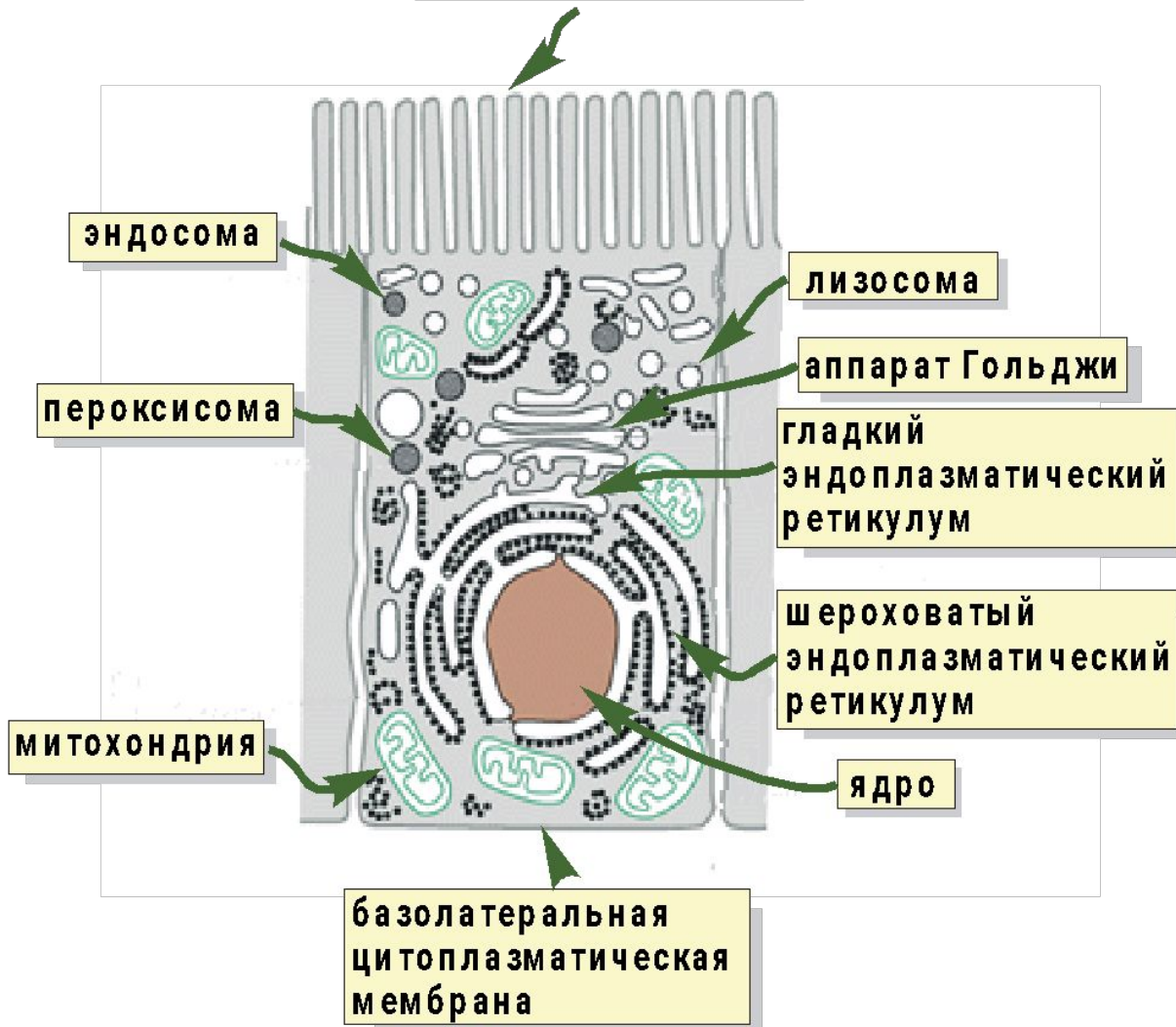


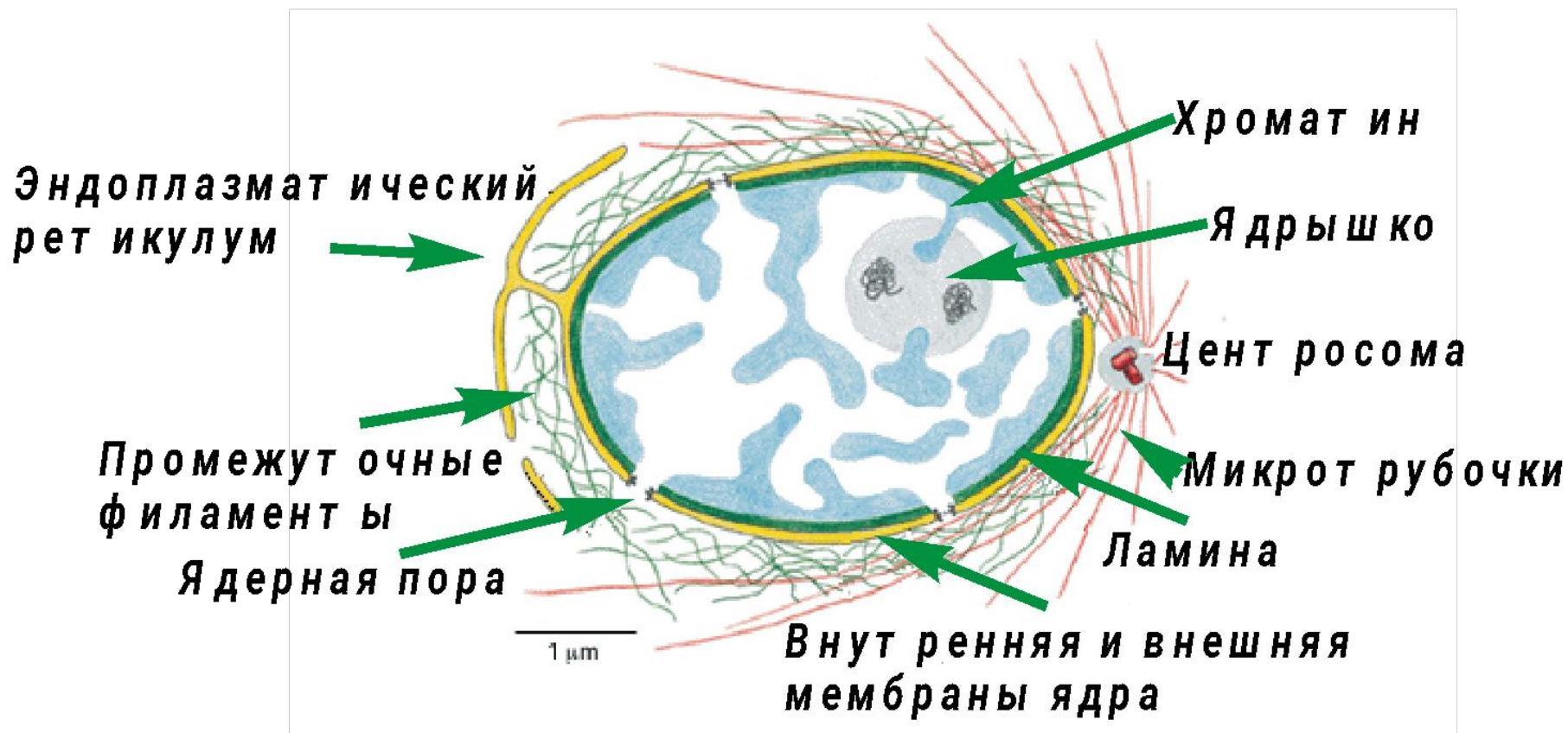
Транспорт в ядро и из ядра

Мембранные структуры клетки

