Процессинг РНК

Процессинг рРНК и тРНК в клетках бактерий

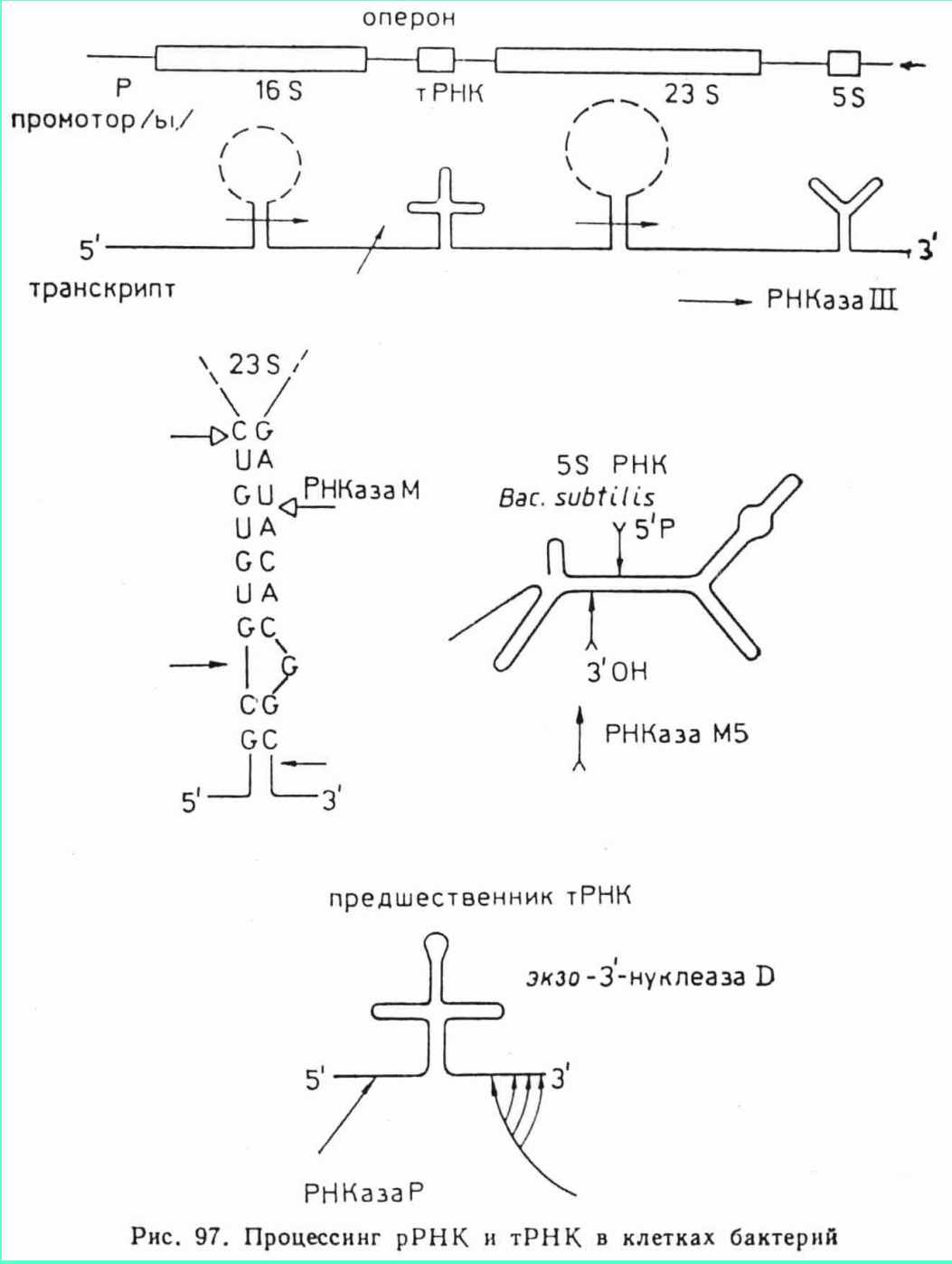
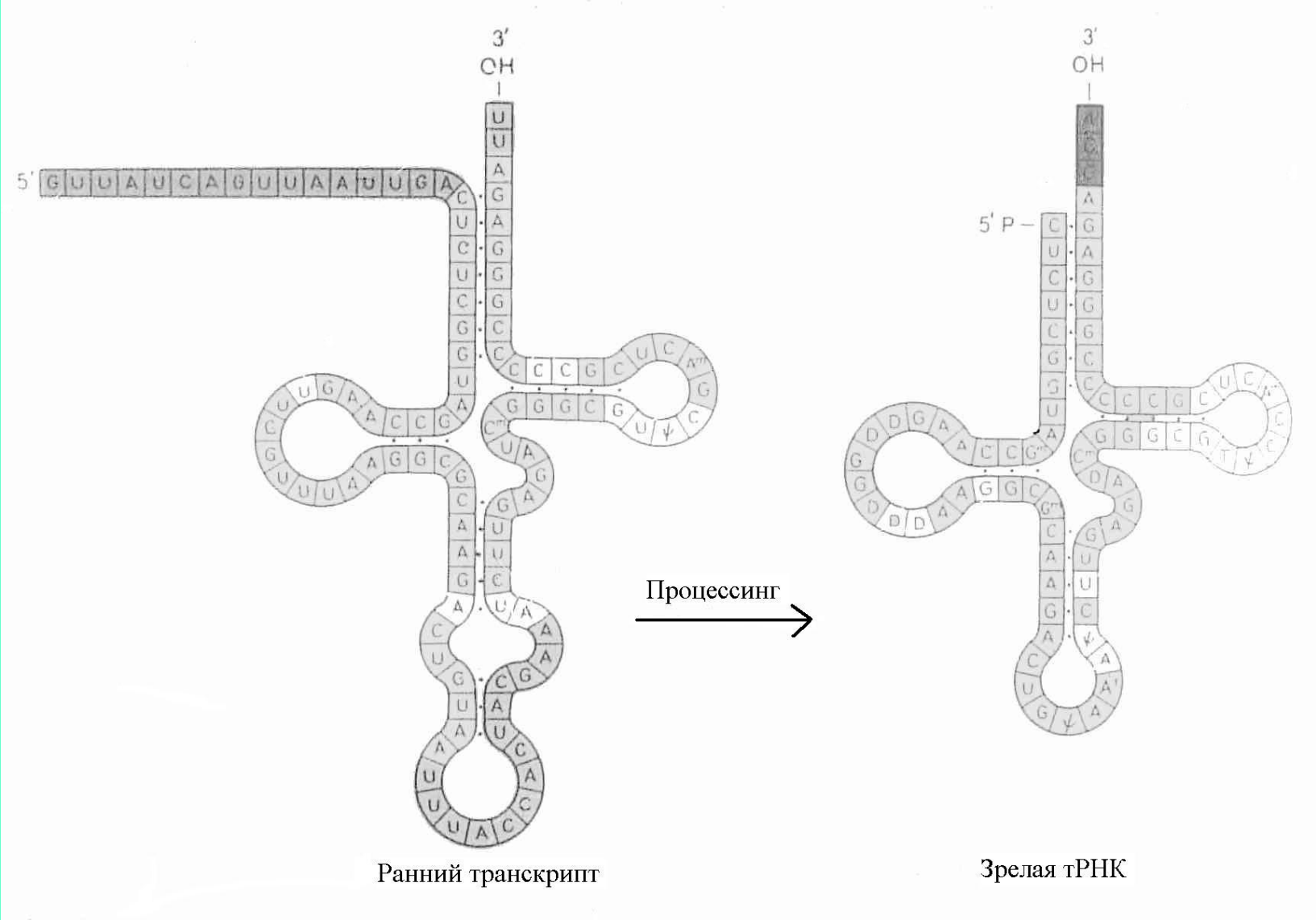
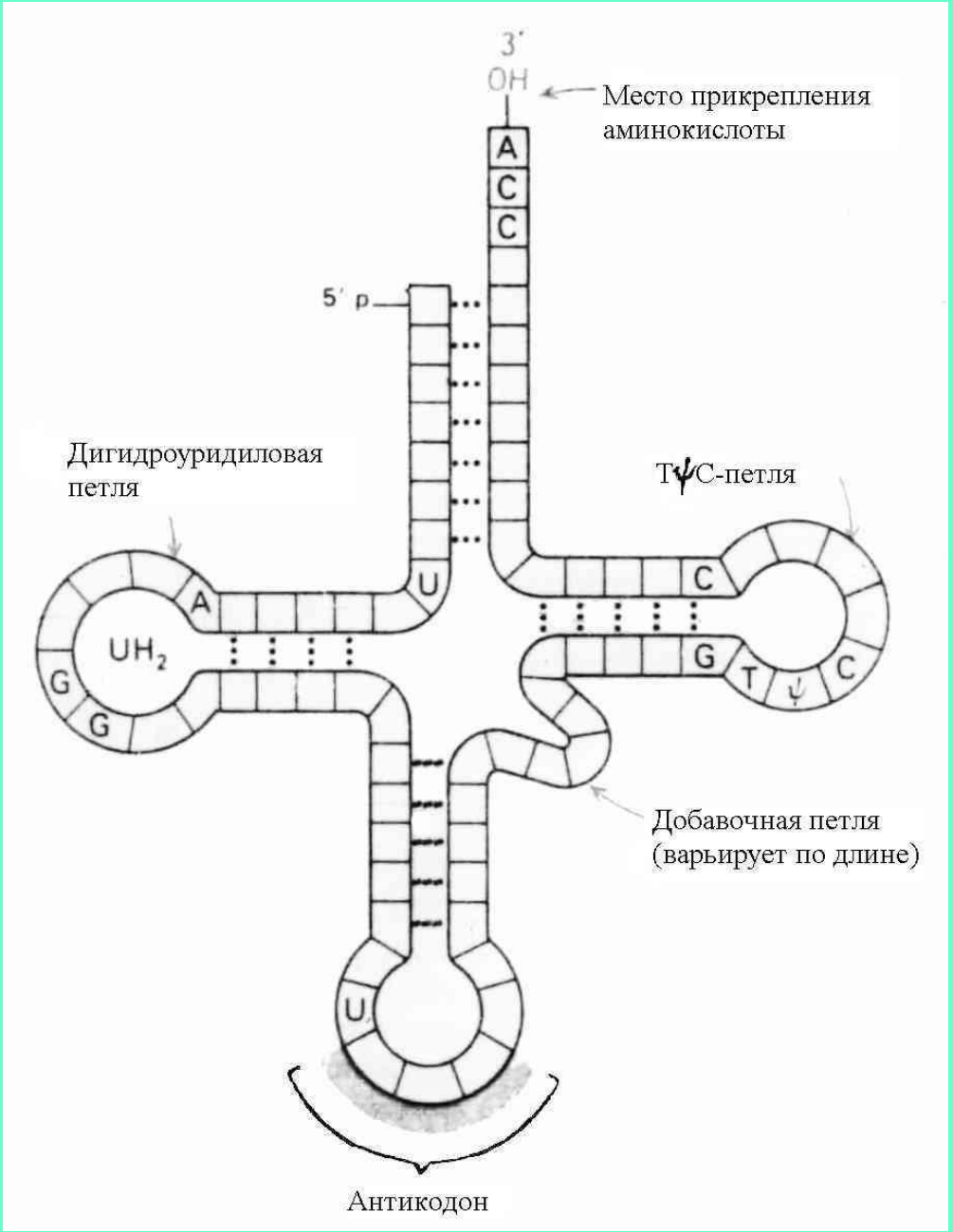


