

Биохимия нервной ткани

Подготовила Табацкова М.В

Нервная система обеспечивает

- структурно-функциональную взаимосвязь в организме
- регуляторную взаимосвязь между органами и тканями
- адекватную реакцию организма на внешние стимулы
- Т.о., **НЕРВНАЯ СИСТЕМА выполняет**
- **КОММУНИКАТИВНУЮ, ИНТЕГРИРУЮЩУЮ и АДАПТИВНУЮ** роль



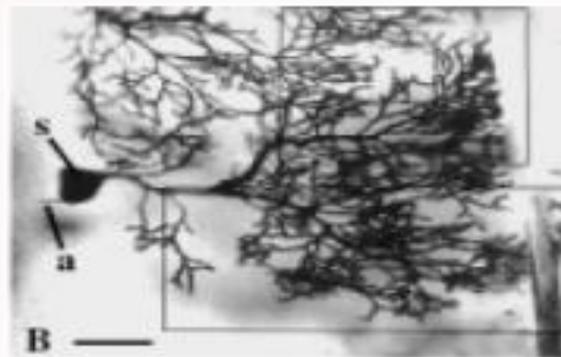
Схема нейроанатомических и функциональных систем проведения и переработки сенсорной информации от кожи и внутренних органов.

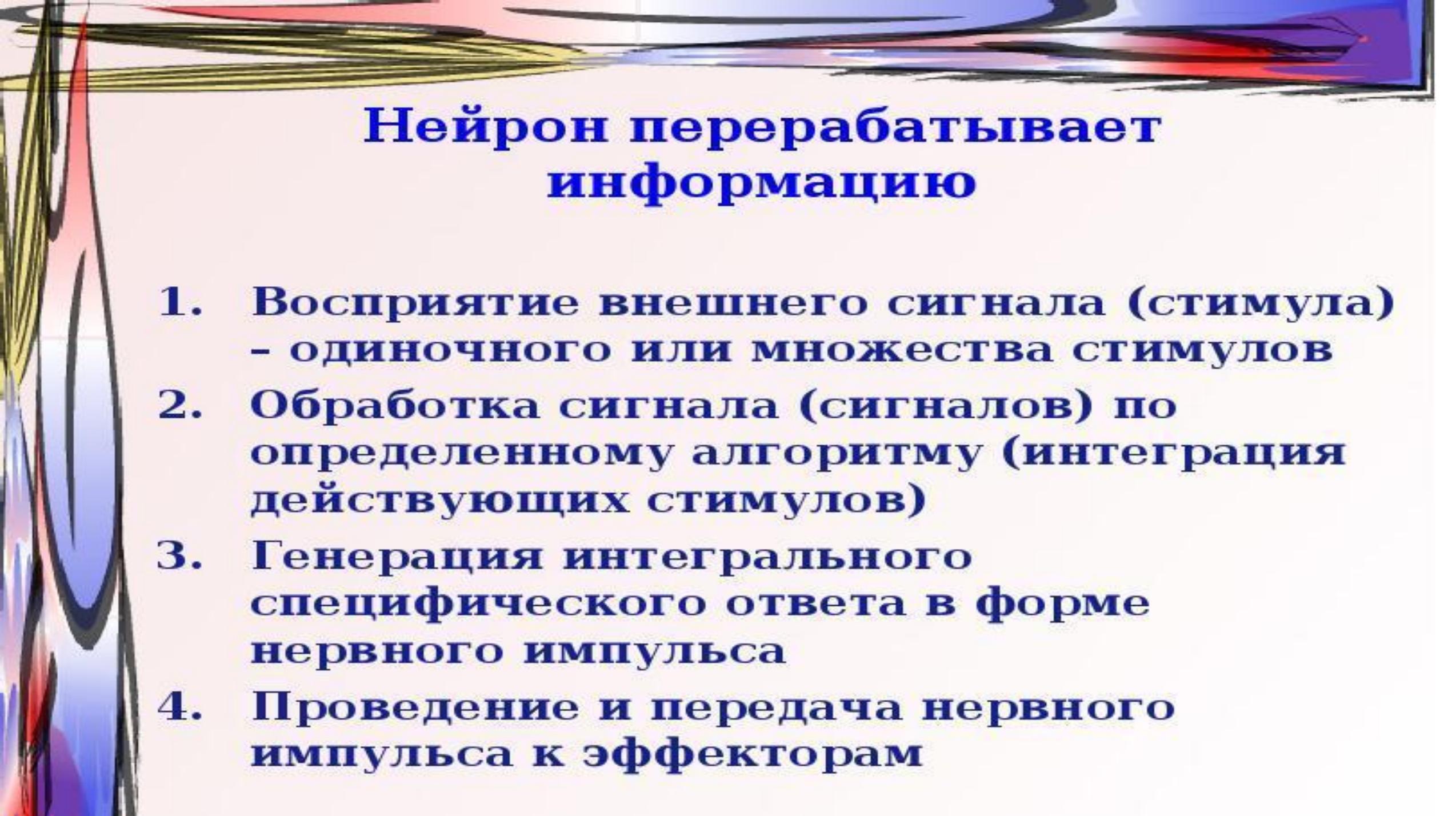
© 2011 by DE Teleris, S. N. Inc. All rights reserved.