апикальная
цитоплазматическая
мембрана

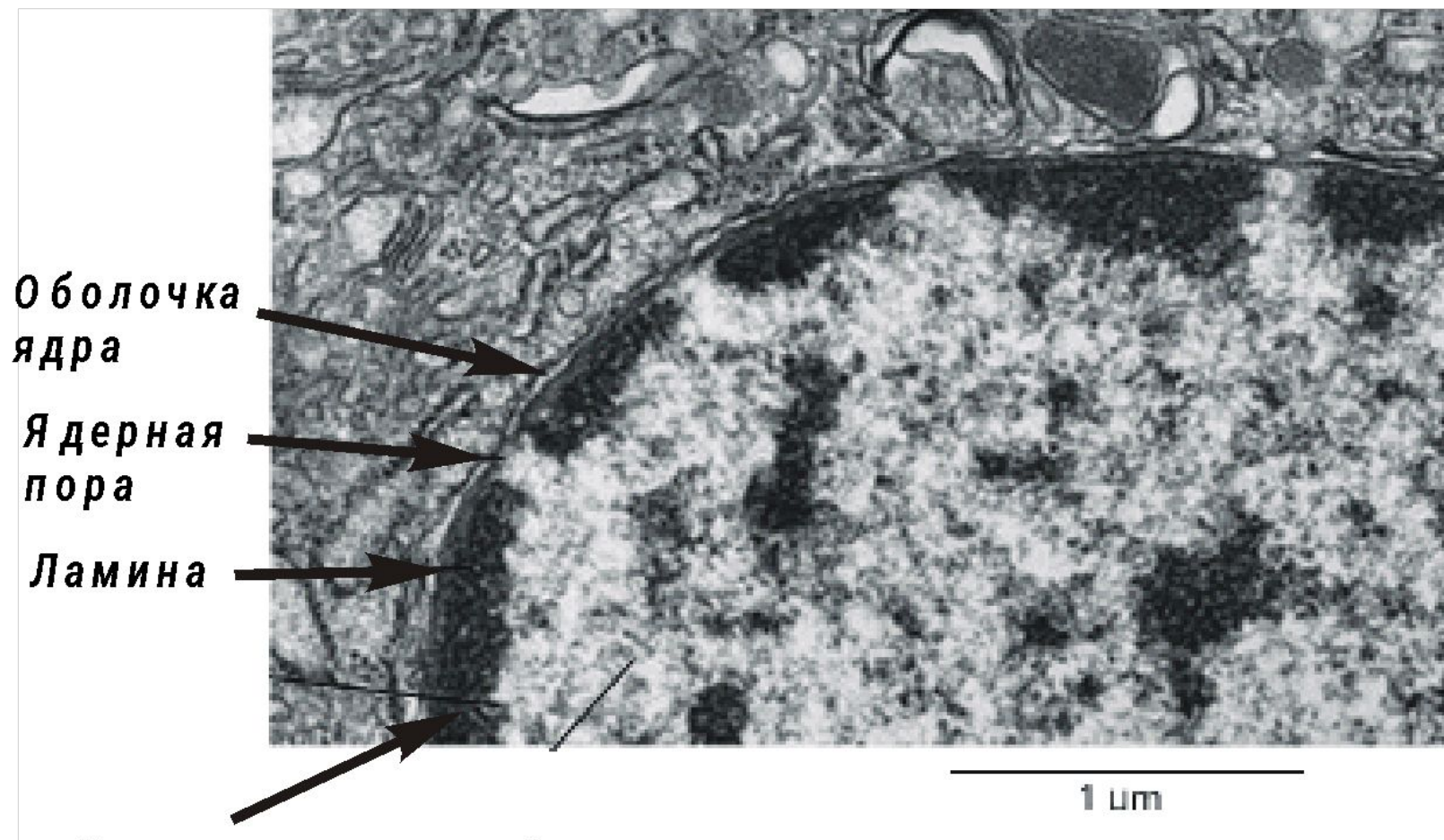


Ядро



Ядро

Что на границе ядра?



