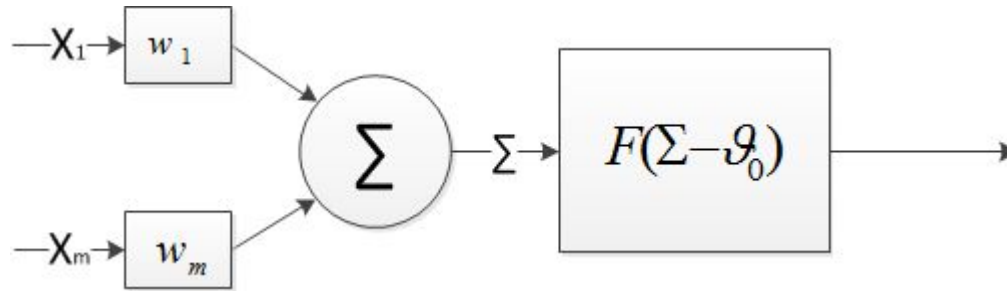
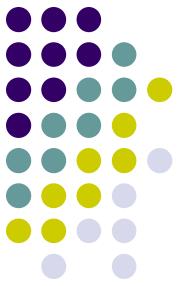


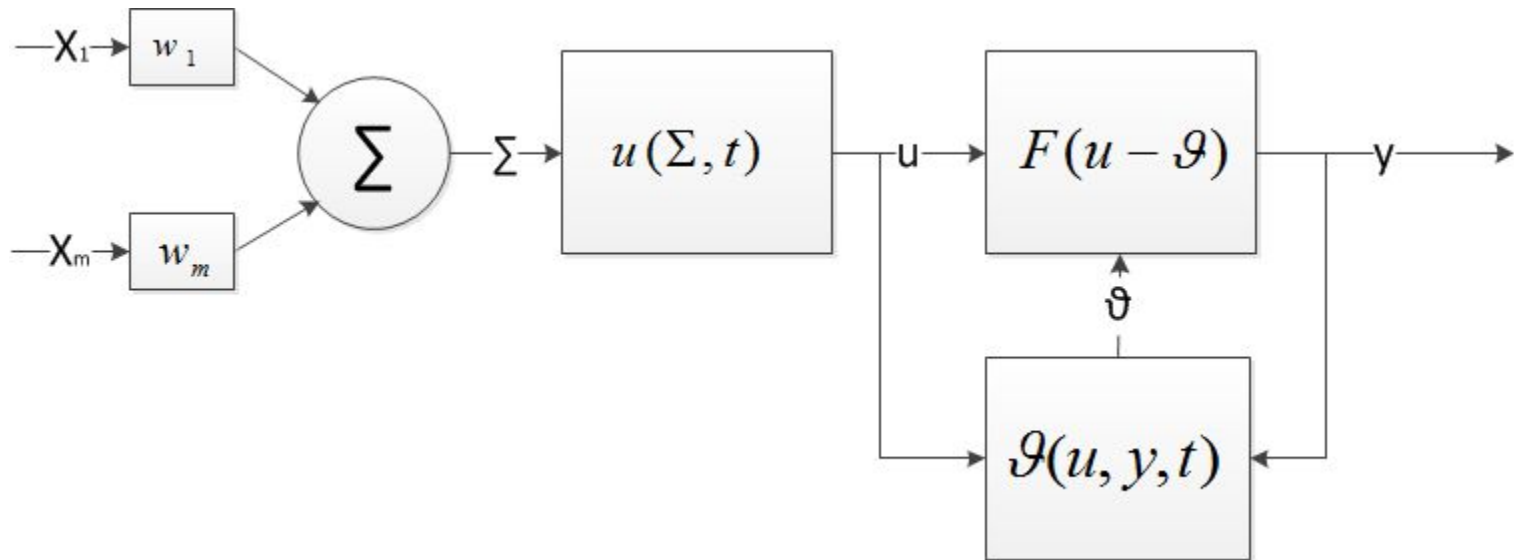
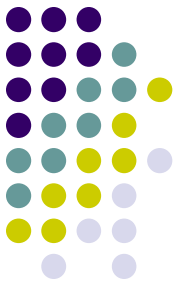
# Применение моделей нейронных структур управления мышечным сокращением в задачах управления манипулятором.

А.В. Бахшиев  
М.В. Алексеев

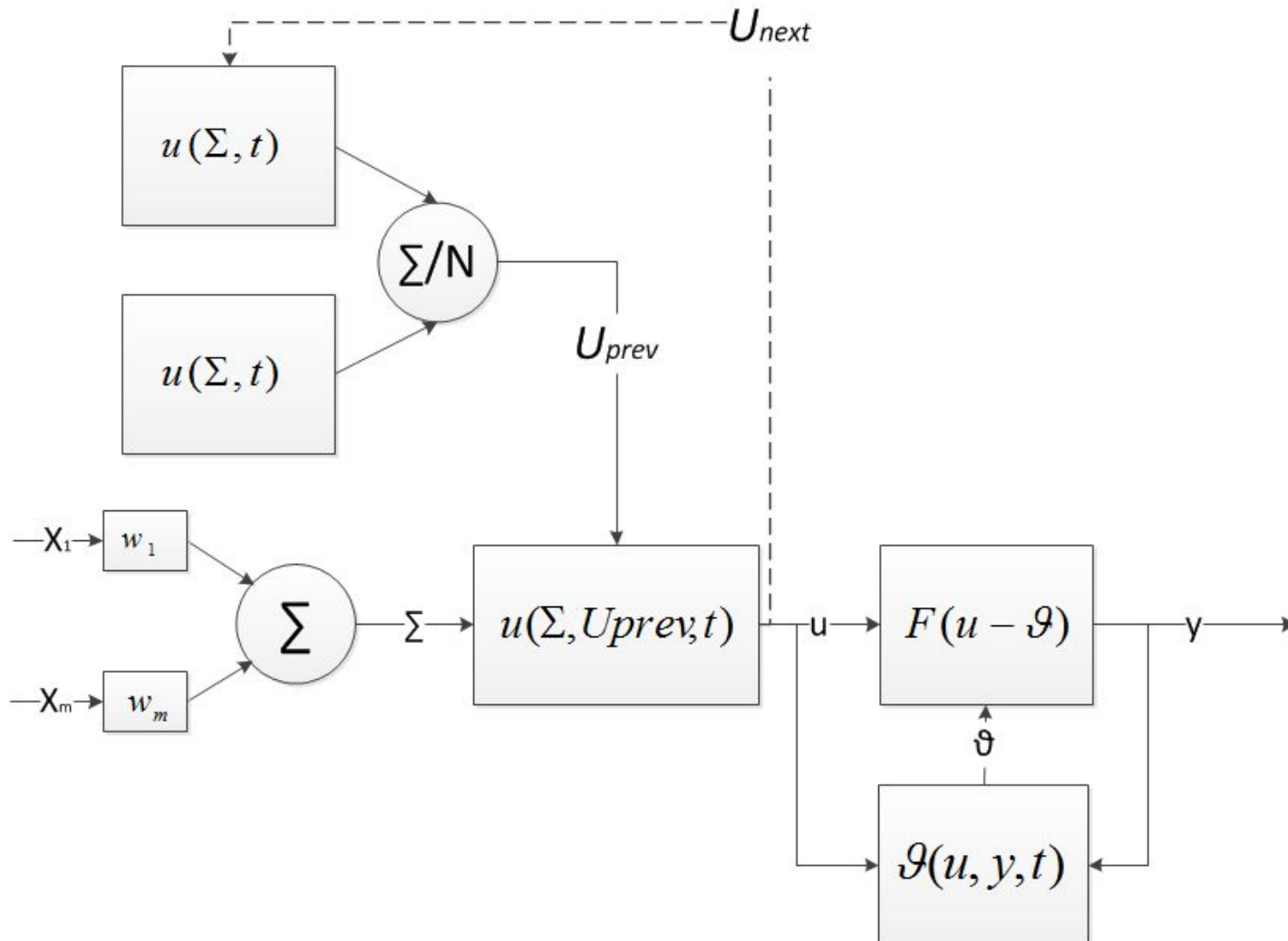
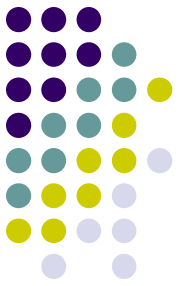
# Формальный нейрон