НЕЙРОН

Считается, что единичный нейрон является функциональной (но не структурной!) единицей нервной системы

Характерным свойством нейрона является **ВОЗБУДИМОСТЬ** - способность к формированию (генерации) потенциала действия при восприятии клеткой определенного вида



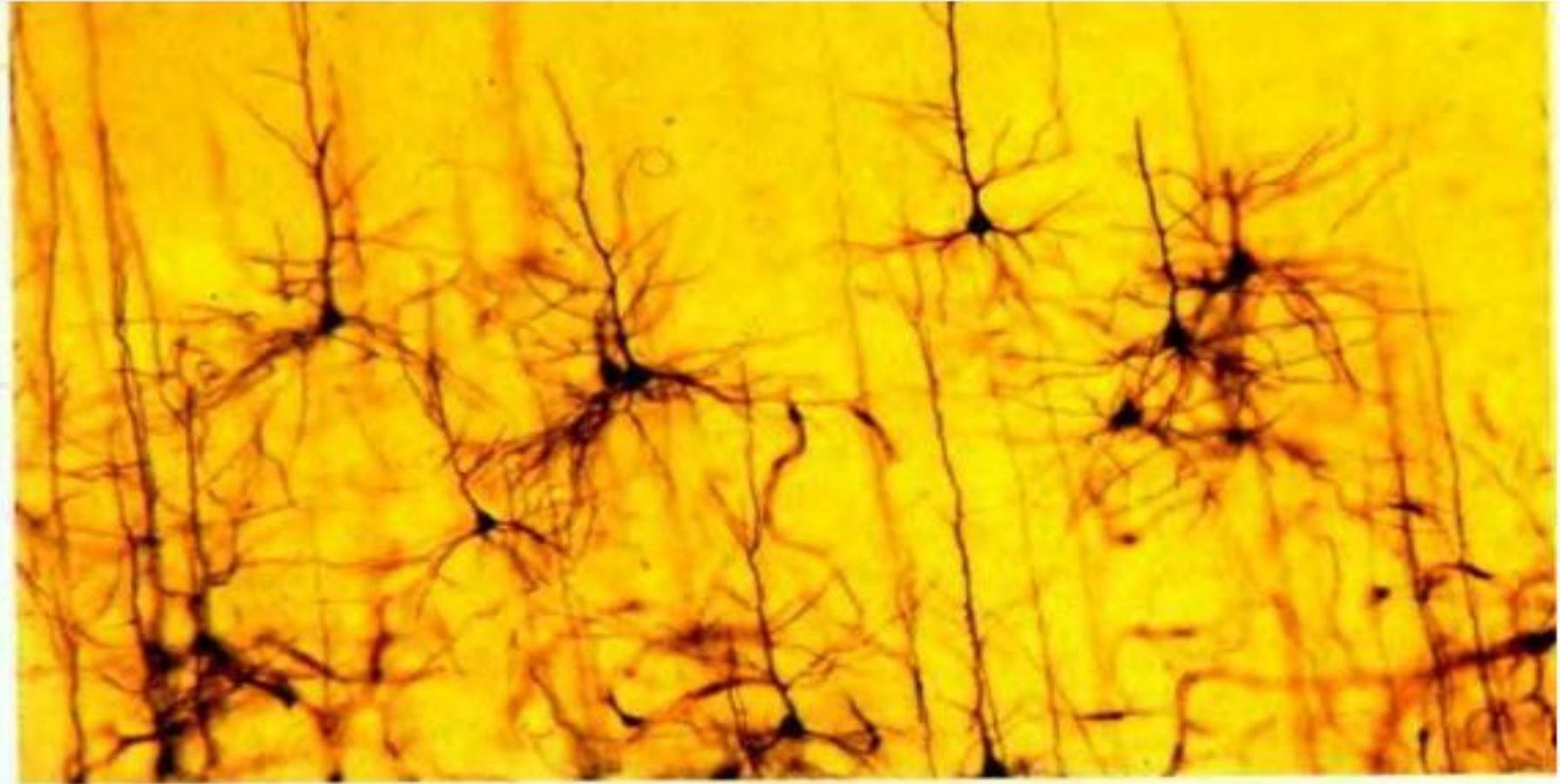


Нейрон перерабатывает информацию

- 1. Восприятие внешнего сигнала (стимула) - одиночного или множества стимулов**
- 2. Обработка сигнала (сигналов) по определенному алгоритму (интеграция действующих стимулов)**
- 3. Генерация интегрального специфического ответа в форме нервного импульса**
- 4. Проведение и передача нервного импульса к эффекторам**