Оболочка ядра

Ядерная пора

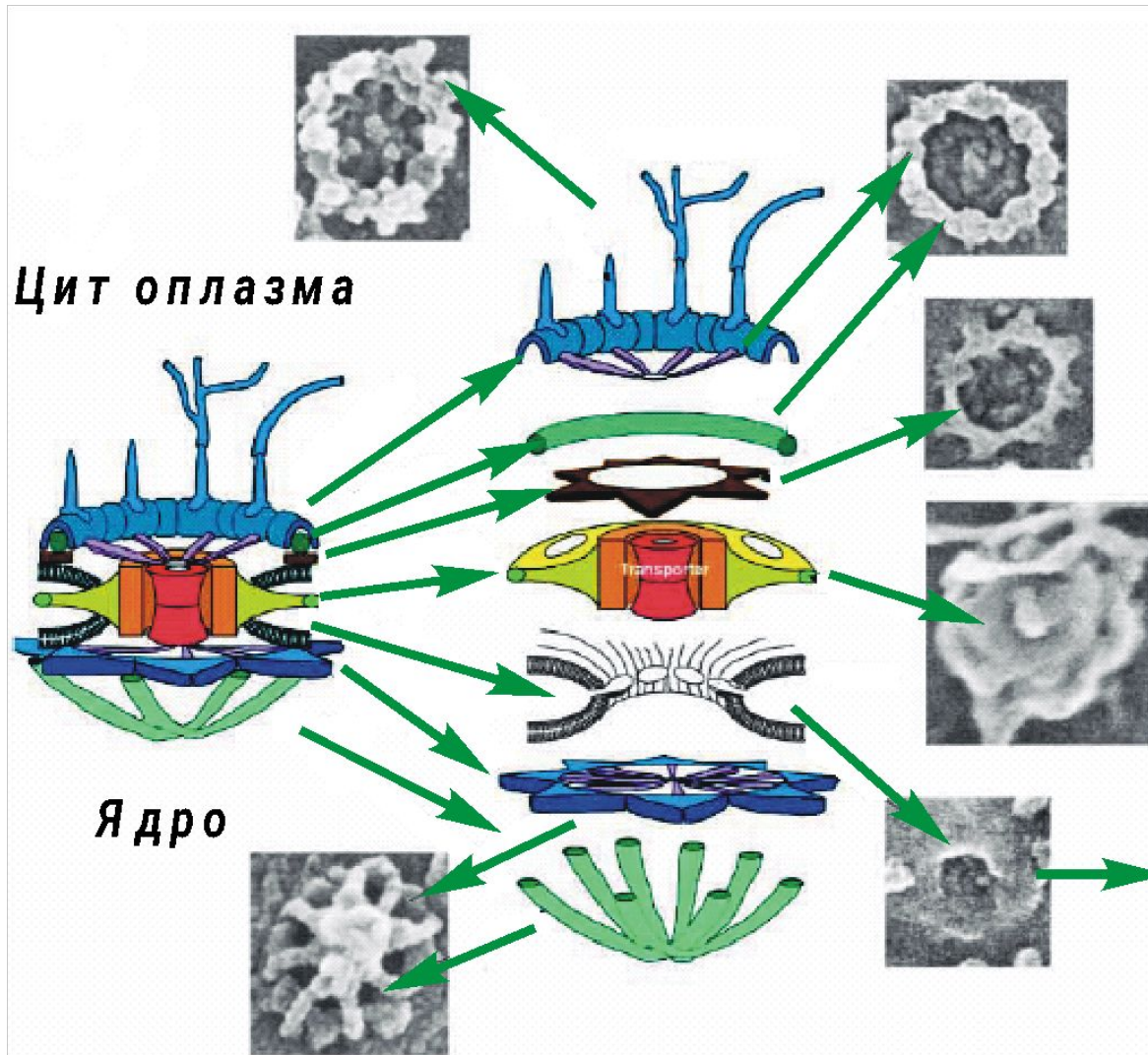
Ламина

Конденсированный хроматин

1 μm

Ядро

Ядерная пора



Ядерная пора

Ядерно-цитоплазматический транспорт

Сигналы импорта и экспорта

Однокомпонентный NLS

Двухкомпонентный NLS

B 4, P (B 3x), Pxx (B 3x), B 3 (H/P)

B B x 10 (B 3x 2)

M9 NLS

Вирусный NLS

(Y/F/W)x2 JxSxZG (P/K)(M/L/V)(K/R)

RxxRRx1,2RBR

L23a NLS

VHSHKKKIRTSPTRRRPKTLRLRRQPKYRRKSAPRRNK

Лейцин-богатый NES

Неканонический NES

Lx2,3 (F/I/L/V/M)x1,2,3Lx(I/V/L)

xxxIxxLxT, WxKlxLxP

Ядерно-цитоплазматический транспорт

Импортины человека (и дрожжей)

<i>Importin</i> β (Kap95)	<i>importin</i> α ; XRIP, snurportin, риб. белк., HIV Rev, Tat, Rex, <i>importin</i> 7, RanBP8
<i>Transportin</i> 1, Kap2 (Kap104)	мРНК связ. и риб. белки
<i>Transportin</i> SR (Mtr10) <i>Hmtr</i> 10 (Mtr10)	мРНК связ. (фосфо-SR) белки Mtr10 импорт ирует Nr13
(Kap114)	ТВР, гистоны H2A, H2B
(Yrb4, Kap123)	риб. белки
<i>Importin</i> 7	риб. белки
<i>Importin</i> 11 (Lph2, Kap121)	UbcM2
<i>Importin</i> 5, Kapb3 (Pse1, Kap121)	риб. белки, Pho4, Spo12
(Nmd5, Kap119)	Hog1, TFIIIS
(Sxm1, Kap108)	Lhp1, риб. белки
(Pdr6, Kap122)	TFIIA
RanBP16	
RanBP8	

Ядерно-цитоплазматический транспорт

Экспортины человека (и дрожжей)

Exportin5 (Msn5, Kap142)

Kap142 экспорт ирует фосфорилированные белки; импорт ирует RPA

Crm1 (Xpo1, exportin1)

белки с NES, snurportin 1

Cas (Cse1)

