації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%86%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) та розрив зв'язків між [голоферментом](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82&action=edit&redlink=1) і білками на промоторі.[[7]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-7)

В еукаріот, після кількох циклів 10-ти нуклеотидної [обірваної ініціації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%86%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) відбувається промоторне очищення, що збігається із фосфорилюванням серин-5 С-кінцевого домену [РНК-полімерази ІІ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0). Це призводить до запуску [ензиму кепування мРНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BF) ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *mRNA-capping enzyme*)[[8]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-8)[[9]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29#cite_note-9). Точний механізм, яким цей фермент індукує промоторне очищення в еукаріотів і досі не з'ясовний.

### Елонгація

Один ланцюг ДНК — матрична нитка (або некодуюча нитка), стає матрицею для синтезу РНК. Щойно розпочинається транскрипція, РНК-полімераза переміщується матричною ниткою і, використовуючи властивість комплементарності основ, будує на ДНК-матриці РНК копію. Хоча РНК-полімераза проходить матричною ниткою від 3'→ 5', кодуюча нитка і новостворена РНК також можуть бути використані як опорні точки, так що транскрипція може бути описана так, ніби то відбувається в напрямку 5'→ 3'. Це робить молекулу РНК точною копією кодуючого ланцюга (за винятком того, що [тимін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%BD) замінений [урацилом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BB), і нуклеотиди складаються з [рибози](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0), тоді як у ДНК — [дезоксирибоза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0)).

Транскрипція мРНК може втягувати кілька РНК-полімераз на єдиній матриці ДНК і тривати циклічно ([ампліфікація](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D1%96%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) частин мРНК), так що з однієї копії гена можна швидко синтезувати багато молекул мРНК.

Елонгація також містить корегуючий механізм, який може замінити неправильно залучені основи. В еукаріот він може відповідати короткими паузами під час транскрипції, що дозволяють зв'язуються із новосинтезованим ланцюгом відповідним факторам редагування РНК. Ці паузи можуть виникати також через особливість дії РНК-полімерази або через структуру хроматину.

### Термінація

У бактерій є два механізми термінації транскрипції:

* ро-залежний механізм, при якому білок Rho ([ро]) дестабілізує водневі зв'язку між матрицею ДНК і мРНК, вивільняючи молекулу РНК.
* ро-незалежний, при якому транскрипція зупиняється, коли тільки що синтезована молекула РНК формує стебло-петлю, за якою розташовано кілька урацілом (… УУУУ), що призводить до від'єднання молекули РНК від матриці ДНК.

Термінація транскрипції в еукаріот менш вивчена. Вона завершується розрізанням РНК, після чого до її 3 'кінця фермент додає кілька аденін (… АААА), від числа яких залежить стабільність даного транскрипту.