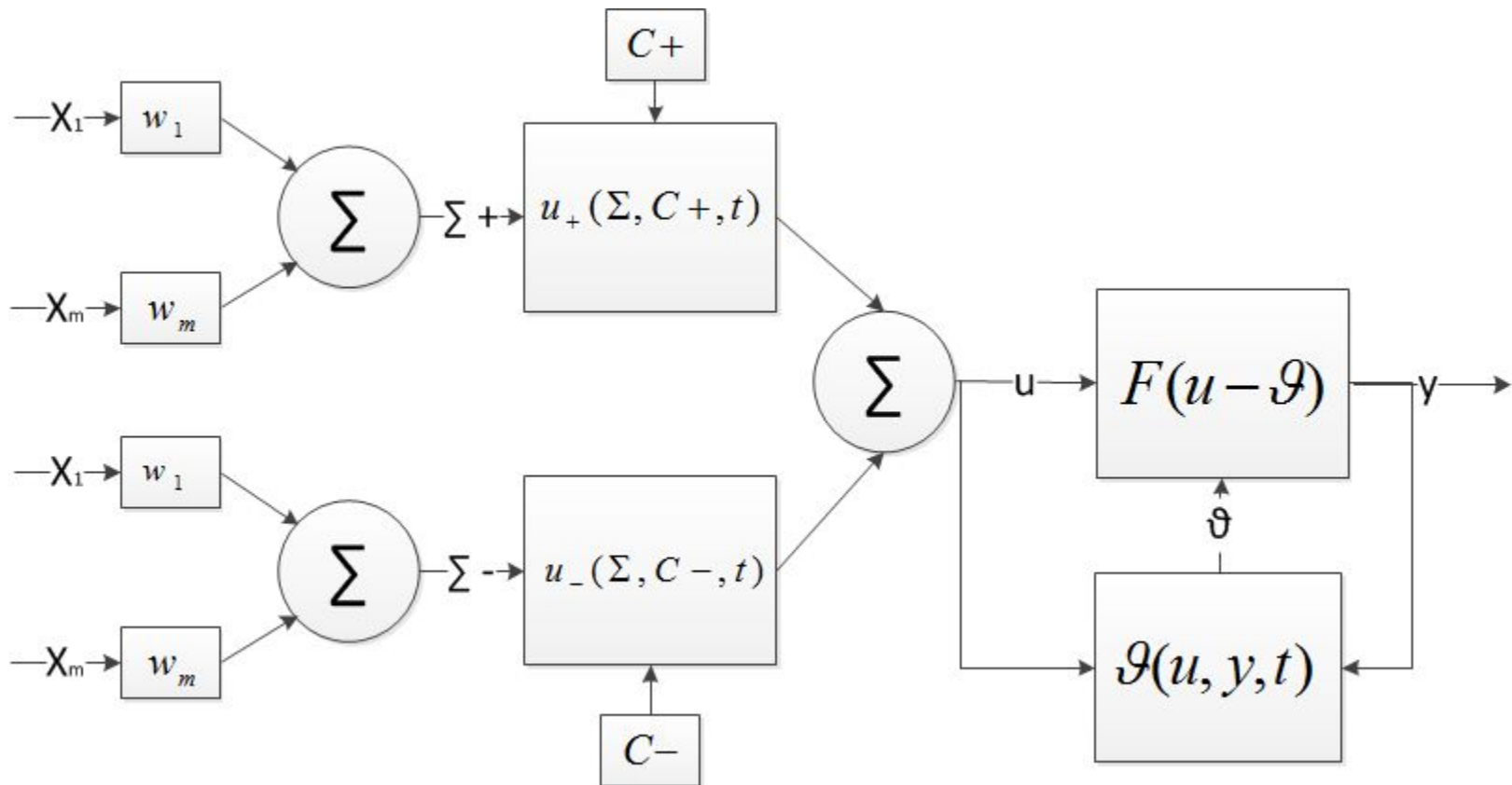
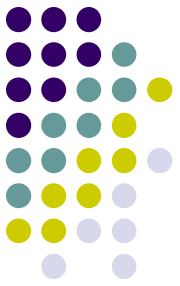
# Универсальная модель формального нейрона