импорт ин α

Exportin t (Los1)

t РНК

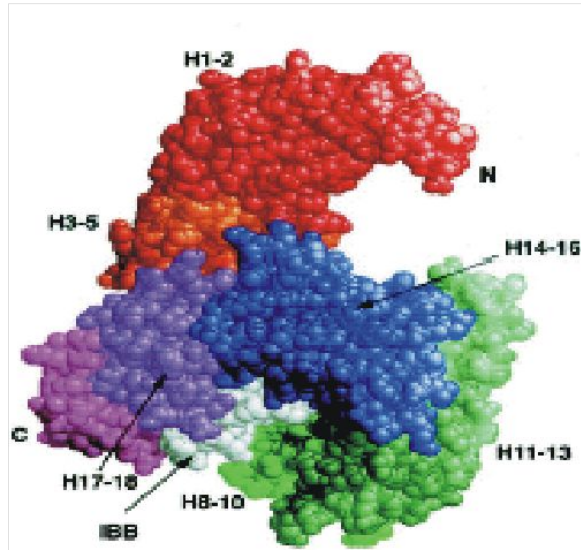
Exportin4

eIF5A

Ядерно-цитоплазматический транспорт

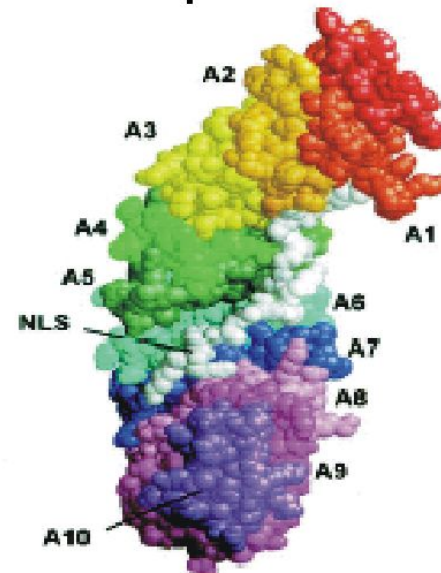
Адапторы, кареоферины и нуклеопорины

Импорт ин β / IBB (Импорт ин α)

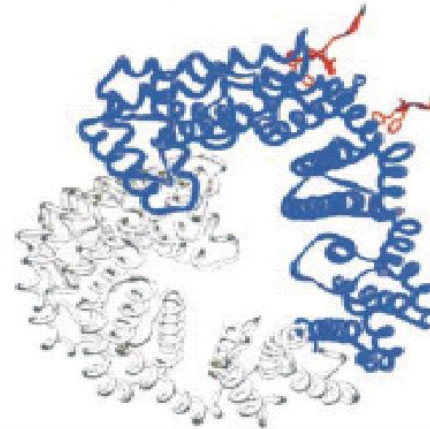
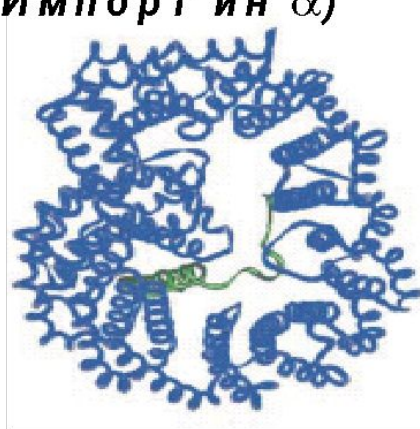