Рис. 97. Процессинг рРНК и тРНК в клетках бактерий

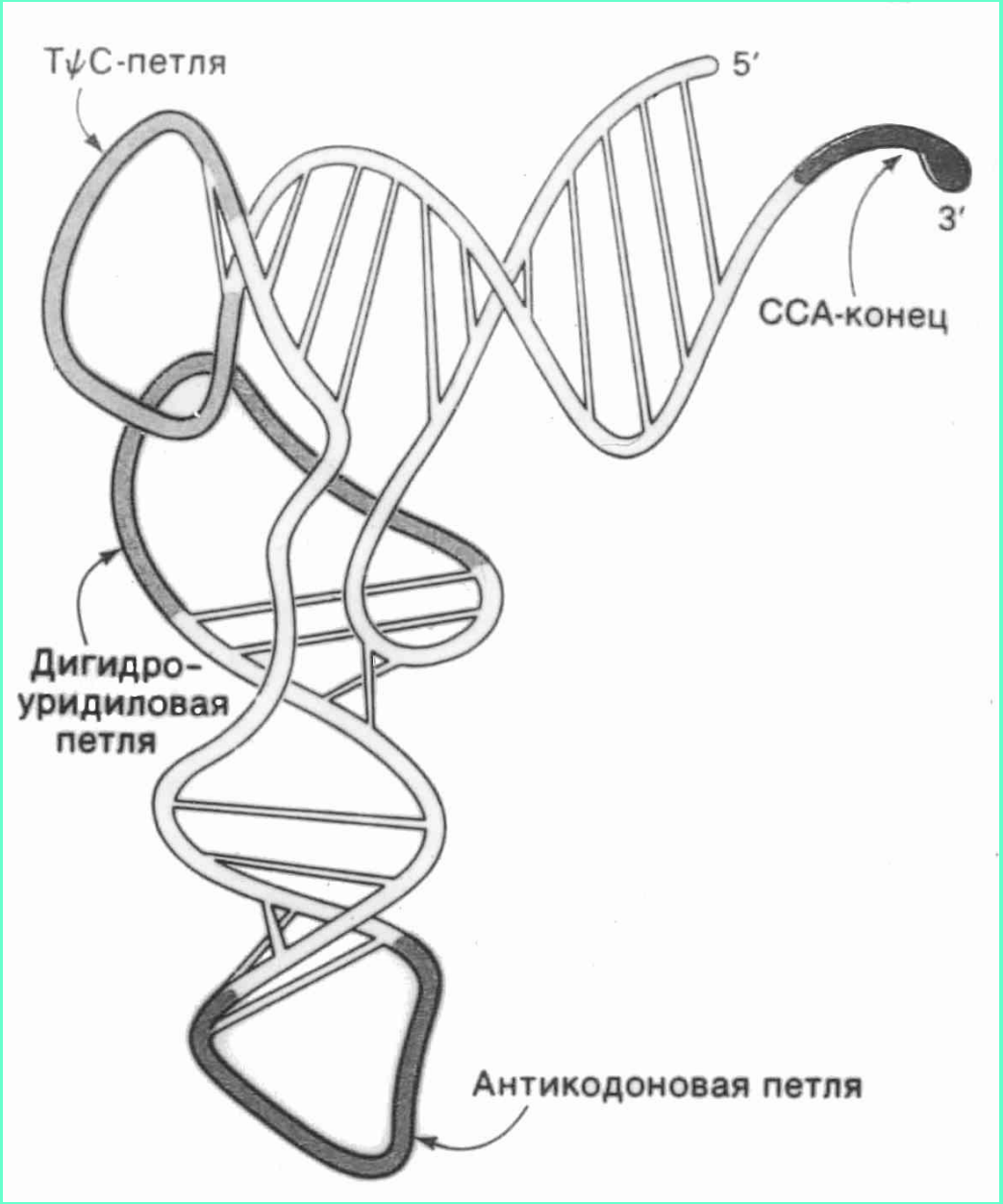
Процессинг тРНК



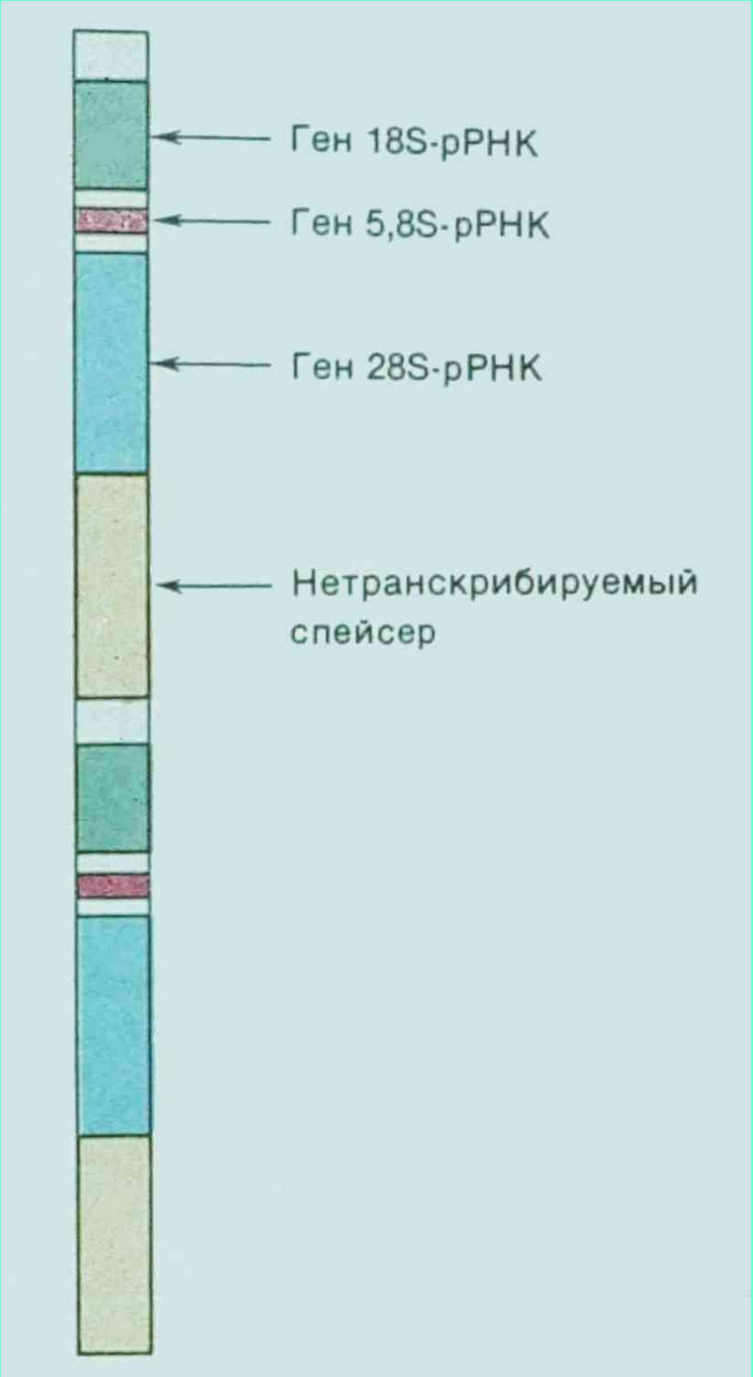
Вторичная структура тРНК



Пространственная структура тРНК



Гены рРНК *Xenopus laevis*



Структура интронов I-III групп

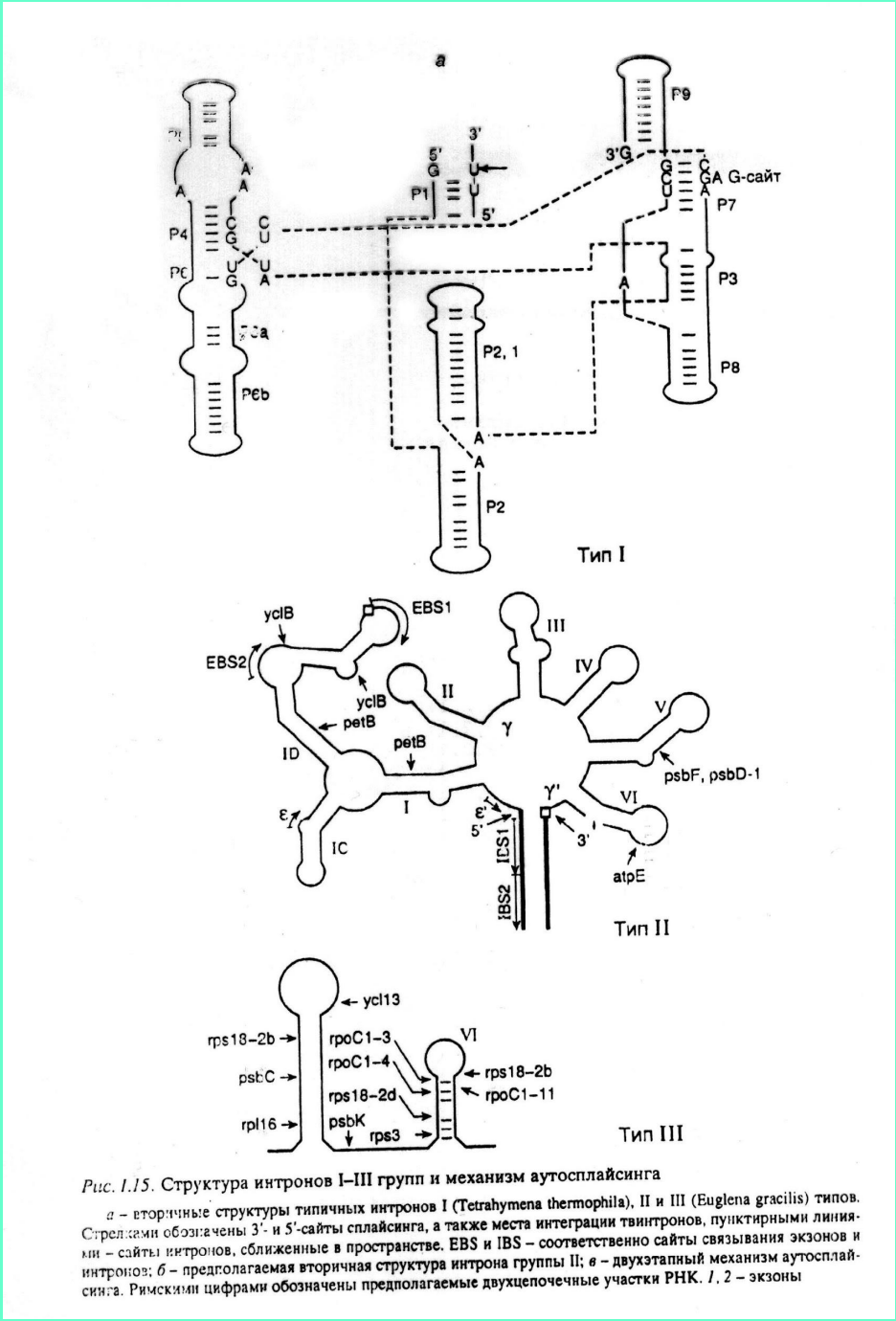


Рис. 1.15. Структура интронов I–III групп и механизм аутосплайсинга

а – вторичные структуры типичных интронов I (Tetrahymena thermophila), II и III (Euglena gracilis) типов. Стрелками обозначены 3'- и 5'-сайты сплайсинга, а также места интеграции твинтронов, пунктирными линиями – сайты интронов, сближенные в пространстве. EBS и IBS – соответственно сайты связывания экзонов и интронов; *б* – предполагаемая вторичная структура интрона группы II; *в* – двухэтапный механизм аутосплайсинга. Римскими цифрами обозначены предполагаемые двухцепочечные участки РНК. *1*, *2* – экзоны