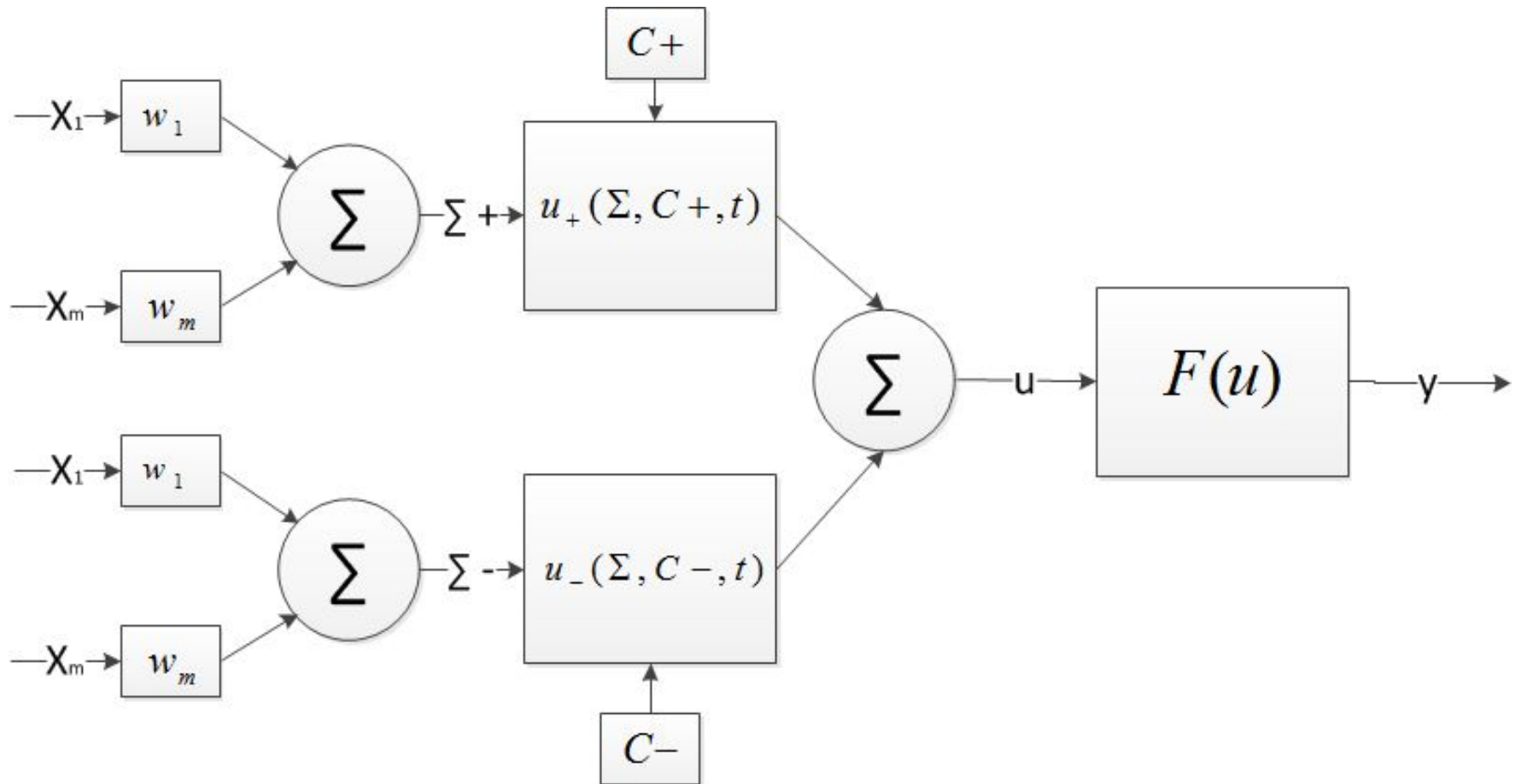
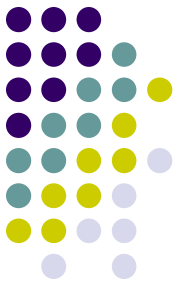
# Нейрон со структурной организацией мембраны



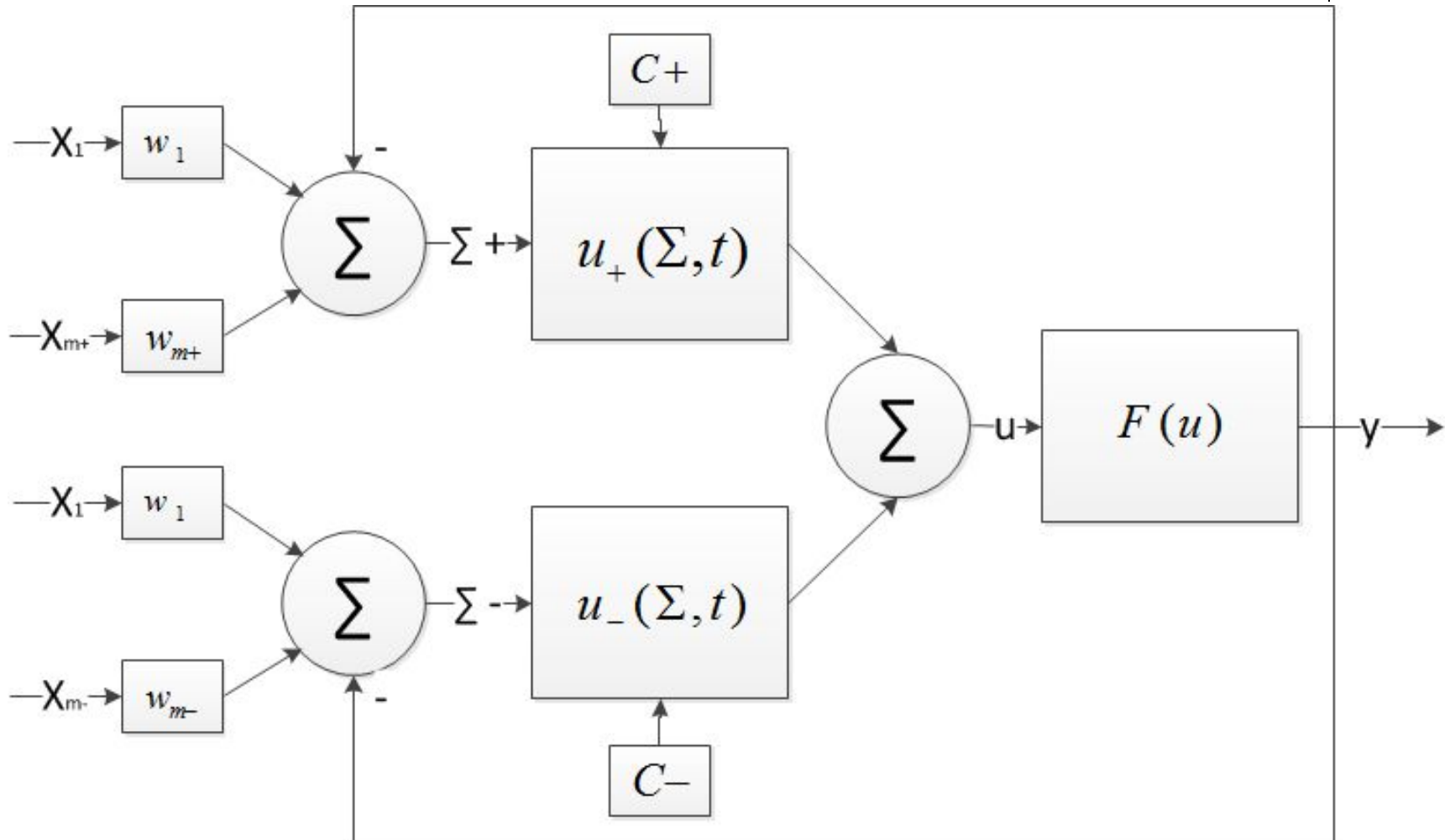
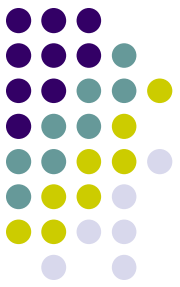
# Раздельное вычисление вкладов в мембранный потенциал



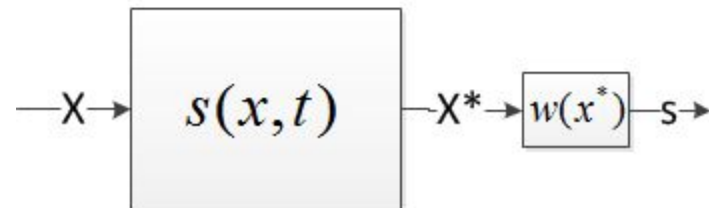
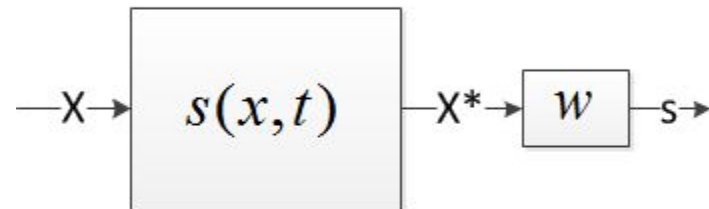
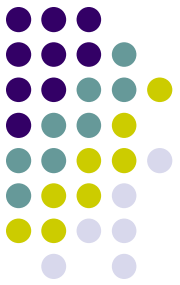
# Отказ от явного задания пороговой функции