*Импорт ин β / IBB
(Импорт ин α)*

Импорт ин α / NLS

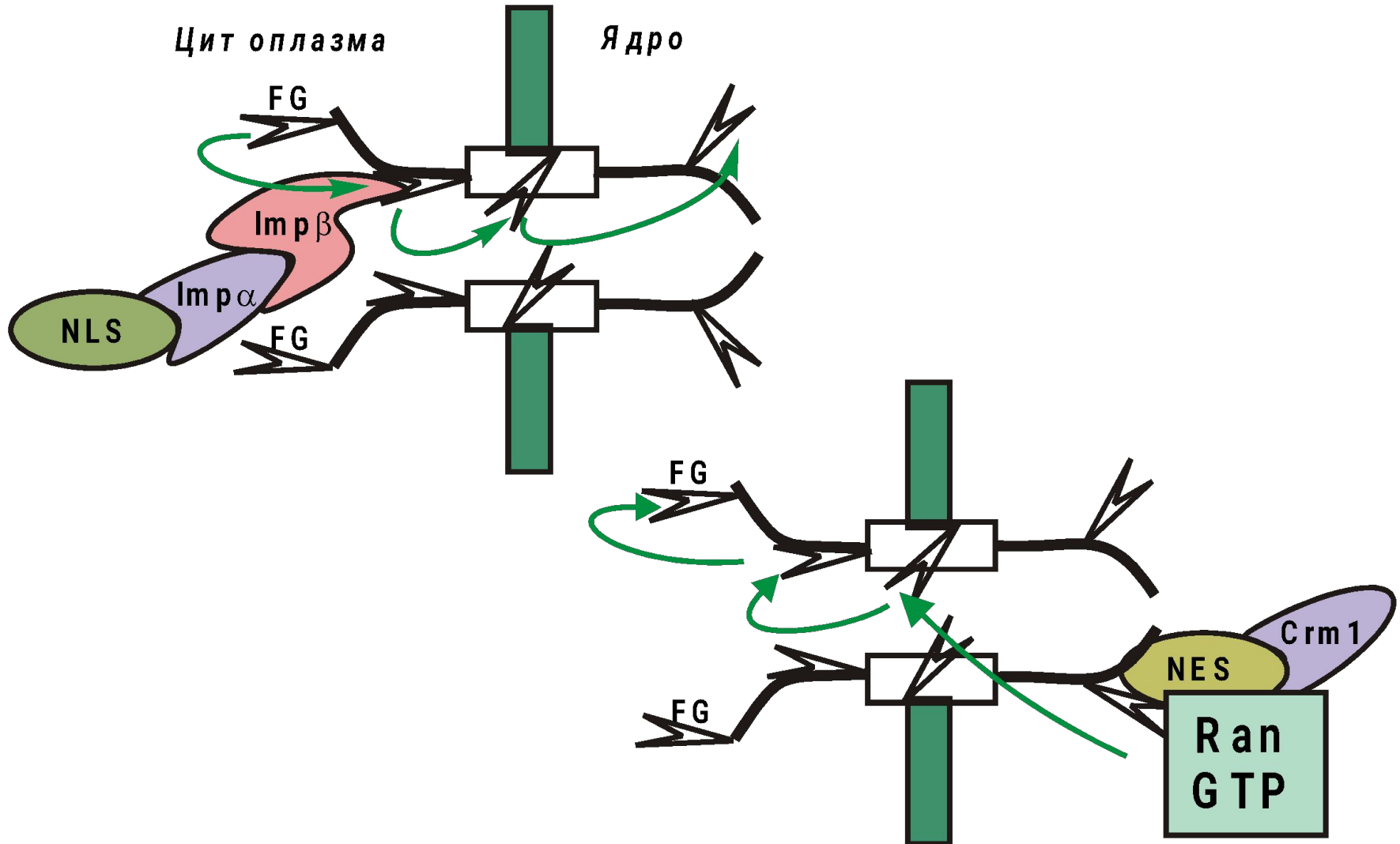


Импорт ин β / FxFG



Ядерно-цитоплазматический транспорт

Нуклеопорины содержат FG повторы, связывающие кареоферины



Энтропийное исключение

Ядерно-цитоплазматический транспорт

Регуляторы транспорта

Ran

центральная роль в энергетике транспорта, GTPаза

RanGEF, RCC1 (Prp20)

обменивает GDP на GTP у Ran

RanGAP (RNA1)

активирует GTPазную активность Ran

RanBP1 (Yrb1)

коактиватор RanGAP

RanBP2

коактиватор RanGAP, связ. SUMO-RanGAP

RanBP3 (Yrb2)

кофактор Crm1/Xpo1: активирует RanGEF

Nup50/NRAP60 (Nup2)

связ. импортина и др.

NTF2 (Ntf2)

импортирует Ran

NXT1, p15

кофактор TAP (NXF1) и Crm1

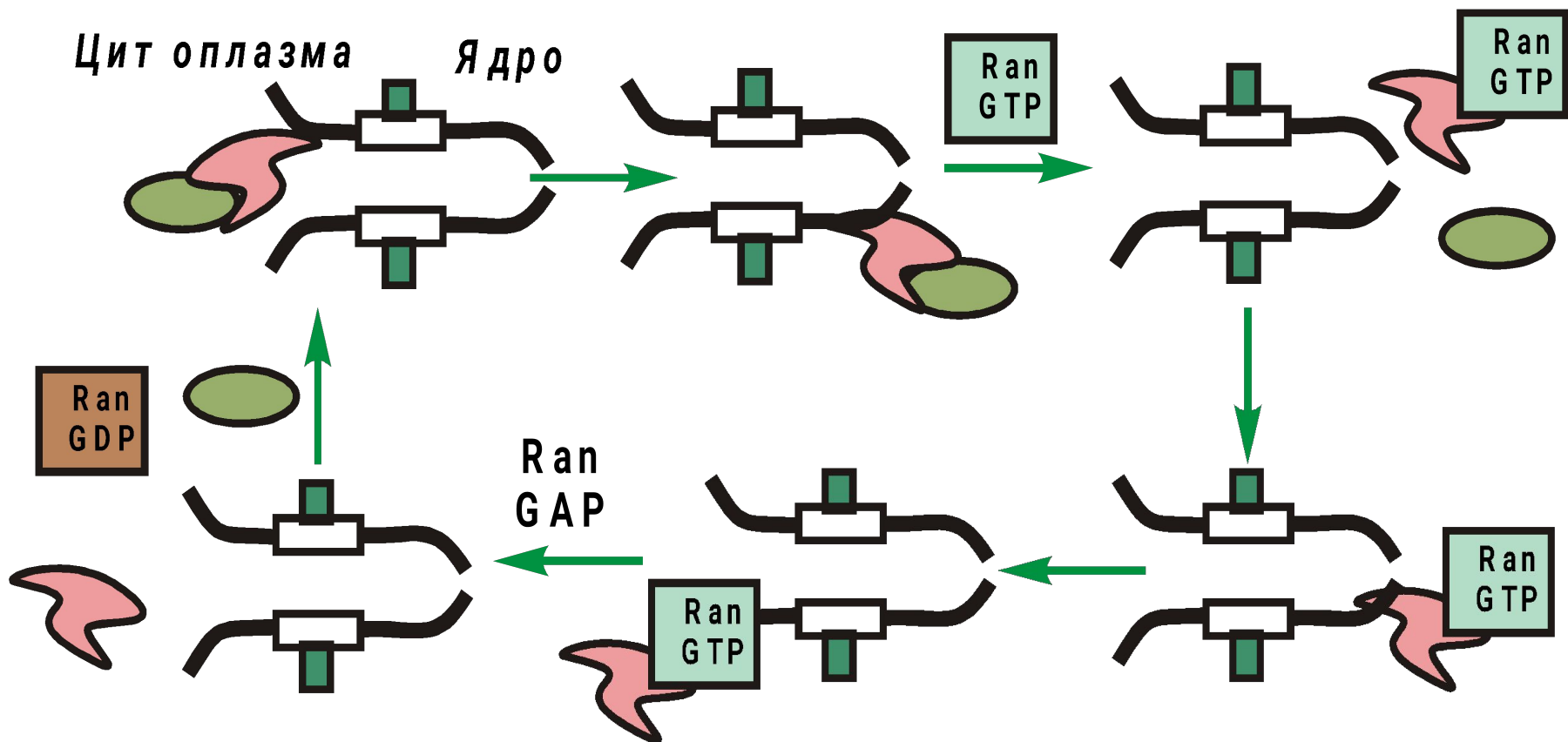
G3BP1, G3BP2a, G3BP2b ?