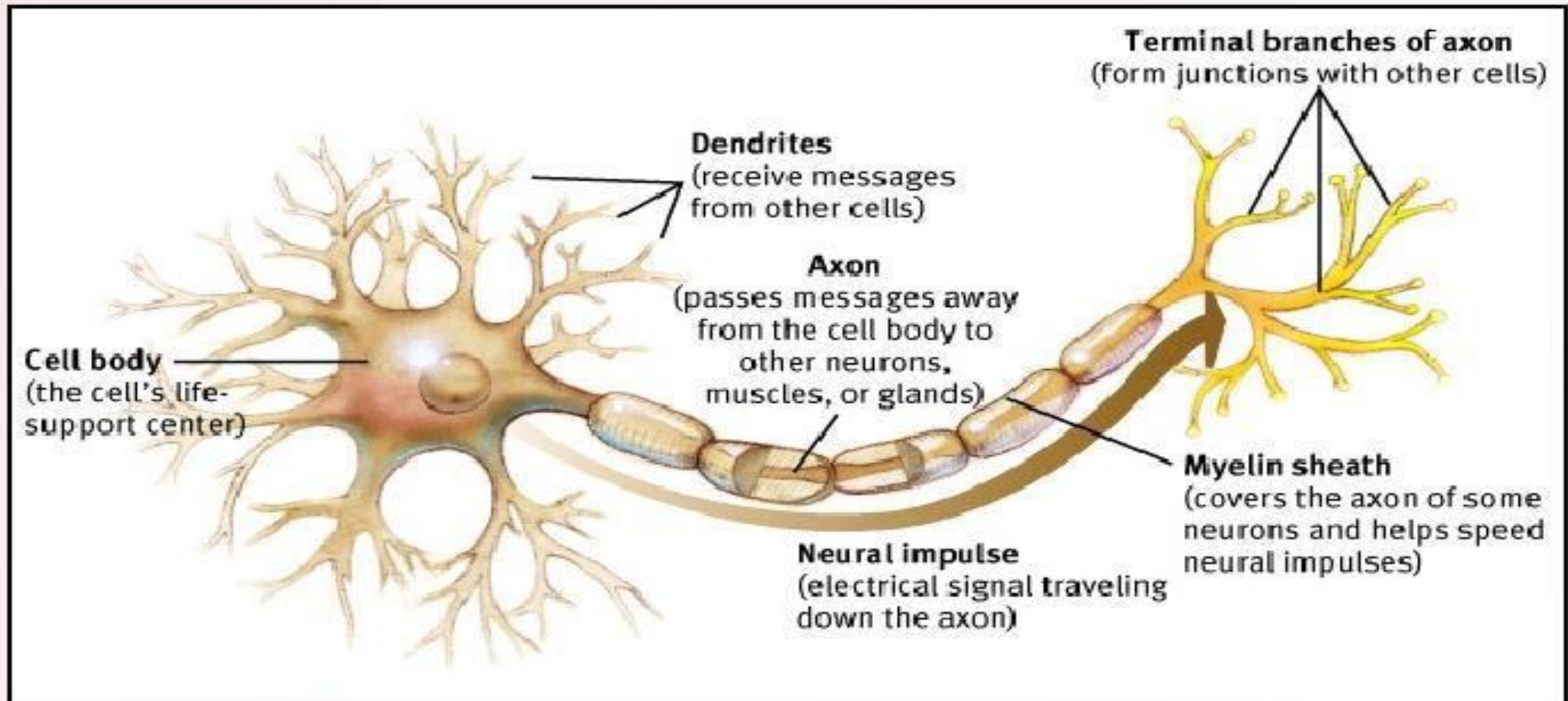
Клеточная архитектура мозга

Сантьяго Рамон-и-Кахал, 1888-1891 гг.



НЕЙРОНЫ, выявляемые с помощью окрашивания по Гольджи, передают нервные импульсы. Клеточную архитектуру мозга впервые описал Сантьяго Рамон-и-Кахаль. (Препарат, представленный на рисунке, получен Дж. Роббинс из лабо-

Структурно-функциональное строение



Ионные транспортные системы, вовлеченные в формирование мембранного потенциала



Нервный импульс

Нервный импульс

- волна возбуждения, распространяющаяся по нервному волокну

Мембранный потенциал

- разность потенциалов между внутренней и внешней сторонами мембраны, возникающая вследствие неравномерного распределения ионов

Потенциал покоя

- мембранный потенциал, существующий до (или существенно позже) момента стимуляции нервной клетки

Потенциал действия

- временное изменение мембранного потенциала в период стимуляции клетки; распространяется от точки возникновения в обоих направлениях.
Возникает по принципу «всё или ничего»

Физиологический мембранный потенциал

Содержание ионов

Ионы	Внутри клетки	Снаружи
Калий	120-140 мМ	2-4 мМ
Натрий	10-12 мМ	125-145 мМ
Кальций	< 1 мкМ	> 100 мкМ
Хлорид-анион	2-4 мМ	75-120 мМ
Органические анионы	130-140 мМ	15-35 мМ
Величина потенциала	Около -60 мВ	

В возбудимых клетках называется **потенциалом покоя**.

Нейротоксины

Тетродотоксин (рыба фугу, калифорнийский тритон и др.)