# С ОС “перезаряда” мембраны



# Модель синапса

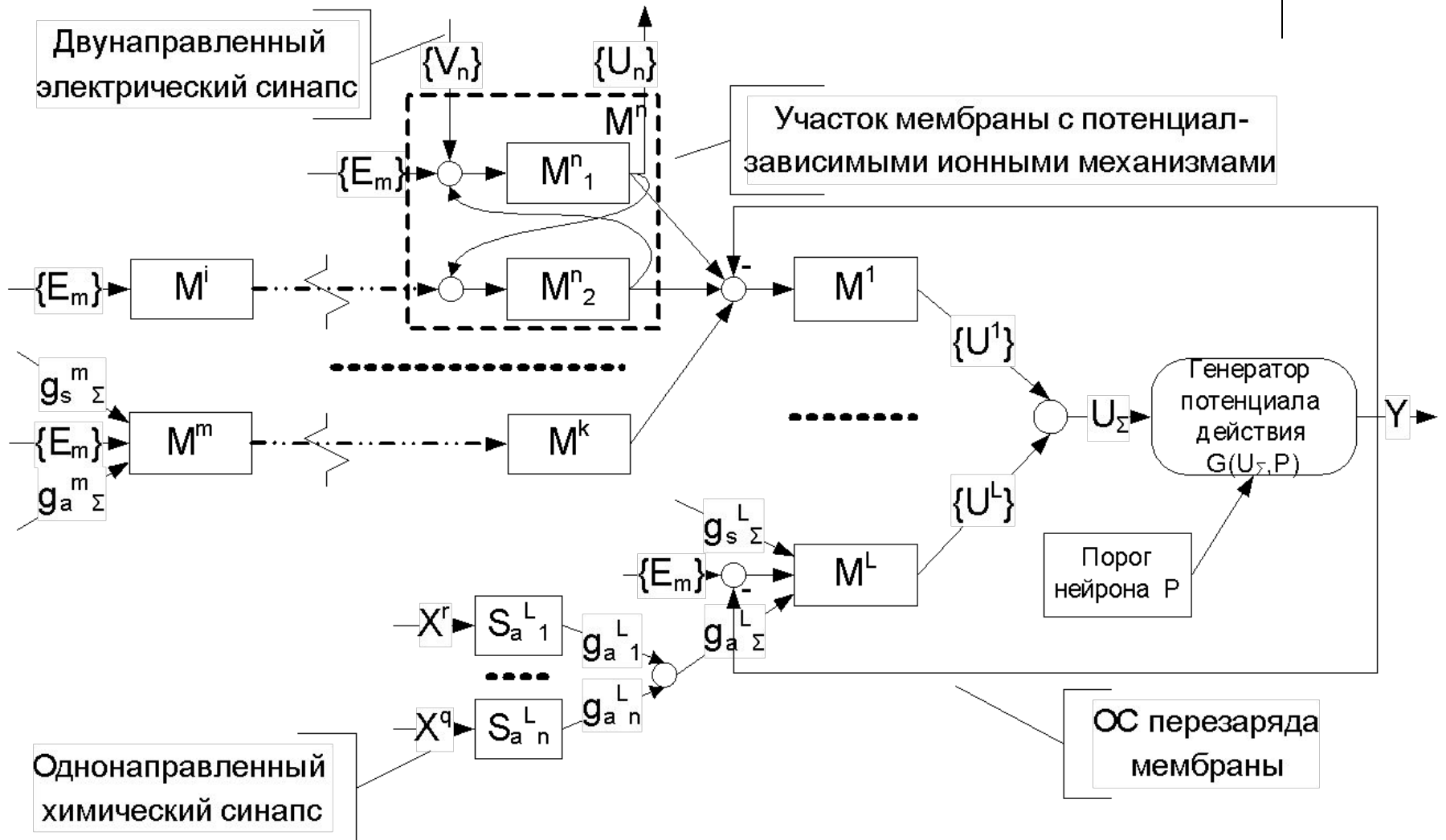
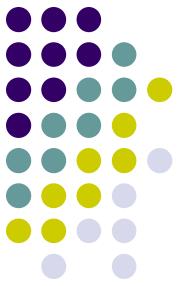




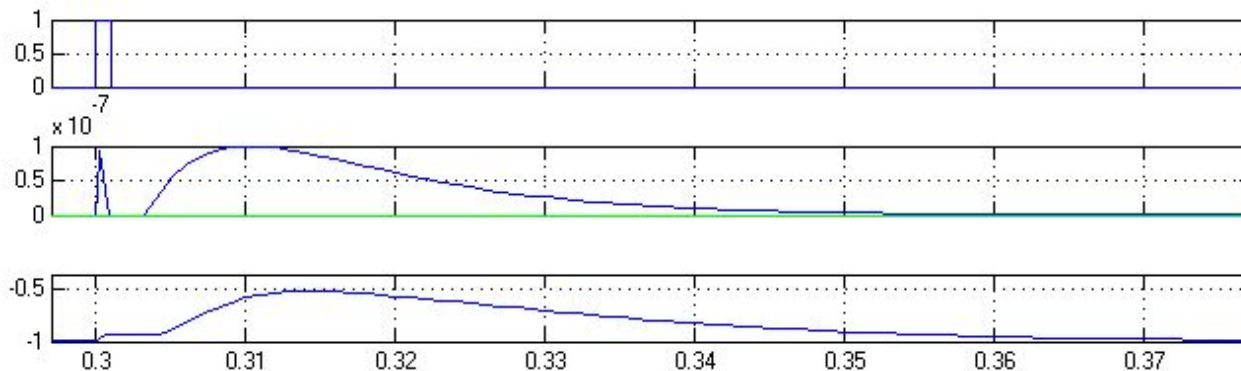
# Функциональная схема модели нейрона



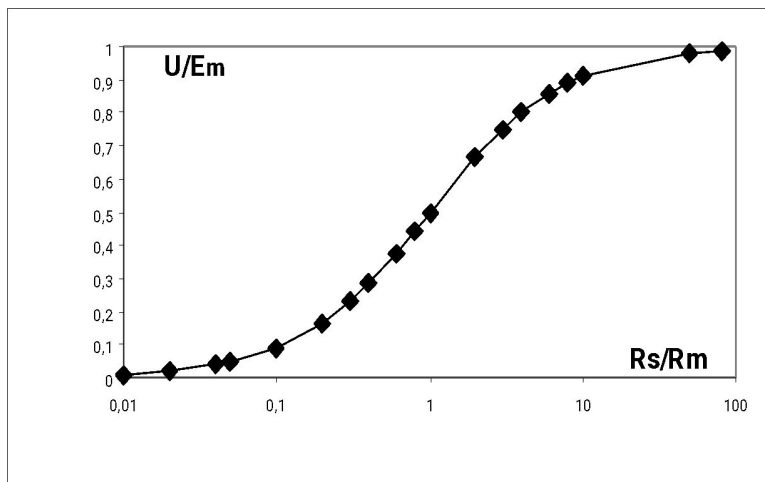
# Организация структуры мембраны нейрона