Mog1 (Mog1)

?

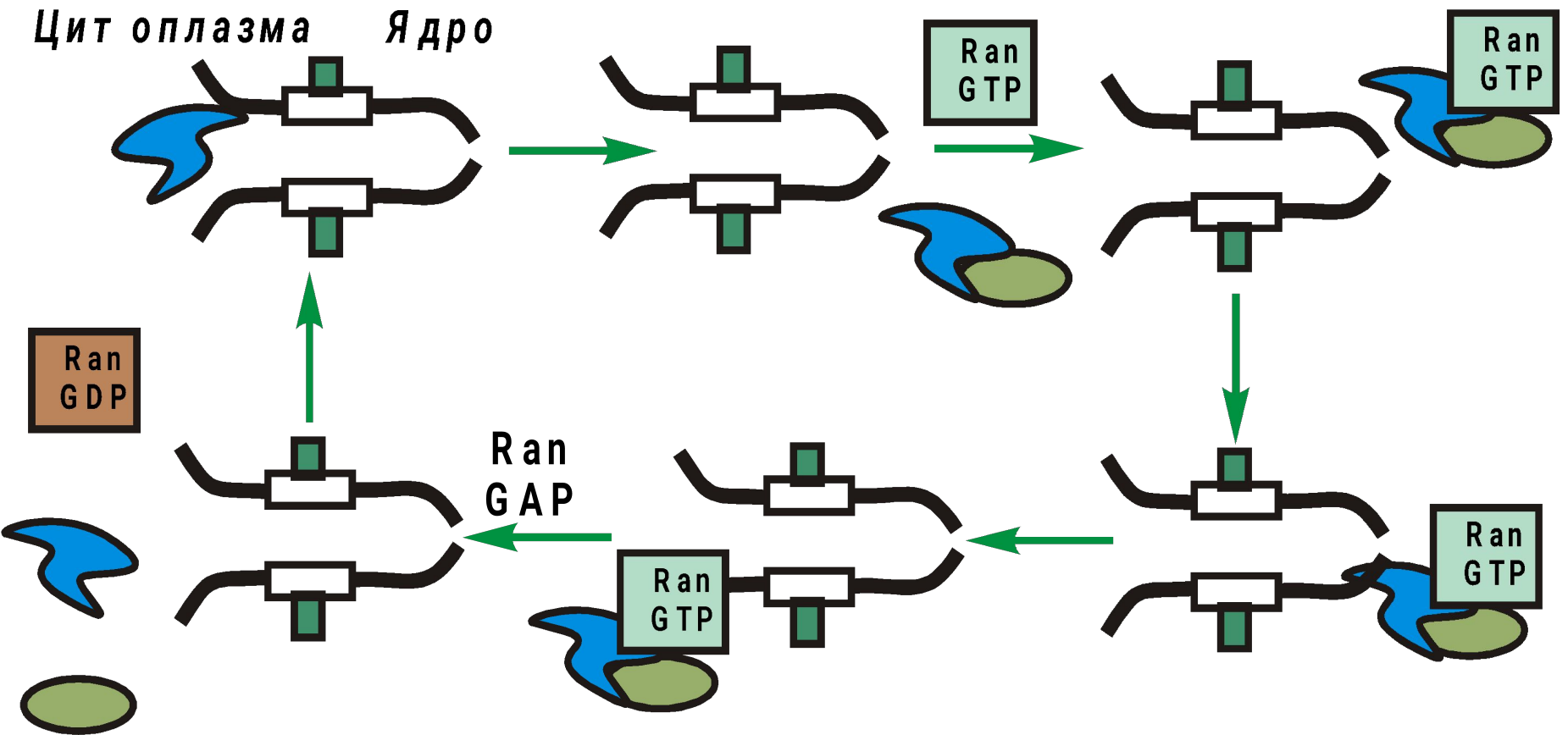
Ядерно-цитоплазматический транспорт

Гидролиз GTP белком Ran обеспечивает энергией транспорт в ядро



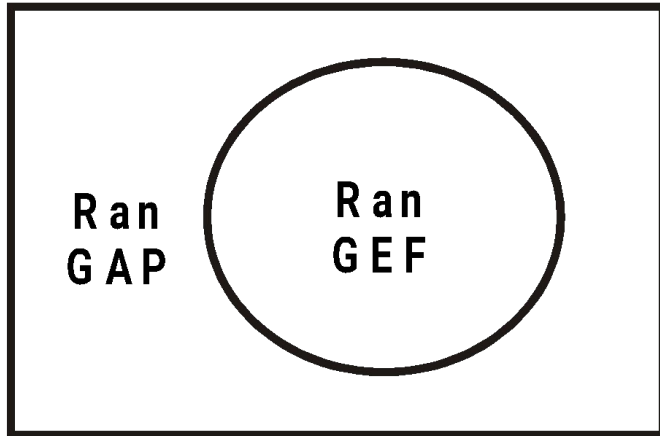
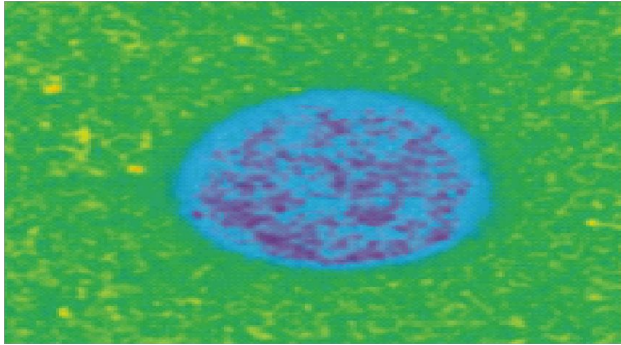
Ядерно-цитоплазматический транспорт