Структура интронов в составе пре-рРНК инфузорий

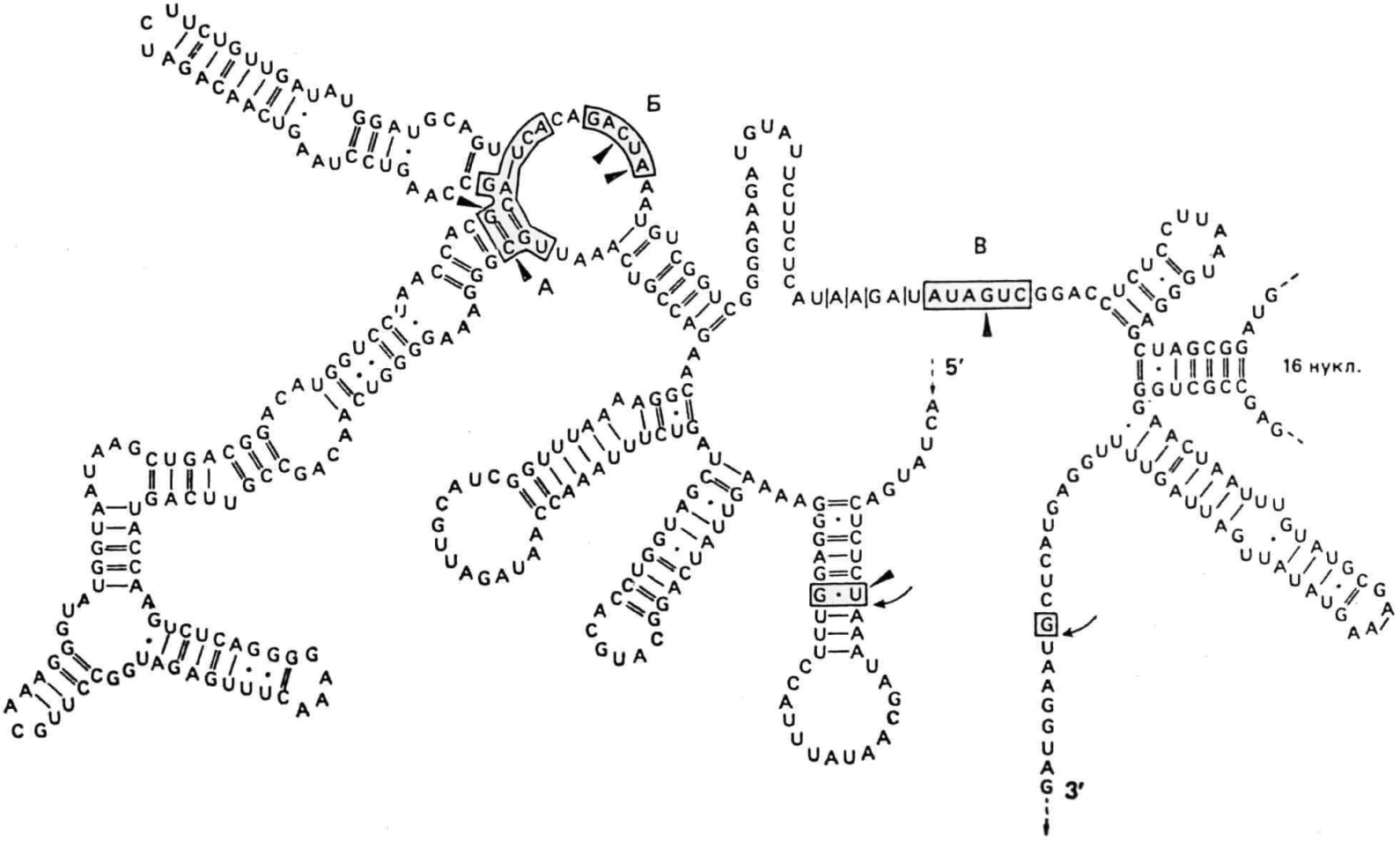


Рис. 99. Структура интрона в составе предшественника рРНК у инфузорий

Гибридные структуры мРНК и фрагмента гена α2-коллагена цыплёнка

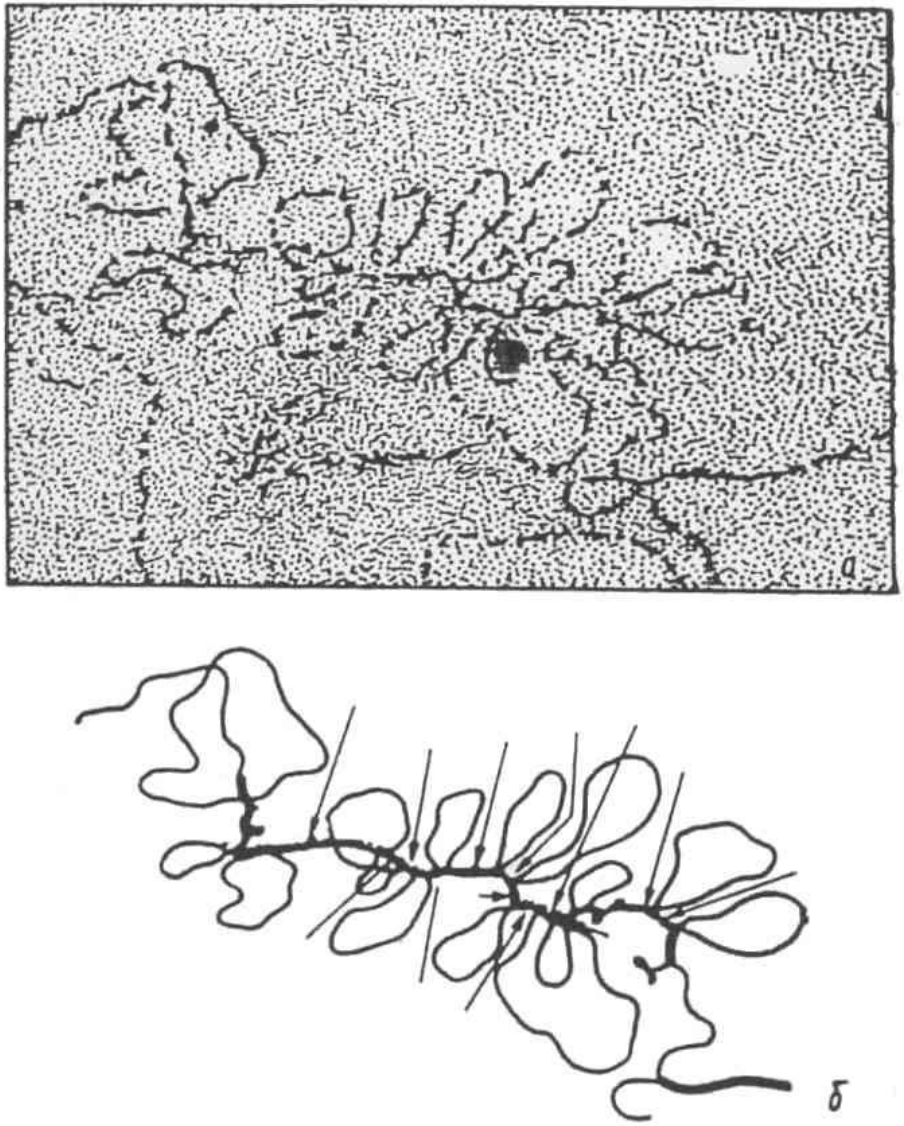
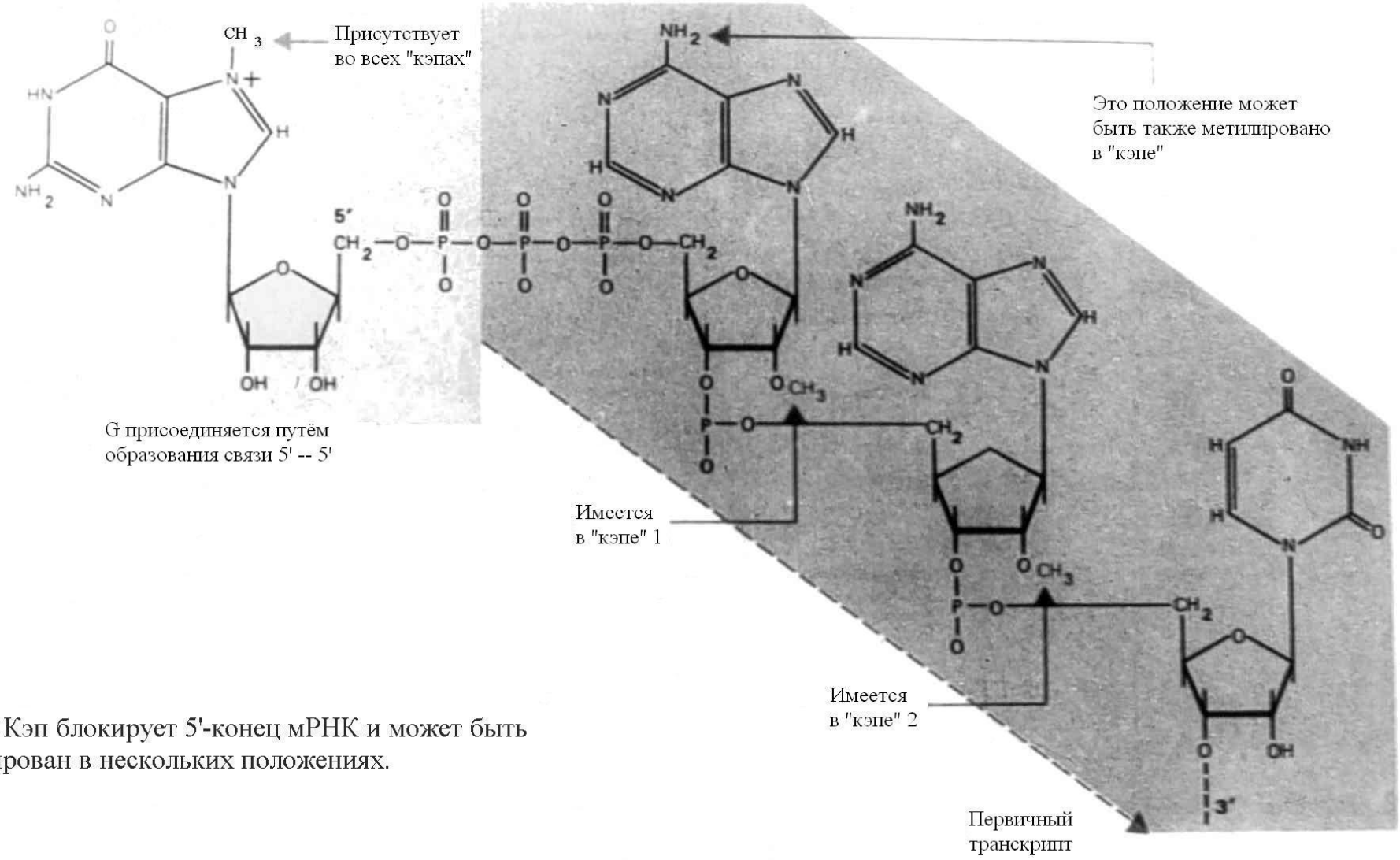


Рис. 103. Гибридные структуры мРНК и фрагмента гена α2-коллагена цыпленка (электронная микрофотография)

Стрелки указывают районы РНК-ДНК гибрида (экзоны); петли содержат интроны

Структура кэпа мРНК



Кэп блокирует 5'-конец мРНК и может быть метилирован в нескольких положениях.

Образование 3’-конца мРНК и его полиаденилирование