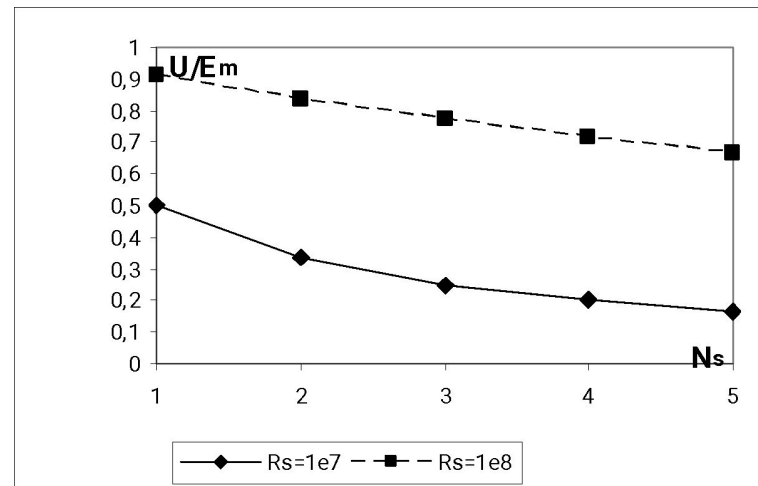
# Эффективность синаптической передачи



Влияние синапса на мембрану во времени

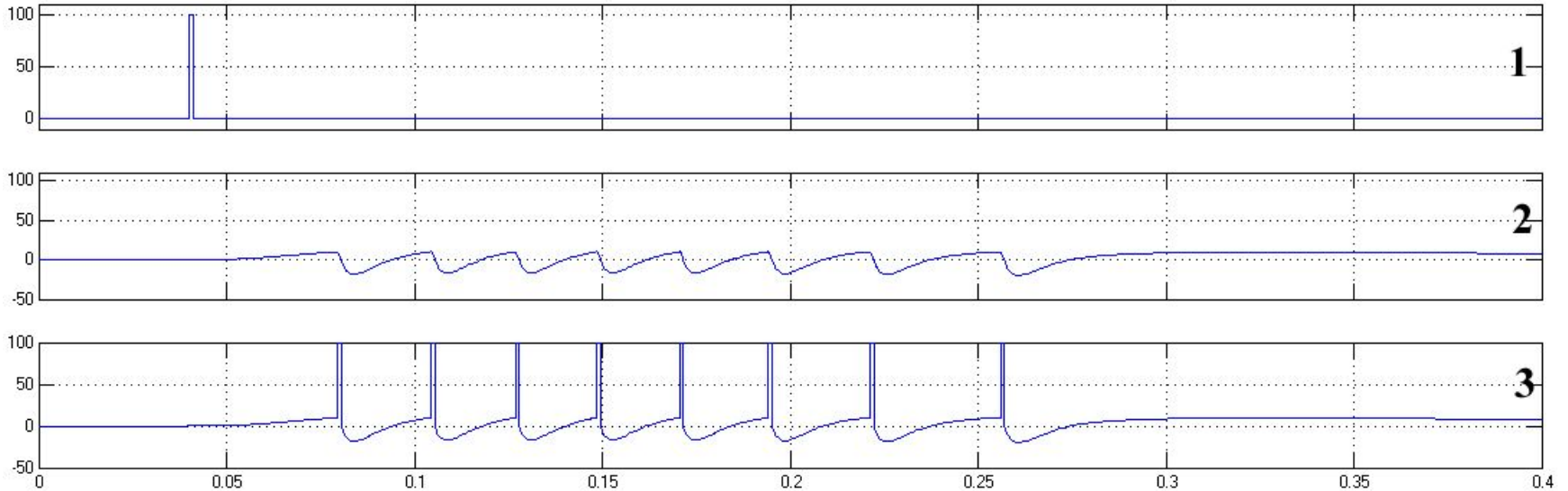
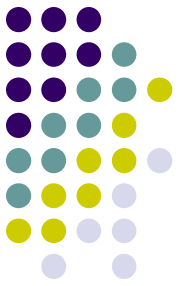


Зависимость эффективности от отношения сопротивлений



Зависимость эффективности от числа синапсов

# Простейшие реакции модели нейрона

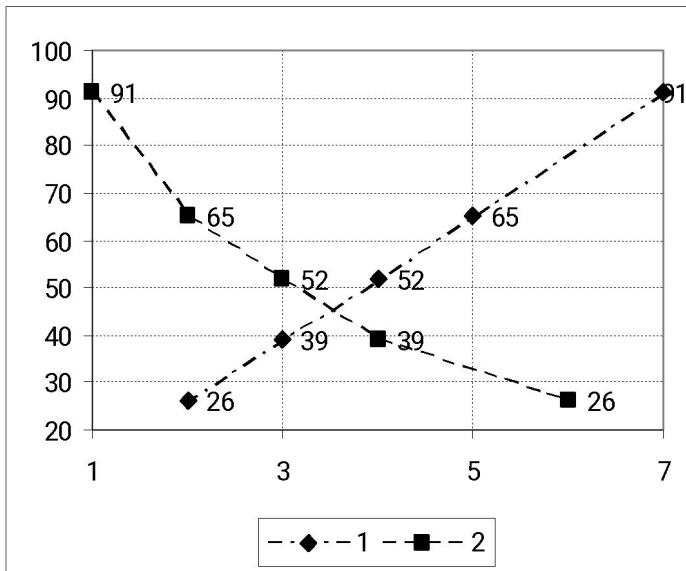


1 – возбуждающее воздействие

2 – внутриклеточный потенциал мембраны на генераторе потенциала действия

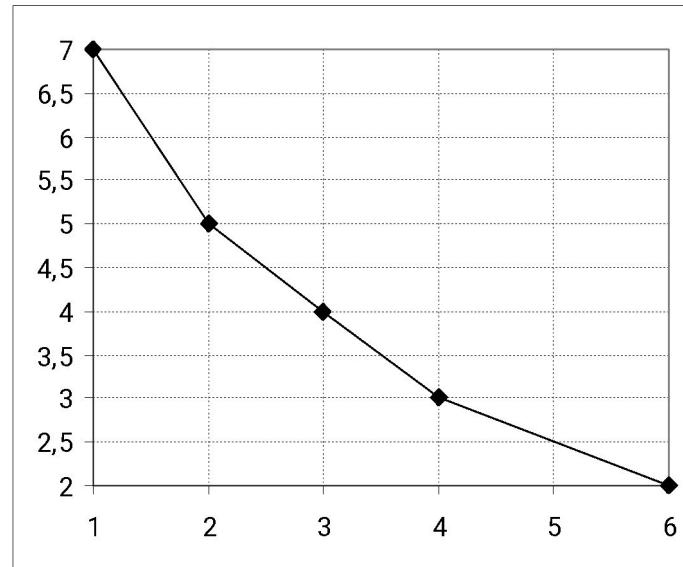
3 – ответы нейрона совмещенные с графиком внутриклеточного потенциала