... и из ядра

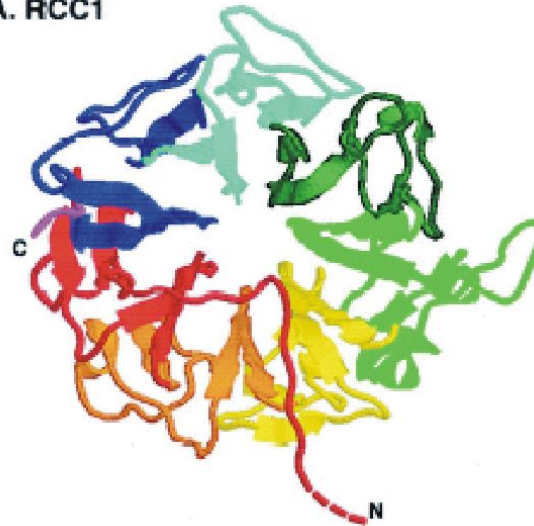


Ядерно-цитоплазматический транспорт

Как поддерживается градиент Ran GTP/GDP

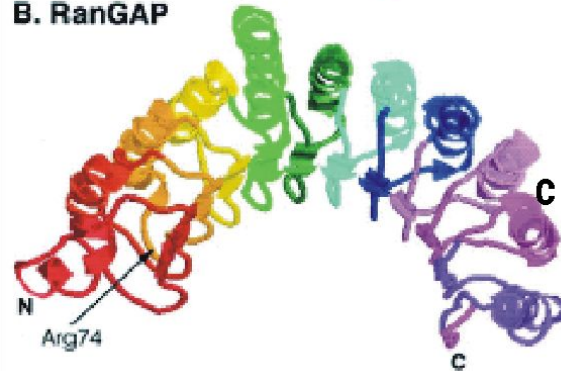


A. RCC1



RanGEF связан с хроматином

B. RanGAP

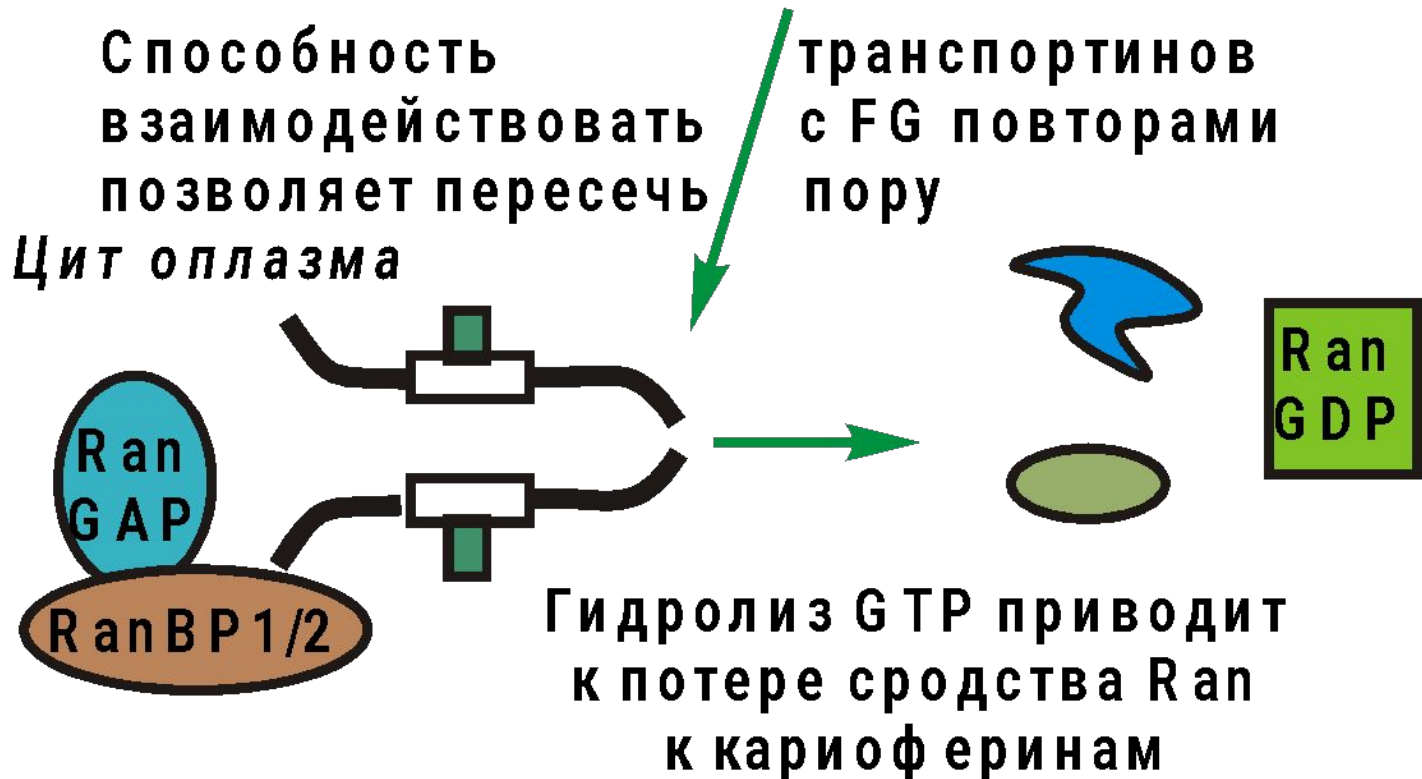
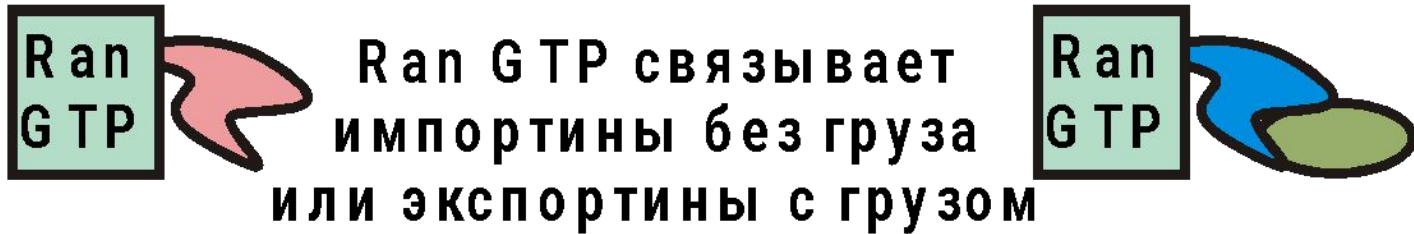