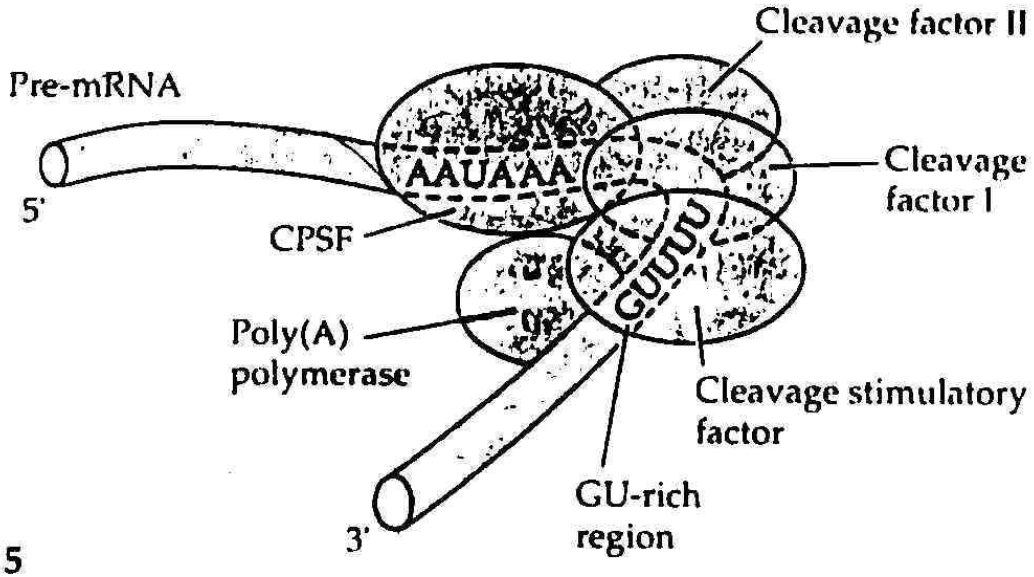


FIGURE 12.15
A model for the formation of the 3′ end of mRNA and its polyadenylation. The *cis*-element AAUAAA on the pre-mRNA is recognized by the nuclear protein cleavage and polyadenylation specificity factor (CPSF). Five other nuclear proteins form around this complex to splice the pre-mRNA (cleavage factors I and II and cleavage stimulatory factor) and to synthesize the polyadenylate tail [poly(A) polymerase]. (After Takagaki et al., 1989.)

3’-процессинг пре-мРНК

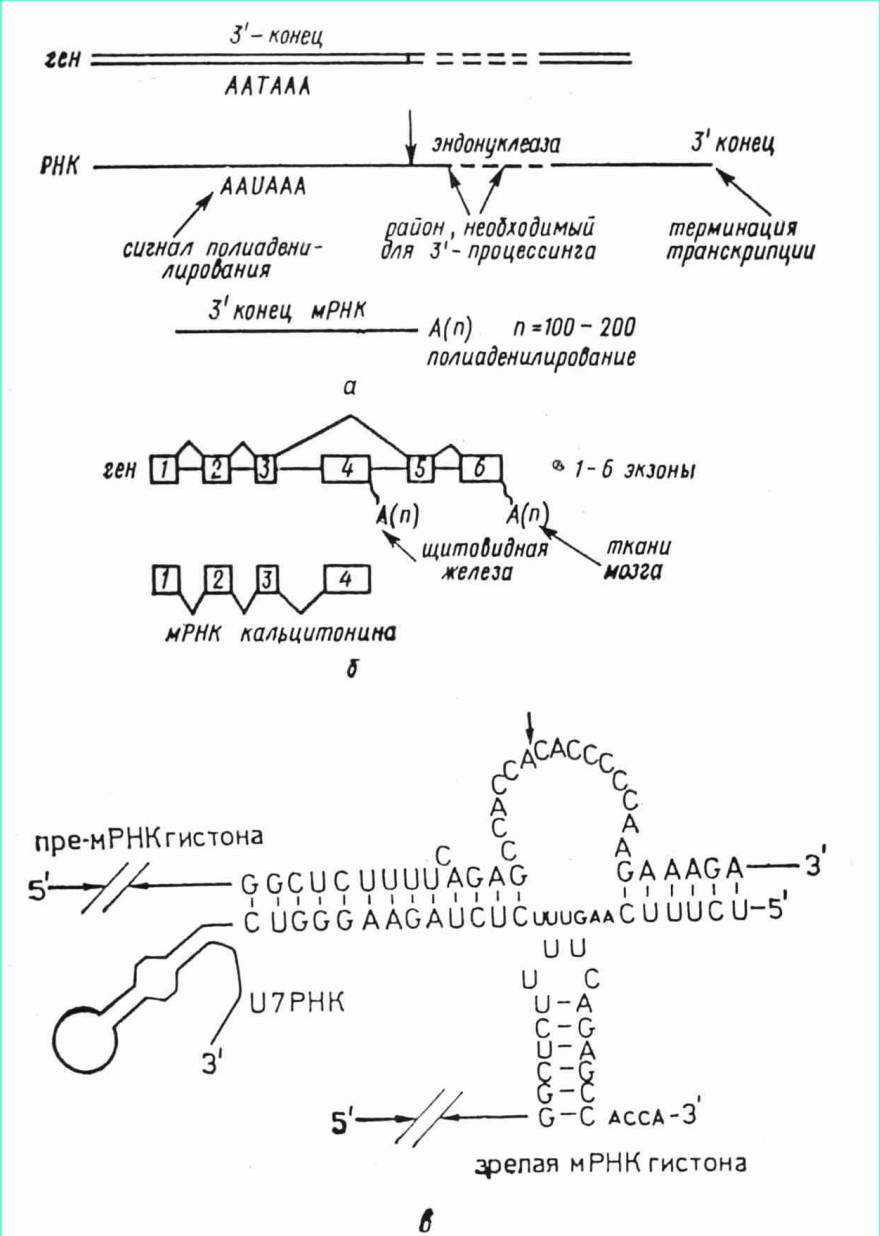


Рис. 105. 3′-процессинг предшественников мРНК:

а — общая схема; *б* — выбор сайта полиаденилирования при образовании мРНК кальцитонина в щитовидной железе и биологически активного пептида нервной ткани; ломаные линии — сплайсинг экзонов; *в* — участие малой ядерной РНК (U7) в процессинге мРНК гистона; стрелка — место действия эндонуклеазы

Схема сплайсинга экзонов

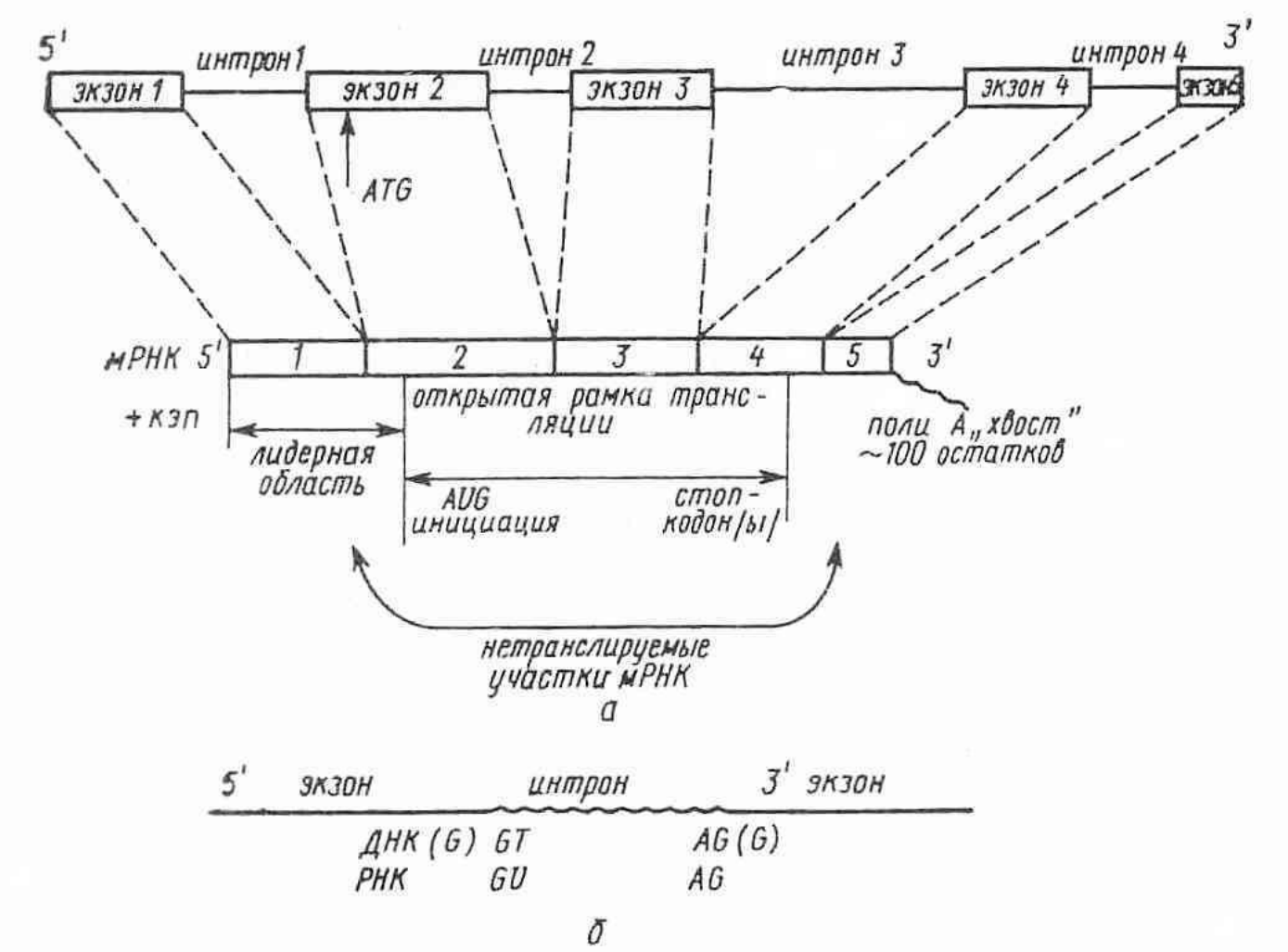


Рис. 102. Схема сплайсинга экзонов при образовании зрелой мРНК (*а*), границы экзонов и интронов (правило сплайсинга) (*б*)