# Частота разрядов нейрона в зависимости от размера



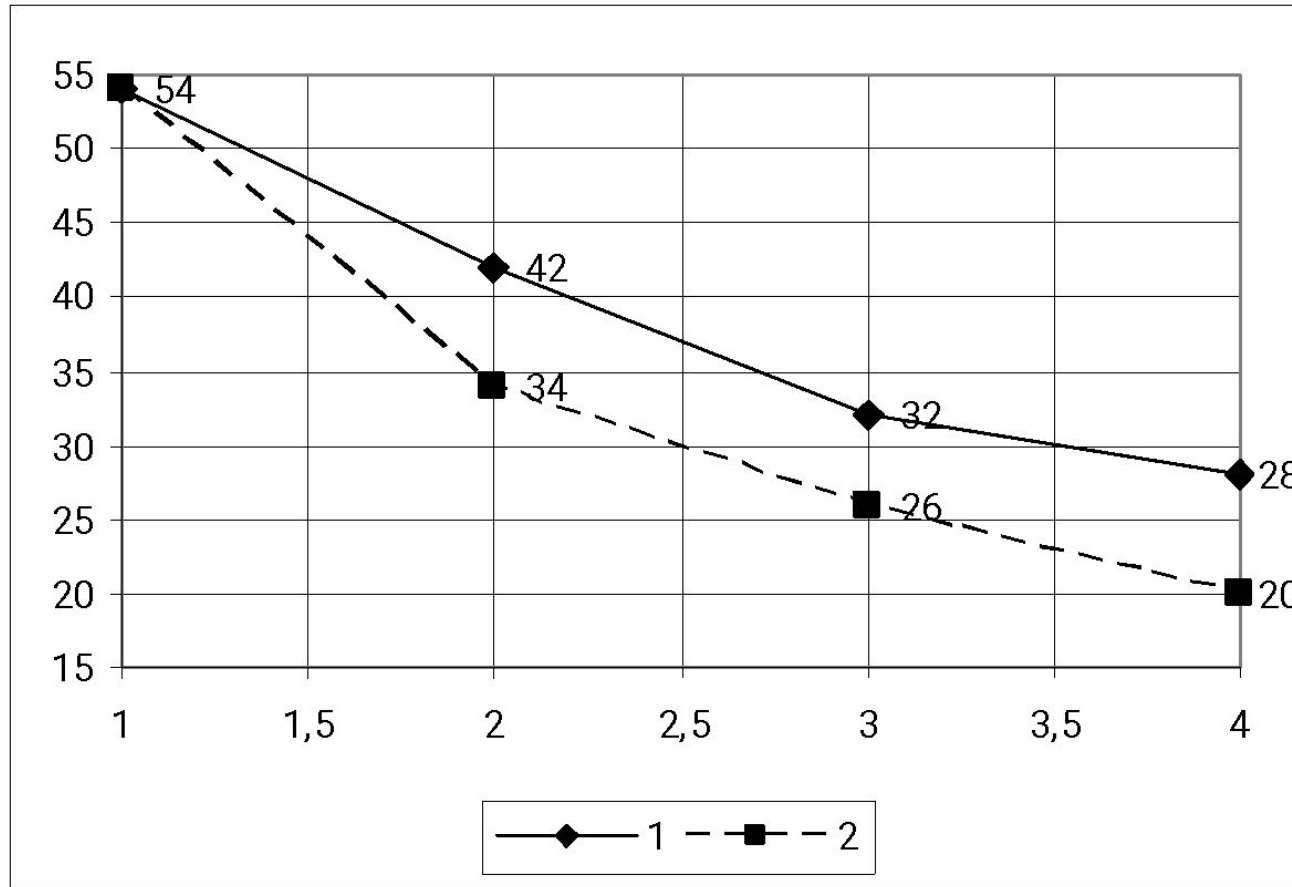
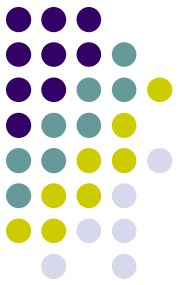
1 – зависимость средней частоты от числа импульсов в пачке

2 – зависимость средней частоты от числа участков сомы



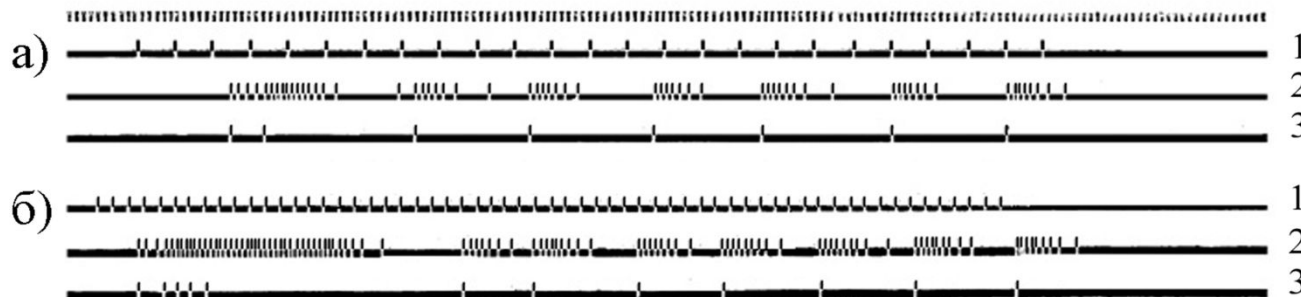
Зависимость числа импульсов в пачке от числа участков сомы

# Пейсмекерные нейроны



1 – частота разрядов нейрона от числа параллельных включений участков мембраны в сому  
2 – частота разрядов от глубины ОС

# Схема возвратного торможения на примере регуляции разрядов мотонейрона

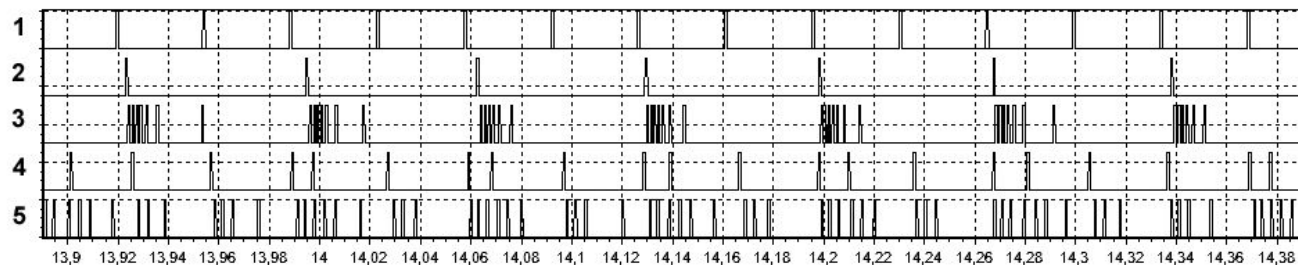
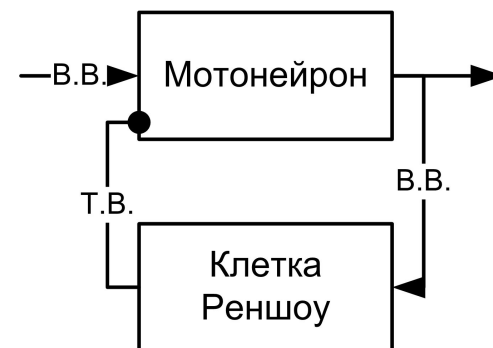


Записи импульсных потоков при исследовании взаимодействия мотонейрона и клетки Реншоу на частоте возбуждения мотонейрона 20 гц (а) и 50 гц (б).