Сакситоксин (моллюски в водах Аляски)

- Блокируют Na^+ -каналы

Батрахотоксин

Алкалоиды аконитин, вератридин

- Вызывают устойчивую активацию Na^+ -каналов

Токсины морских анемонов

- Усиливает устойчивую активацию Na^+ -каналов

Токсины скорпионов

- Подавляют Na^+ проводимость и активируют K^+ проводимость

Местные анестетики

- Ослабляют Na^+ проводимость

Проведение нервного импульса

Электротоническое (непрерывное)

- Немиелинизированные аксоны
- Медленное (не более 3 м/с)
- На короткие расстояния
- Сигнал быстро затухает

Сальтаторное (скачкообразное)

- Дендриты и миелинизированные аксоны
- Быстрое (до 120 м/с)
- Сигнал длительно не затухает
- Известная длина аксонов до 2 м
- Существенно экономит энергию АТФ
- Снижает ёмкость оболочки нервного волокна
- Существенно повышает компактность построения нервной системы

Электротоническое проведение



Химические особенности миелина

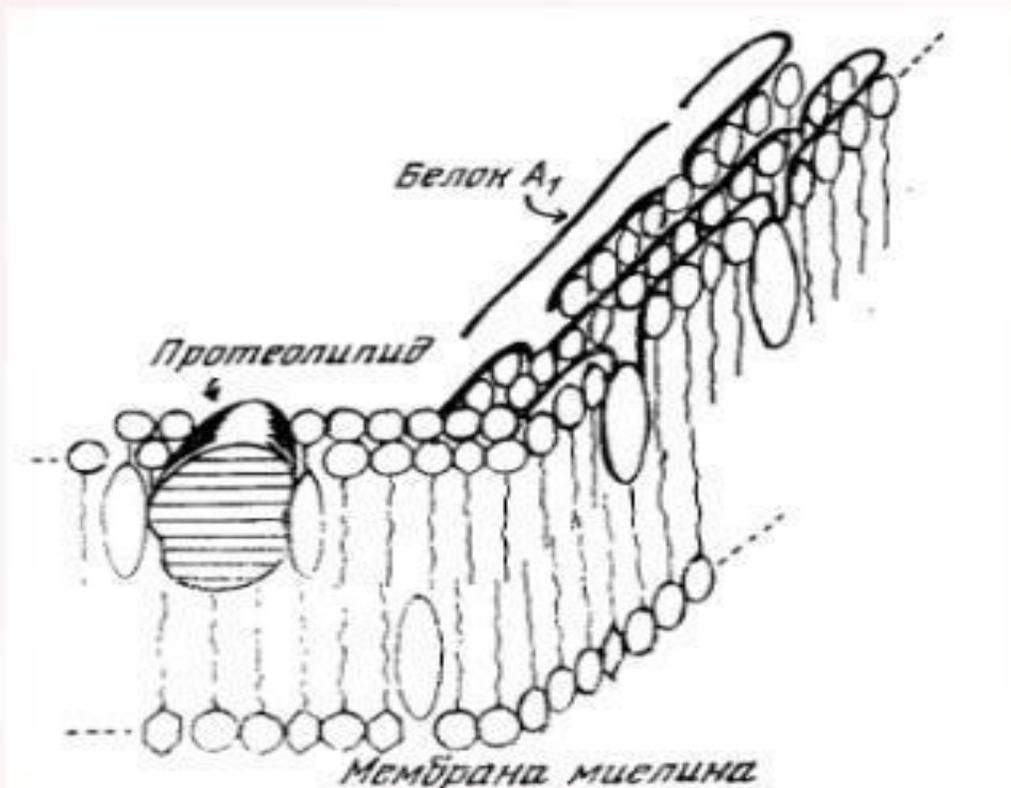
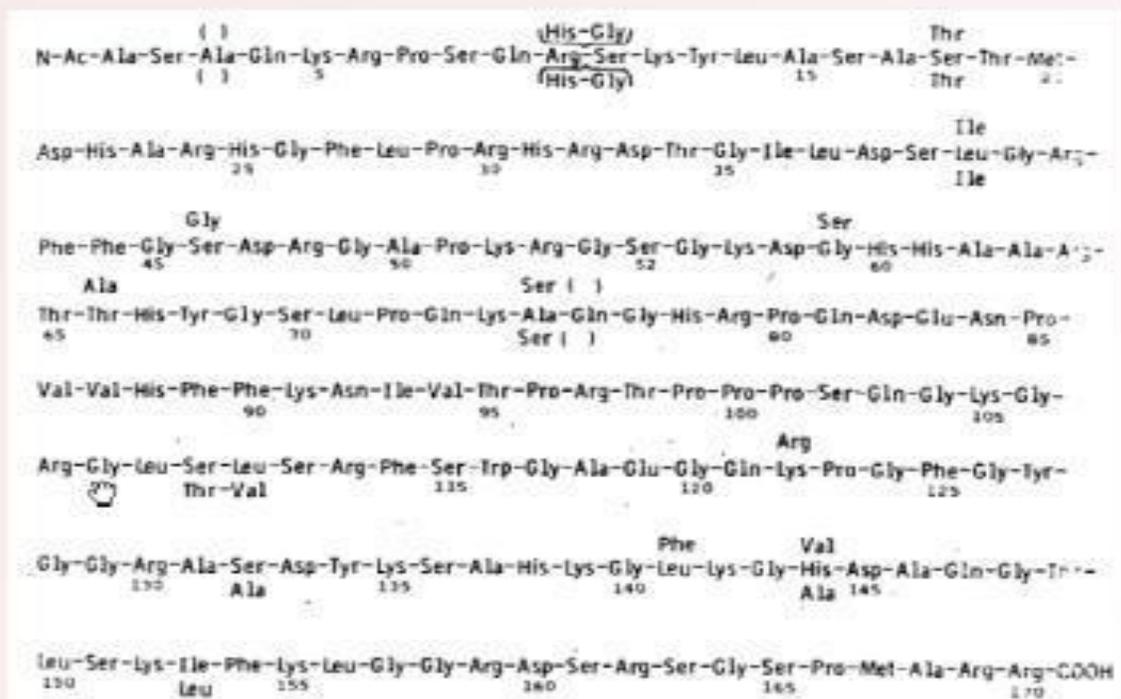
Липиды