Схема сплайсинга пре-мРНК

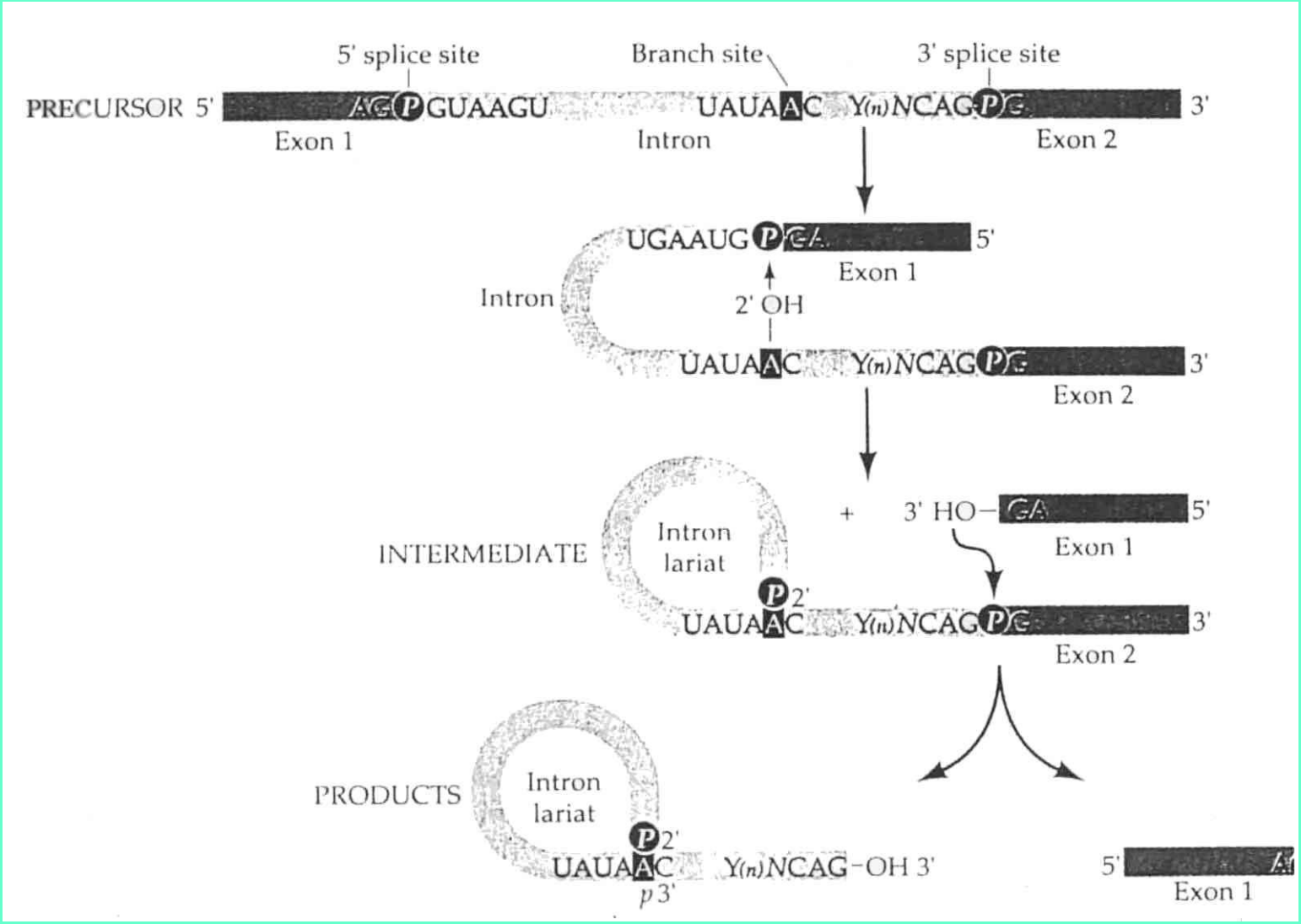


Схема сплайсинга пре-мРНК

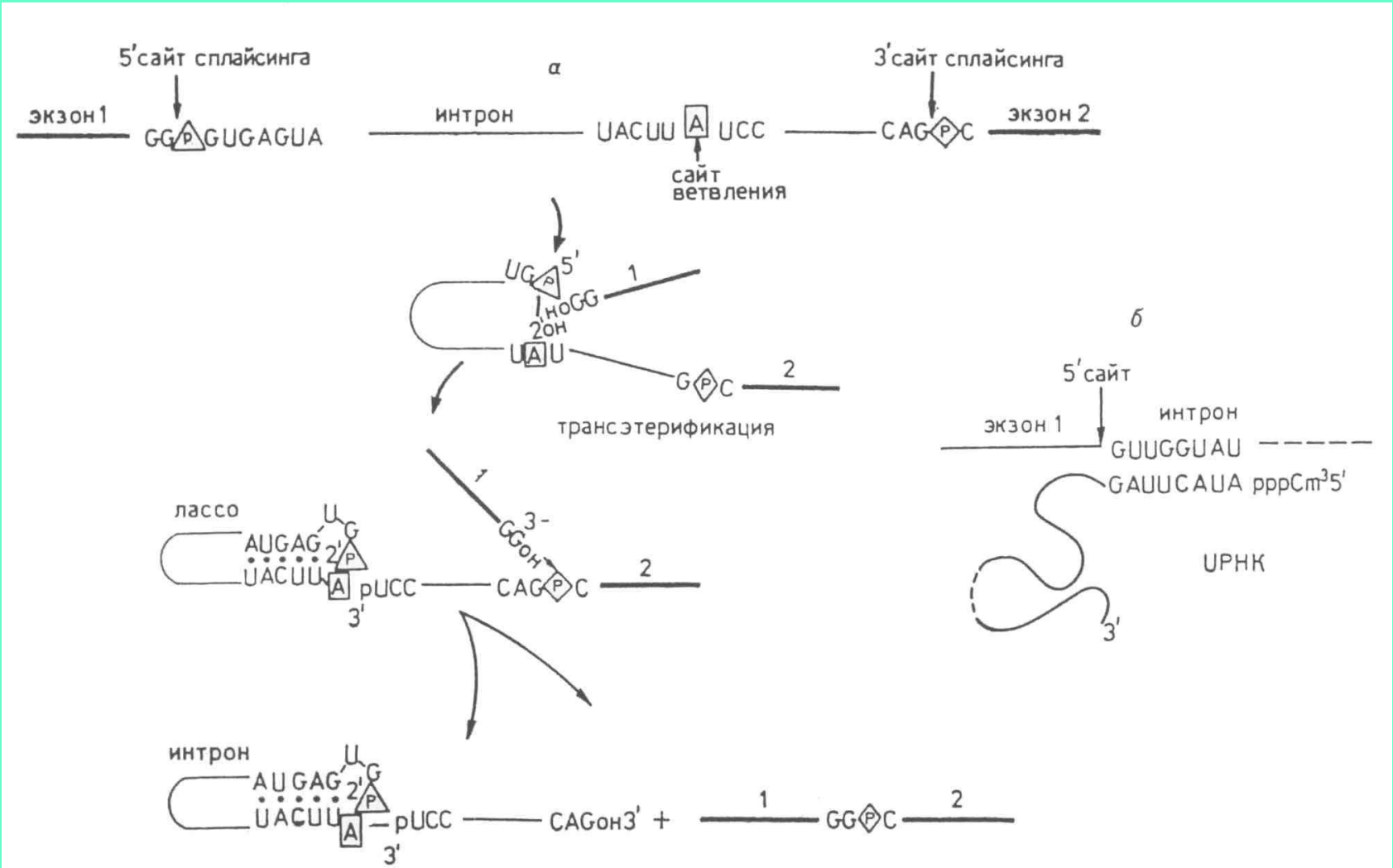
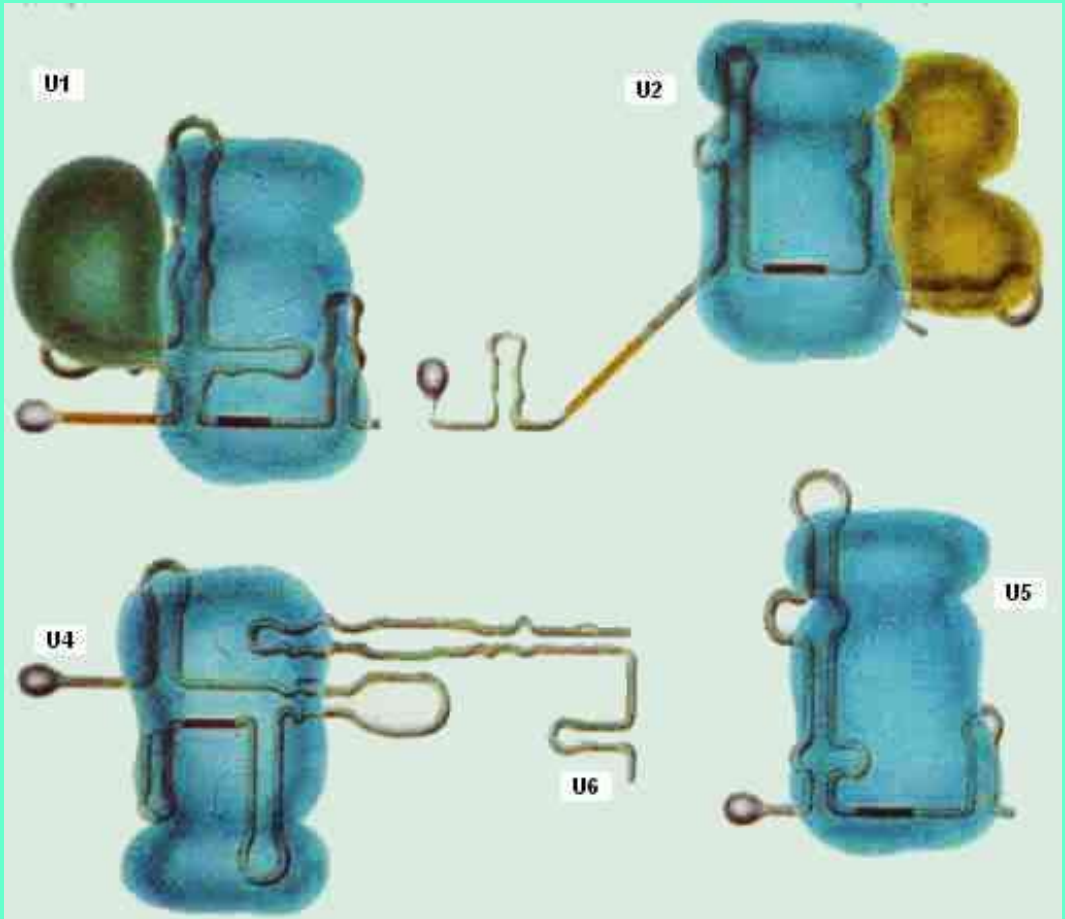


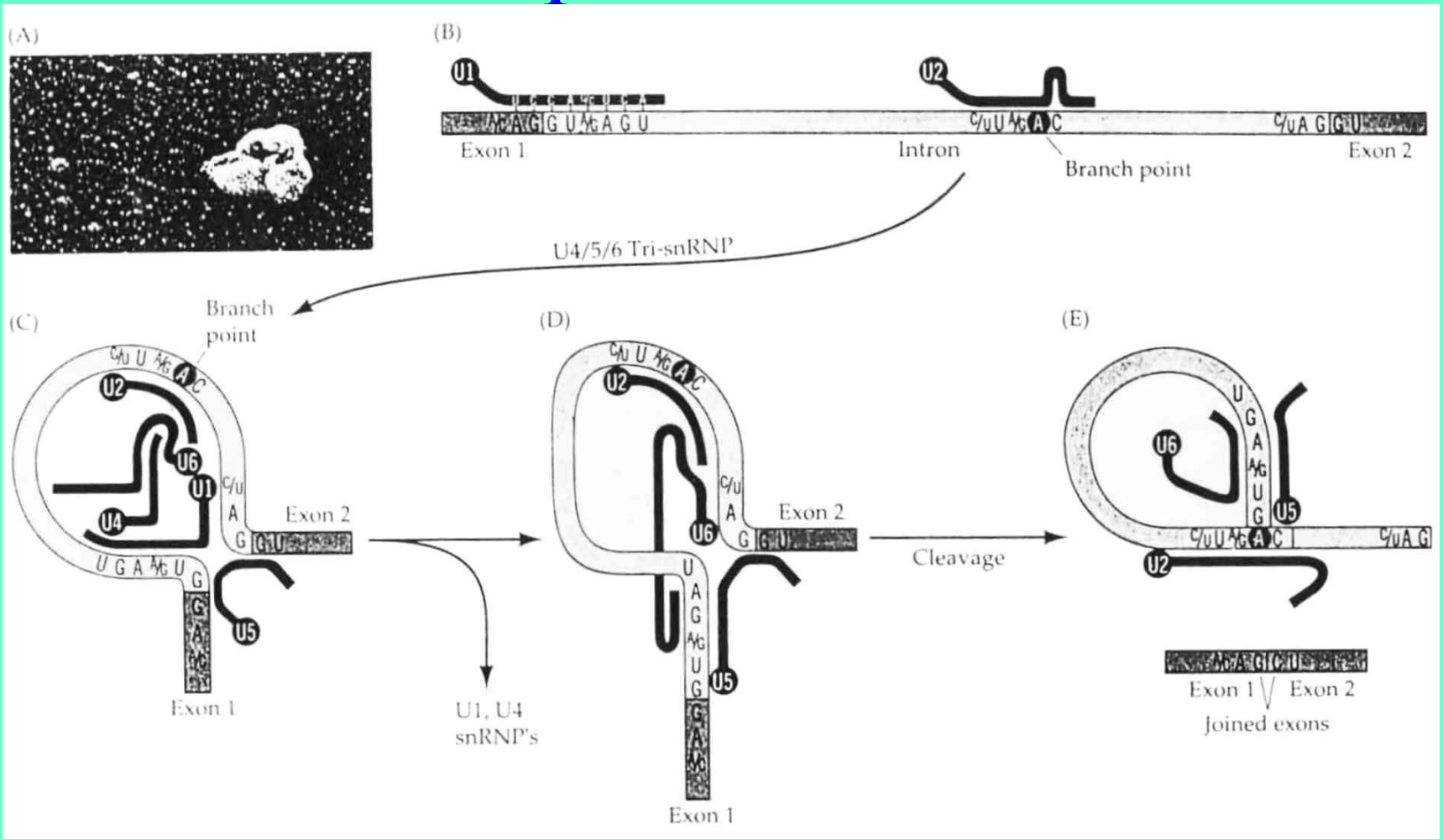
Рис. 104. Реакции сплайсинга при созревании мРНК (*а*); участие малой ядерной РНК в сплайсинге (*б*)

Четыре типа мяРНП



ЧЕТЫРЕ ТИПА мяРНП, содержащих пять различных РНК, участвуют в сплайсинге мРНК. Эти РНК (*серые*) обозначают U1, U2, U4, U5 и U6. U4 и U6 входят в состав одной и той же частицы мяРНП. Характерная структура «кэп» (*лиловая*) отсутствует только у U6-РНК. Среди белков мяРНП имеются как одинаковые во всех частицах (*голубые*), так и свойственные только определенным мяРНП (*зеленые*). (Участки связывания белков обозначены *оранжевым* цветом, а участки, взаимодействующие с мРНК, — *желтым*.)