1 – возбуждающий вход мотонейрона;

2 – разряды клетки Реншоу;

3 – импульсы на выходе мотонейрона. Вверху - отметка времени 10 мс.

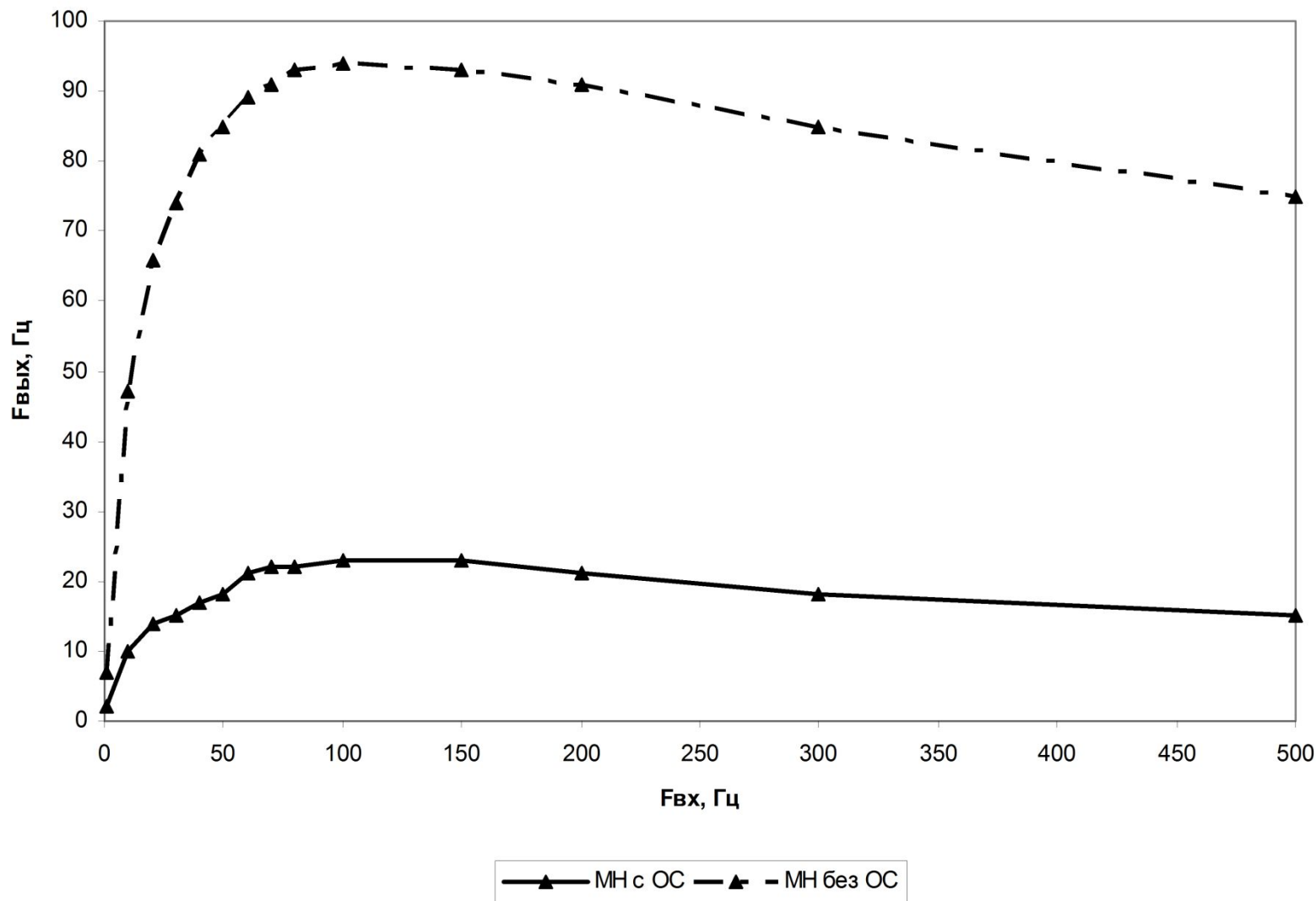


1 – Входной импульсный поток; 2 – реакции мотонейрона с включенной ОС;

3 – реакции клетки Реншоу с включенной ОС; 4 – реакции мотонейрона с

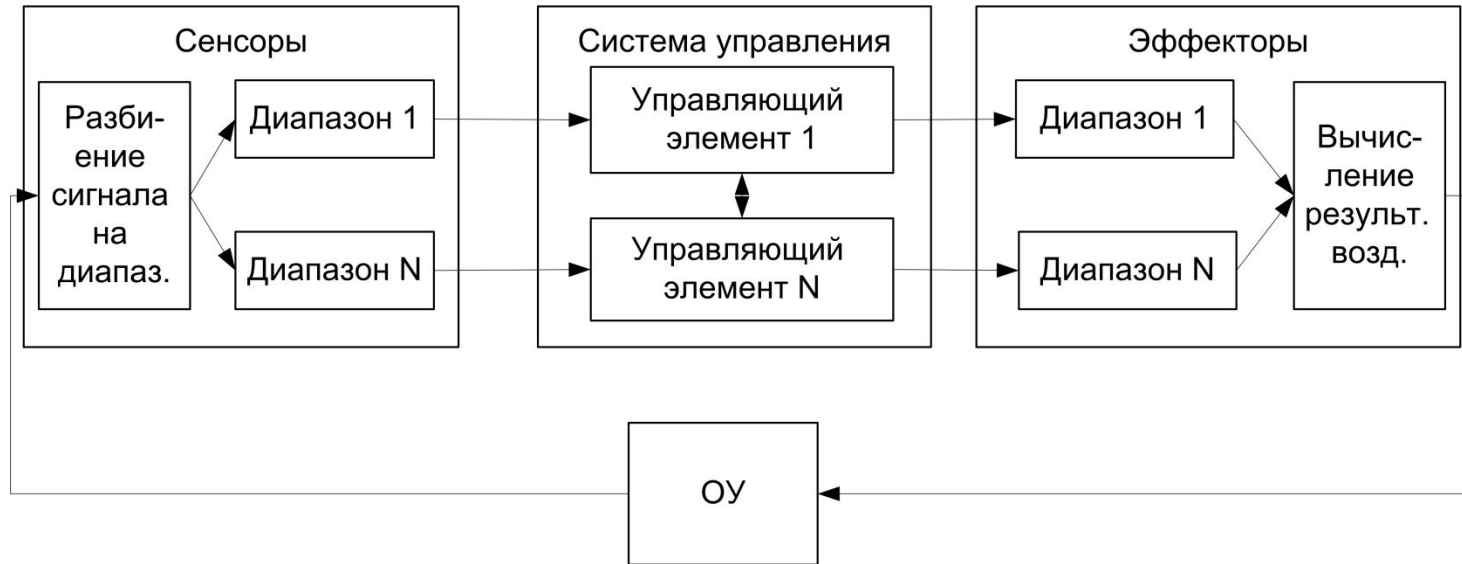
разорванной ОС; 5 – реакции клетки Реншоу с разорванной ОС.