- Очень высокое содержание (до 75-85% от массы мембраны)
- Уникальное содержание кардиолипина
- Сниженное содержание глицерофосфолипидов и ганглиозидов
- Высокое содержание цереброзидов (особенно, сульфатированных)
- При патологическом снижении уровня цереброзидов наблюдаются синдромы «дрожания» и «подпрыгивания»

Белки

- Очень низкое содержание
- Очень слабое разнообразие
- Высокогидрофобные протеолипиды (50% массы белков)
- Основной белок А1 (30%) - содержит много Arg и Lys, термостабилен
- Кислые белки Вольфграма
- В периферических нервах отсутствует протеолипид, а белок А1 заменён на белок Р0

Белок А1 миелиновой оболочки

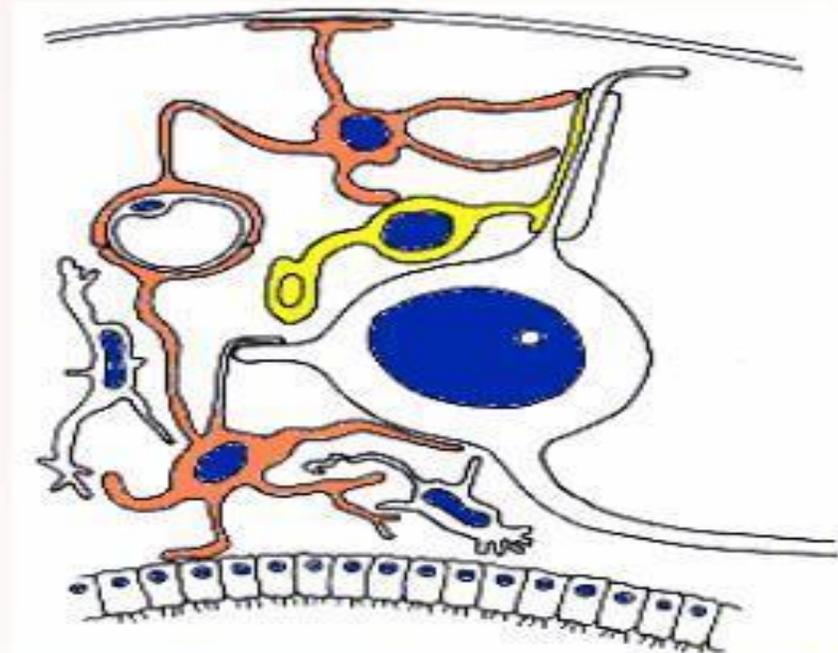
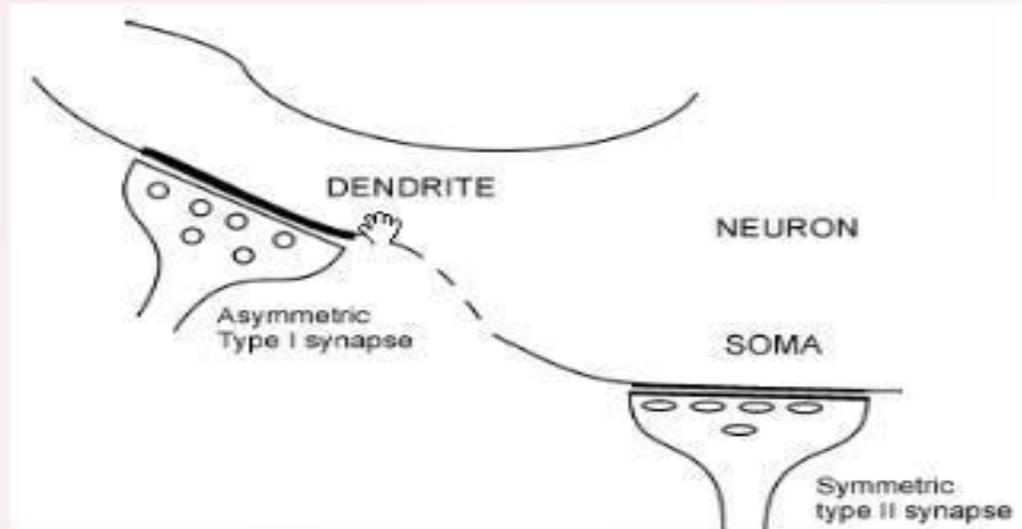


Нарушения миелинизации нейронов

- **Рассеянный склероз**
- **Периферическая демиелинизирующая нейропатия (синдром Ландри - Гуиллян - Барре)**
- **Токсическое нарушение созревание миелиновых оболочек фенилпириватом при фенилкетонурии**
- **Токсическая демиелинизация (дифтерийный токсин, свинец, хлороорганические соединения, в т.ч., гексахлорофен)**
- **Нарушение миелинизации аксонов в результате голодания в первый год жизни**
- **Во многих случаях вирусные инфекции и нейропатии вызывают нарушение структуры миелиновых оболочек**