RanGAP - с цитоплазматической частью поры

Ядерно-цитоплазматический транспорт

Цикл работы Ran

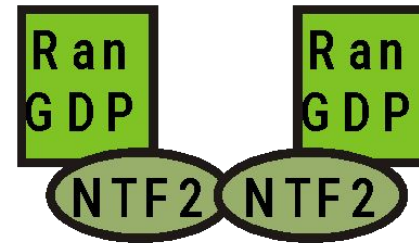
Ядро



Ядерно-цитоплазматический транспорт

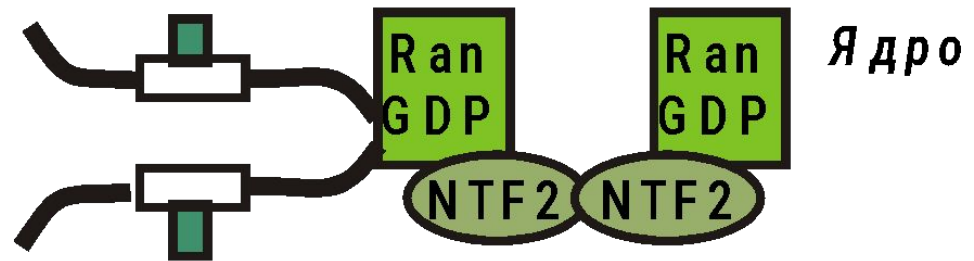
Цикл работы Ran

Цитоплазма



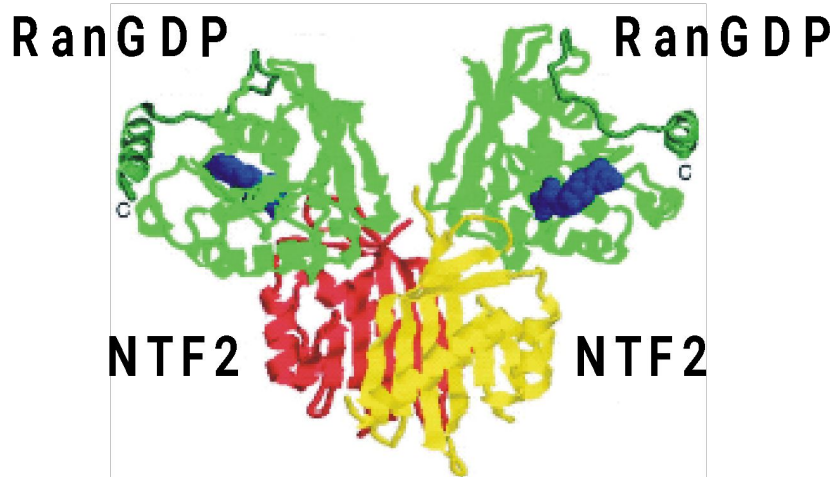
Способность взаимодействовать с FG повторами позволяет пересечь пору

NTF2



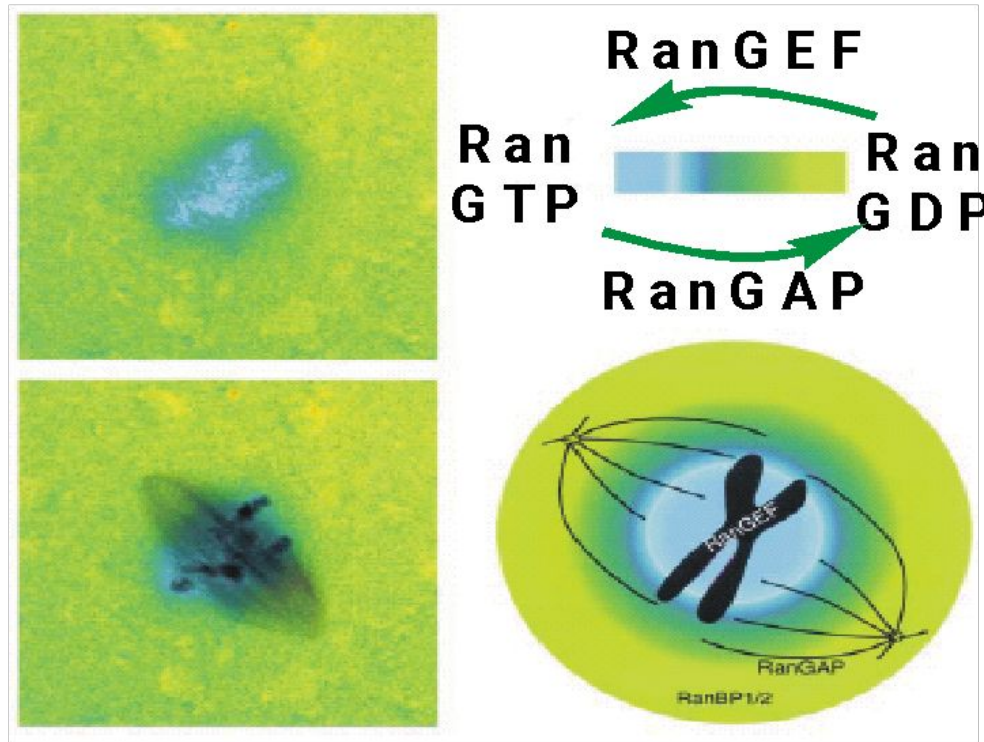
Ядро

Ran GEF



Не транспортная роль Ran

Градиент RanGTP вокруг хроматина помогает выстраивать митотическое веретено



и, затем, служит ориентиром для сборки ядерной оболочки