Участие мяРНК в сплайсинге пре-мРНК



Сплайсинг пре-мРНК

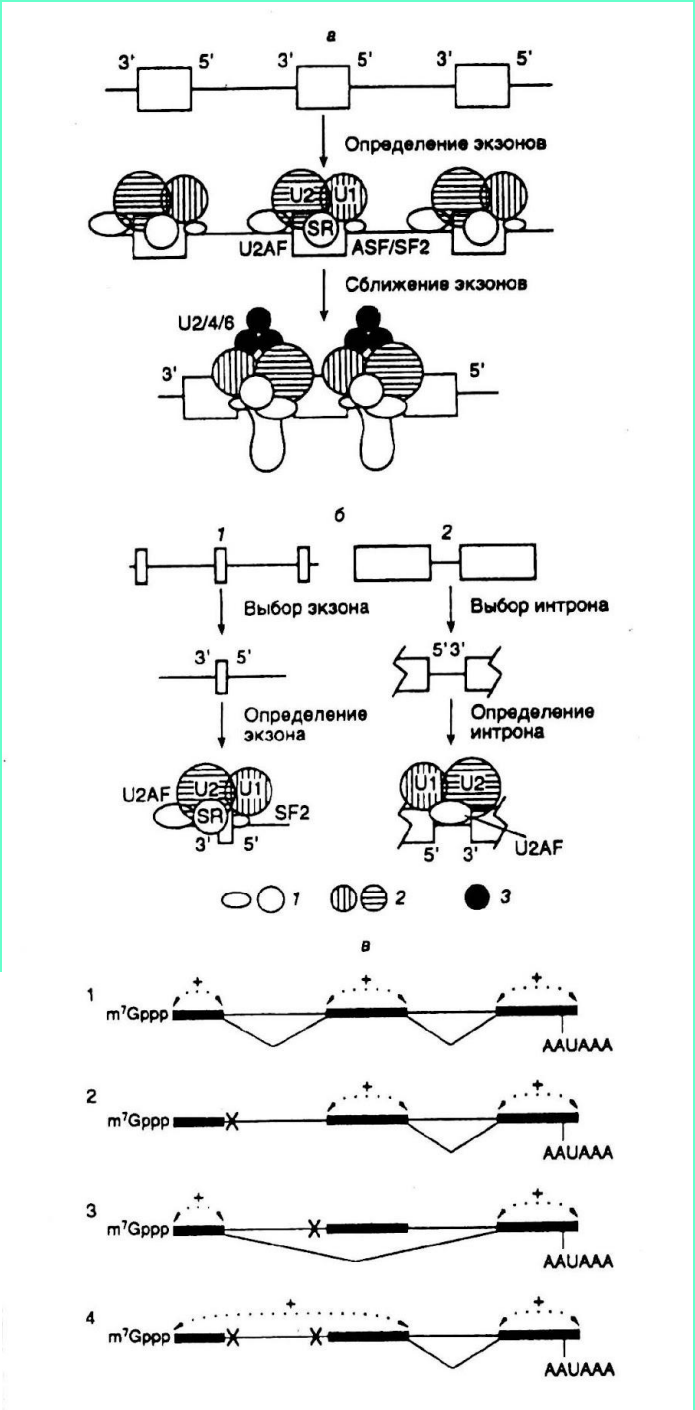


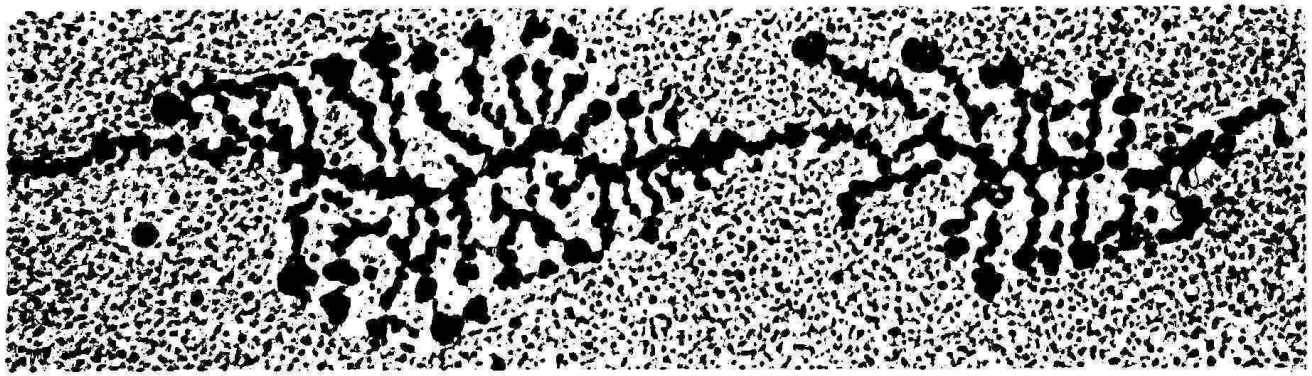
Рис. 1.16. Механизм определения экзонов и интронов при сплайсинге ядерных пре-мРНК

а – определение экзонов; *б* – определение интронов у позвоночных (1) и низших эукариот (2); *в* – роль кэп-связывающего комплекса (CBC) в определении экзонов. Отмечены белки и РНК, участвующие в этом процессе в составе сплайсом: 1 – белки, 2 и 3 – мяРНП. X – мутации, инактивирующие сайты сплайсинга; + – взаимодействия, обеспечивающие распознавание экзонов; AAUAAA – поли(А)-сайт

Л.И. Патрушев

Работающие сплайсосомы (микрофотография)

БОЛЬШАЯ РОЛЬ МАЛЫХ РНП



РАБОТАЮЩИЕ СПЛАЙСОСОМЫ имеют вид бусин на цепях мРНК, отходящих вверх и вниз от горизонтально расположенной цепи ДНК. Более мелкие «крупинки» на мРНК — это гетерогенные ядерные рибонуклеопротеиды (гяРНП). (Микрофотография получена И. Ошейм из Виргинского университета.)

Эдитинг РНК у трипаносомы

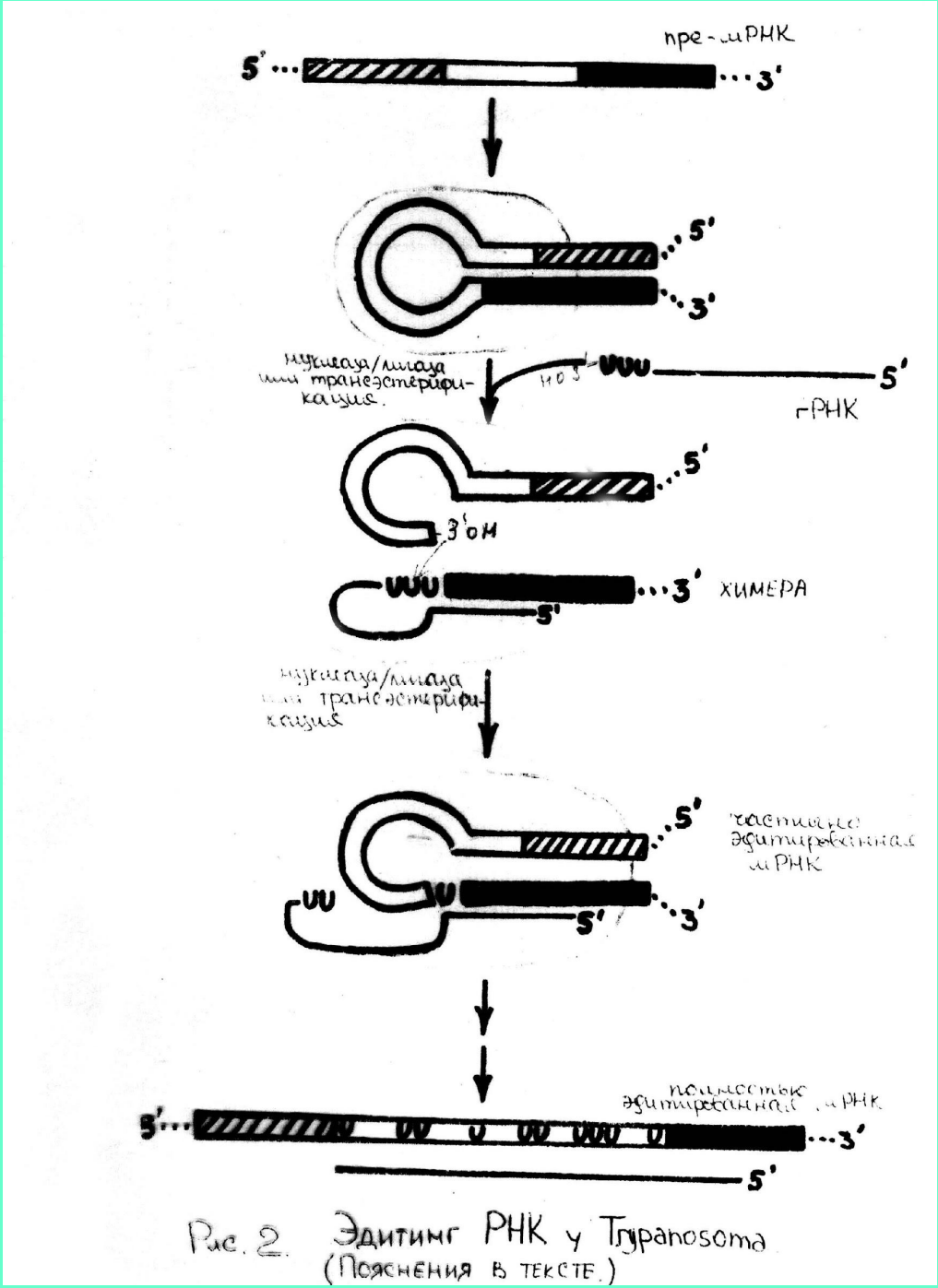


Рис. 2. Эдитинг РНК у Trypanosoma
(Пояснения в тексте.)