Синапсы

- Электрические и химические
- Простые и специализированные
- Возбуждающие и тормозные
- С непосредственными и дистантными взаимодействиями



Электрические синапсы

- Встречаются редко
- Роль в ЦНС у млекопитающих неясна
- Обладают однонаправленным действием
- Имеют низкое сопротивление (низкоомные щелевые контакты)
- Образуются как димеры компонентов мембран соседних клеток
- Ингибируются кальцием

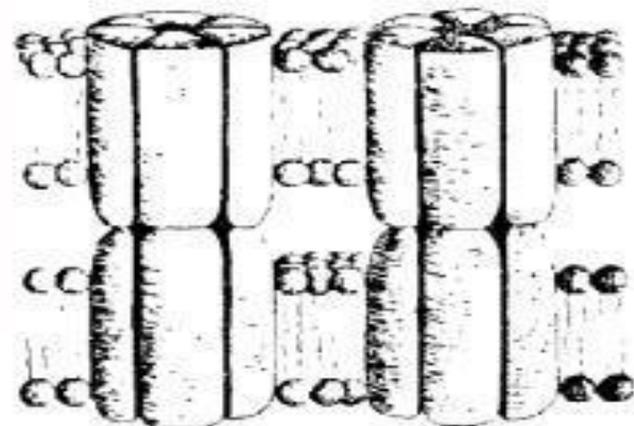
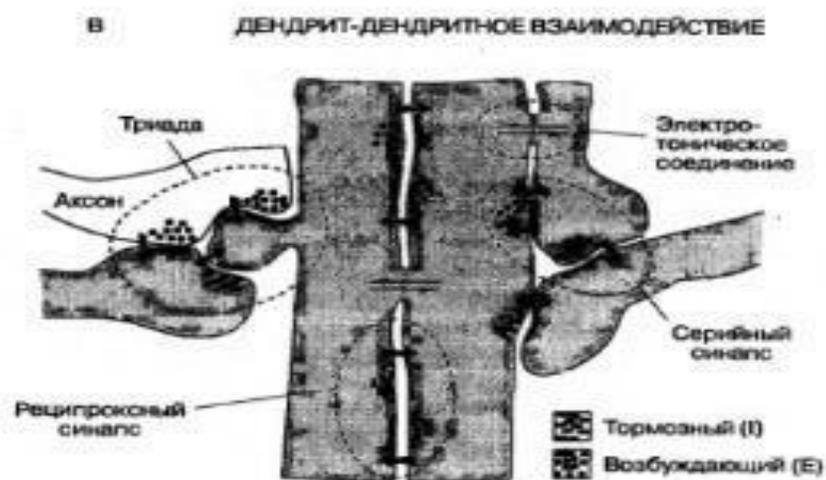


Рис. 8.1. «Щелевой контакт». Модель области контакта между клетками. Подобная структура была предложена для электрических синапсов. Субъединицы белка образуют каналы, которые пронизывают липидный бислой. (С разрешения Goodenough и Cold Spring Harbor Laboratory.) [1].

Синапсы между аксонами и дендритами



Аксональный транспорт

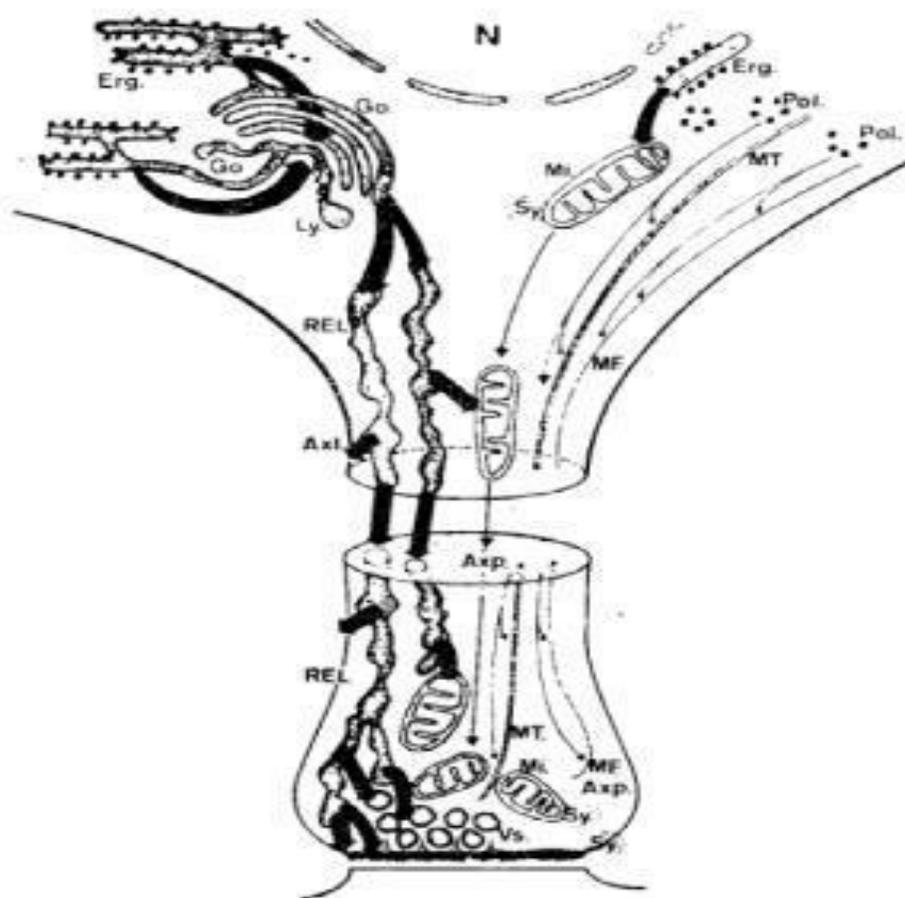


Рис. 10.4. Модель аксонального транспорта [3]. N — ядро; Mi — митохондрия; REL — гранулярный эндоплазматический ретикулум; SER — гладкий эндоплазматический ретикулум; Go — аппарат Гольджи; Ly — лизосома; Axh — аксолема; Axp — аксоплазма; Pol — полирибосома; MT — микротрубочки; MF — микрофиламенты; Sy — место синтеза гидрофобных полипептидов; V_s — синаптическая везикула. (Подробности см. в работе [3].)