U-делетирующий эдитинг РНК

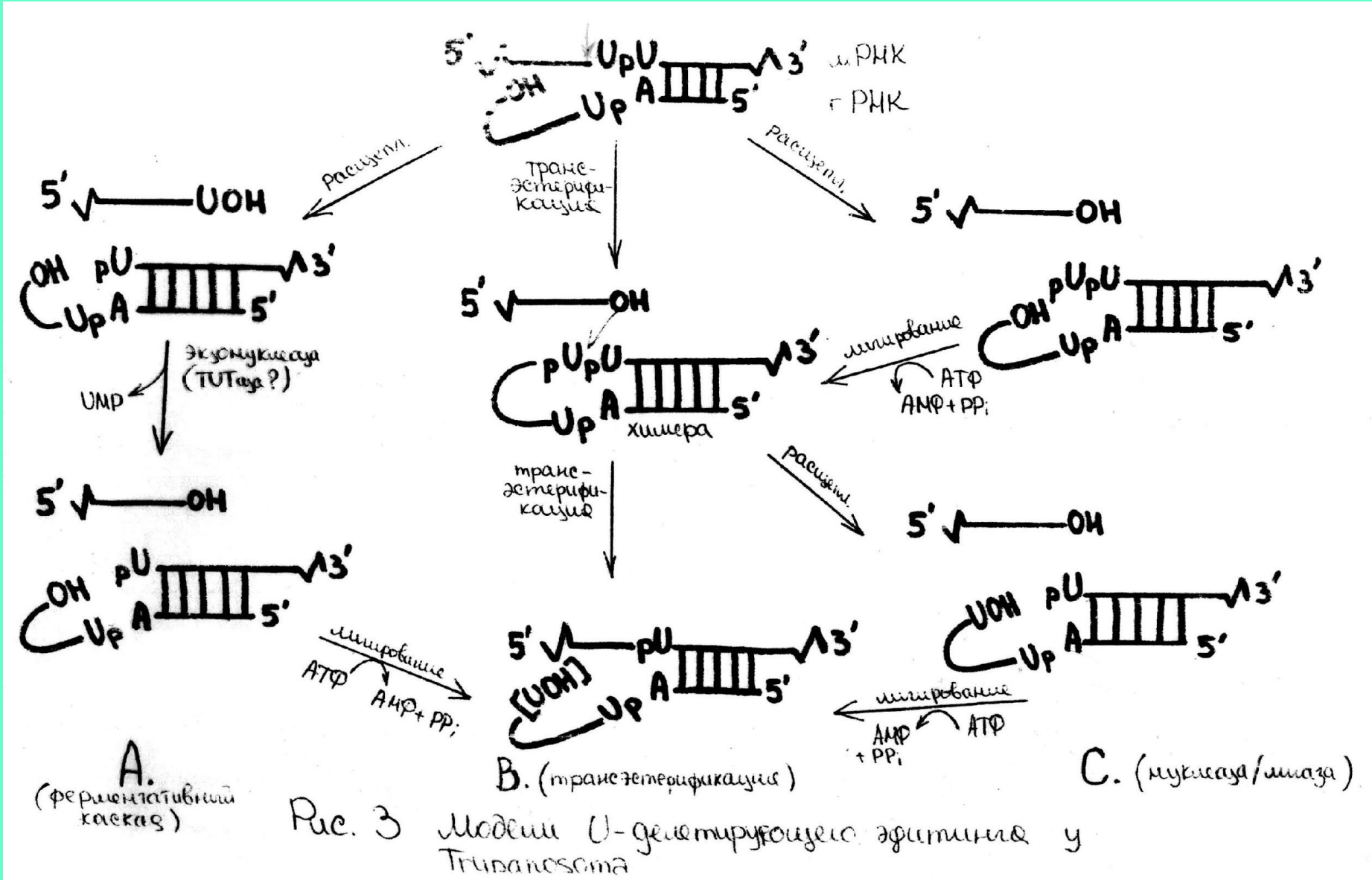


Рис. 3 Модели U-делетирующего эдитинга у Trypanosoma

Структура мРНК серотонинового рецептора

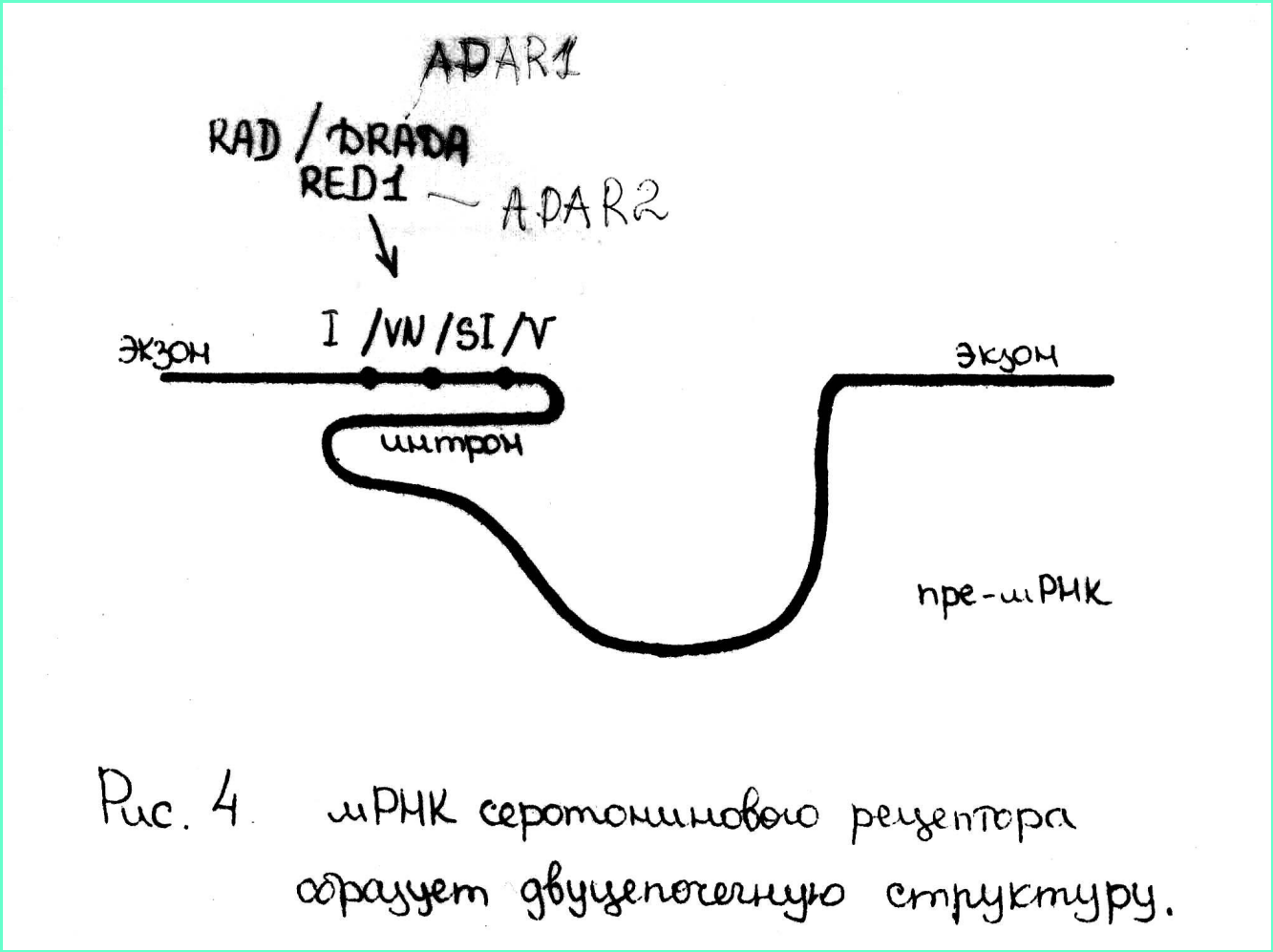


Рис. 4 мРНК серотонинового рецептора образует двуцепочечную структуру.

Экспрессия гена *APOB* человека и механизм редактирования его мРНК

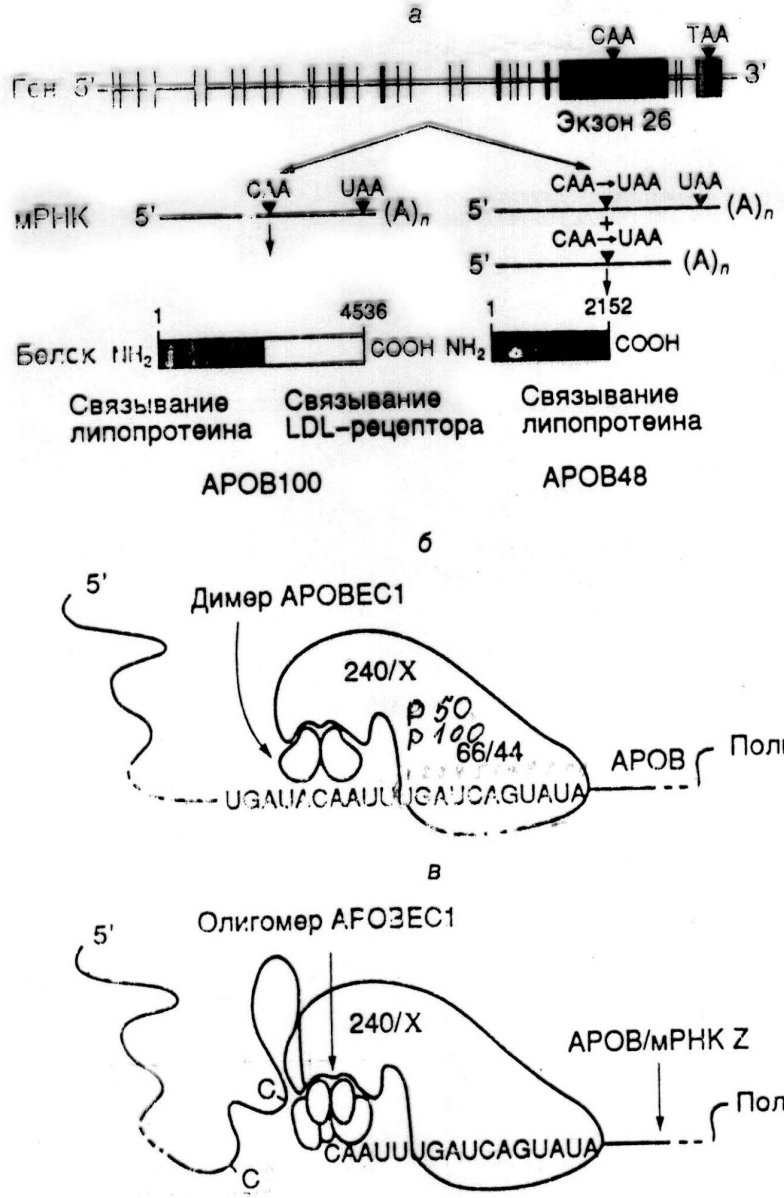


Рис. 1.11. Экспрессия гена *APOB* человека и механизм редактирования его мРНК

а – схема экспрессии гена; *б* – механизм дезаминирования остатка С в APOB-мРНК в результате редактирования с участием эдитосомы; *в* – нарушение специфичности редактирования APOB-мРНК при олигомеризации каталитической субъединицы APOBEC1. В этих условиях субстратом для эдитосомы могут быть другие мРНК (мРНК Z)