Жизненный цикл синаптических пузырьков



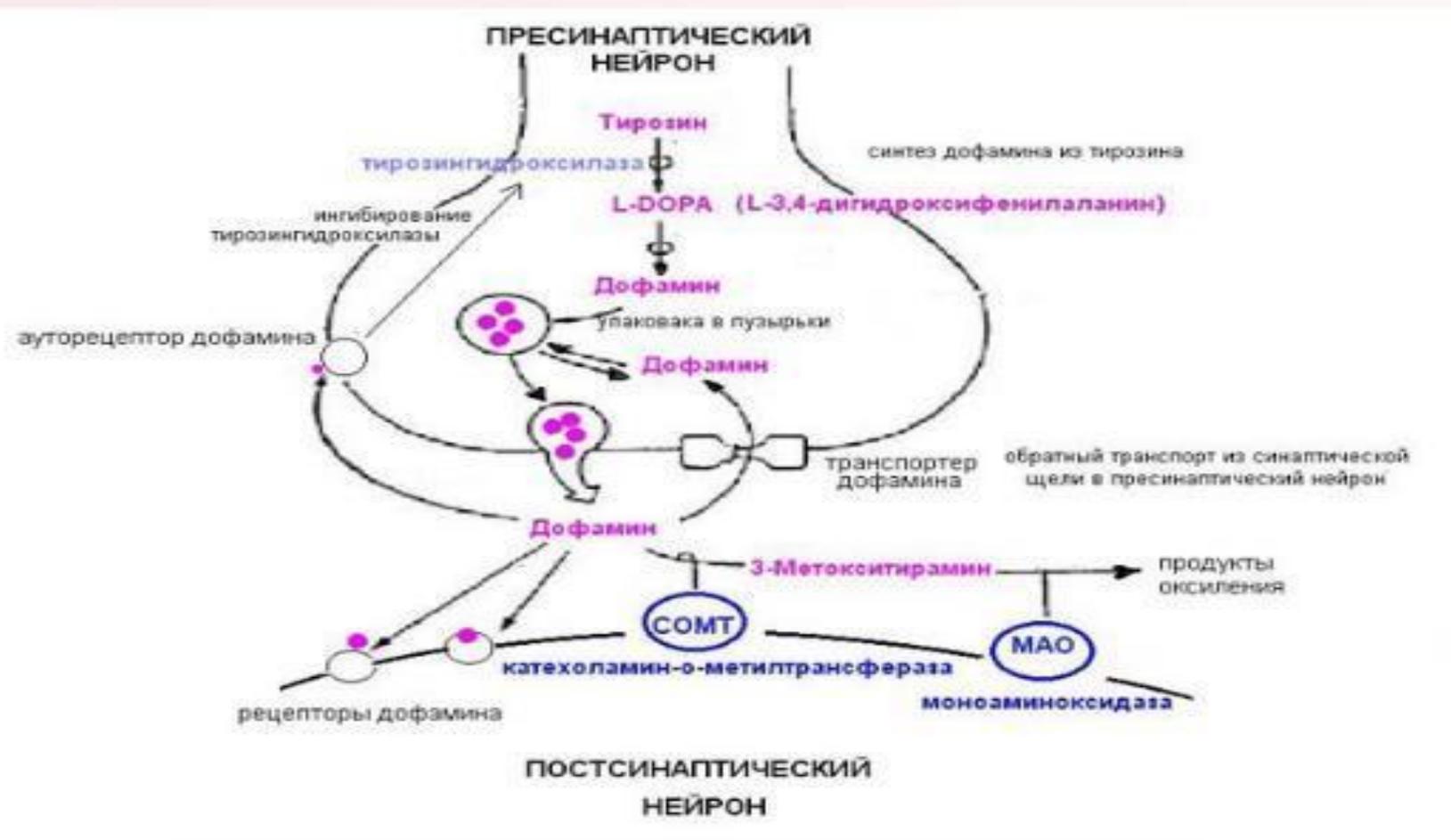
Непептидные нейромедиаторы

Нейромедиатор	Предшественник	Место синтеза	Нейромедиаторный эффект	
			Возбуждающий	Тормозной
Аденозин	АТФ	ЦНС, периферические нервы	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Адреналин	Тирозин	ЦНС, надпочечники	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Азота-оксид (NO)	Аргинин	ЦНС, сосуды, ЖКТ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Аспаргат		ЦНС	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ацетилхолин	Холин	ЦНС, парасимпатические нервы	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ГАМК (γ -аминомасляная кислота)	Глутамат	ЦНС	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Гистамин	Гистидин	Гипоталамус	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Глицин		ЦНС (стволовые нейроны), спинной мозг	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Глутамат		ЦНС	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Дофамин	Тирозин	ЦНС	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Норадреналин	Тирозин	ЦНС, симпатические нервы	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Серотонин (5-гидрокситриптамин, 5-НТ)	Триптофан	ЦНС, хромаффинные клетки желудка, <u>энтероциты</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

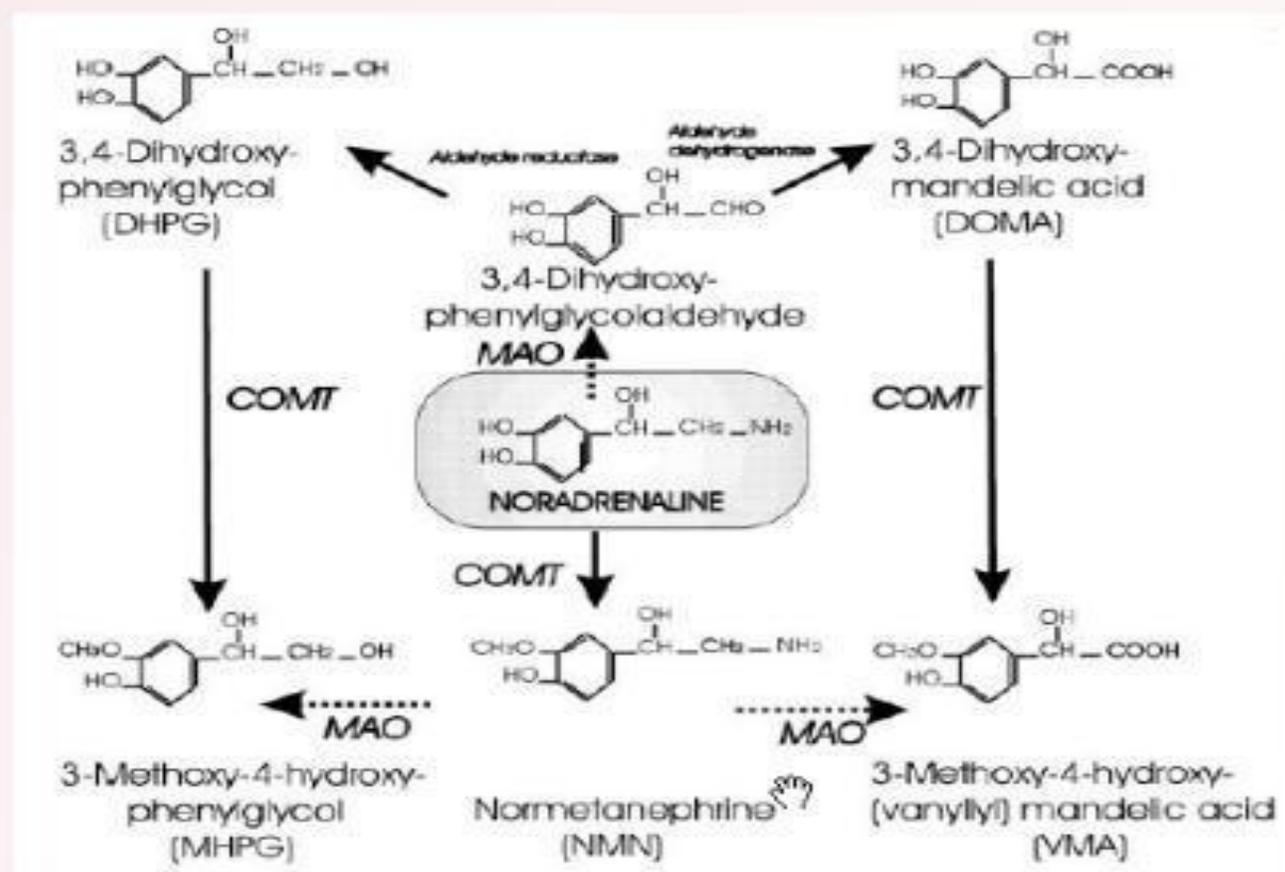
Инактивация катехоламинов

Фермент	Подтип	Локализация
Моноаминоксидаза (MAO)	A	Дофаминергические и норадренергические нейроны
	B	Серотонинергические нейроны, глия
Катехол-О-метил-трансфераза (COMT)	Высокая K_m	Глия
	Низкая K_m	Постсинаптическая мембрана дофаминергических нейронов
Фенолсульфо-трансфераза	M	Постсинаптическая мембрана дофаминергических нейронов

Инактивация дофамина в регуляции синаптической активности



Инактивация норадреналина



Инактивация дофамина в регуляции синаптической активности