# ЧЧХ мотонейрона с возвратным торможением и в его отсутствии

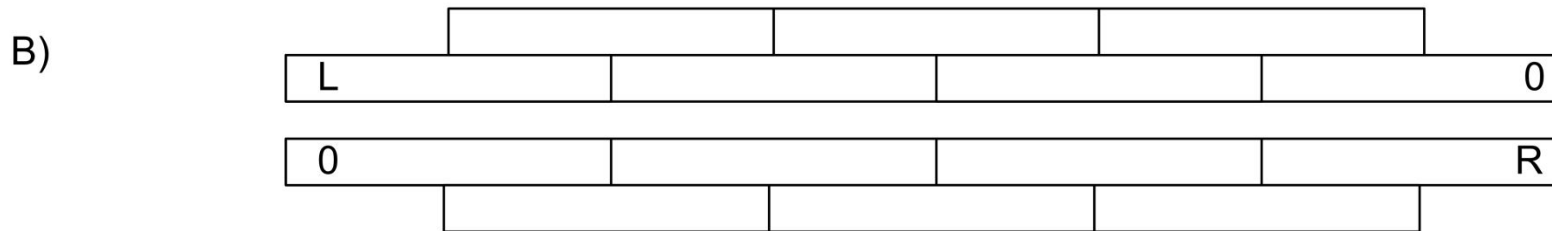
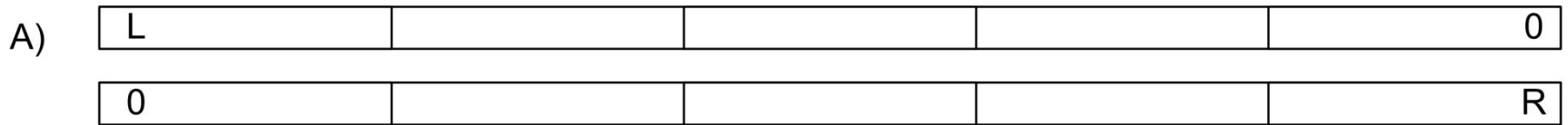
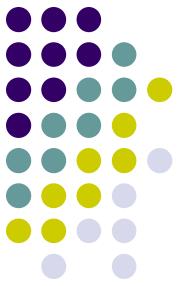




# Схема нейронной системы управления

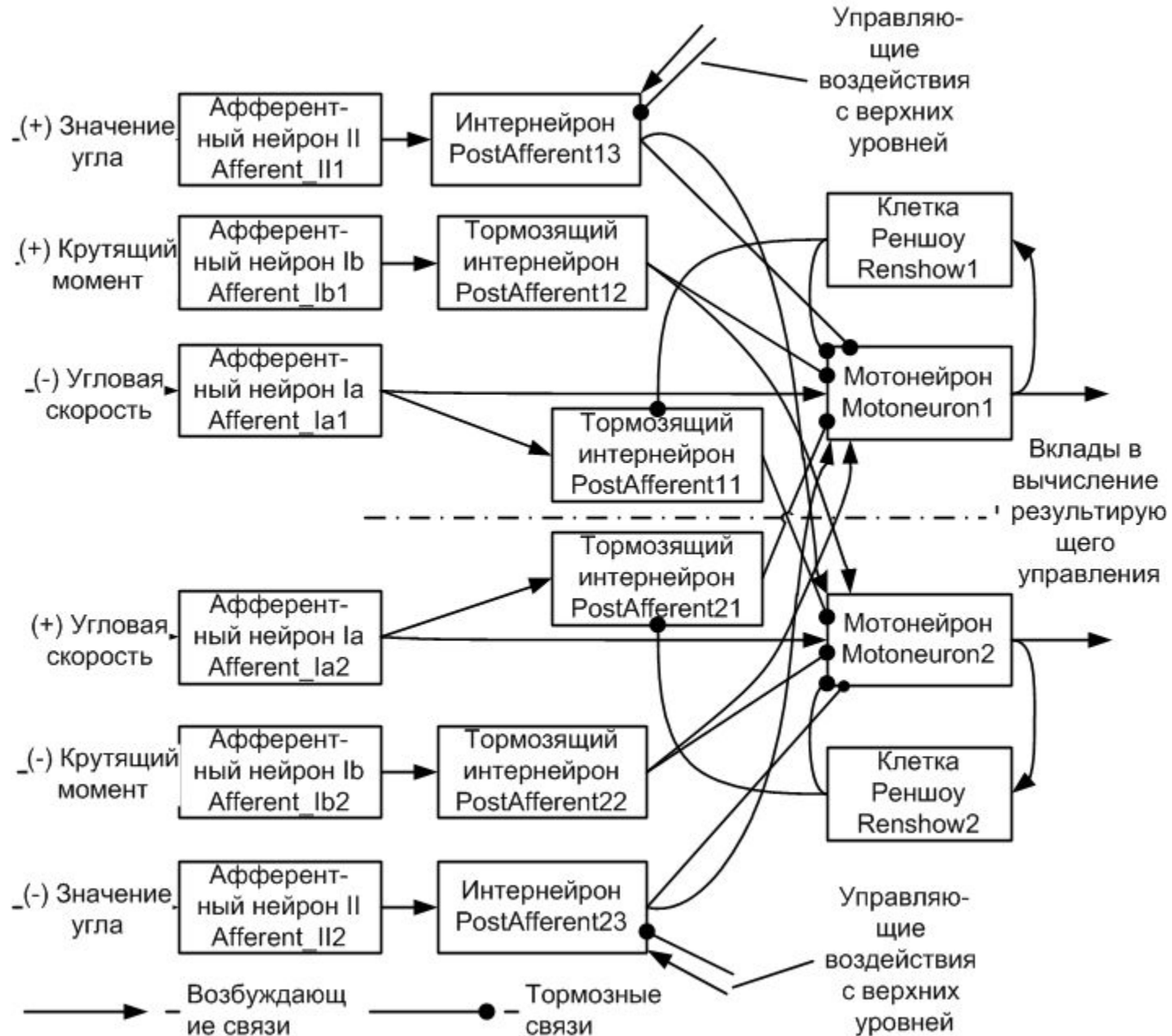
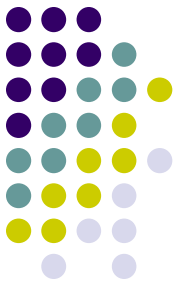


# Способы разделения сигналов с сенсора на диапазоны

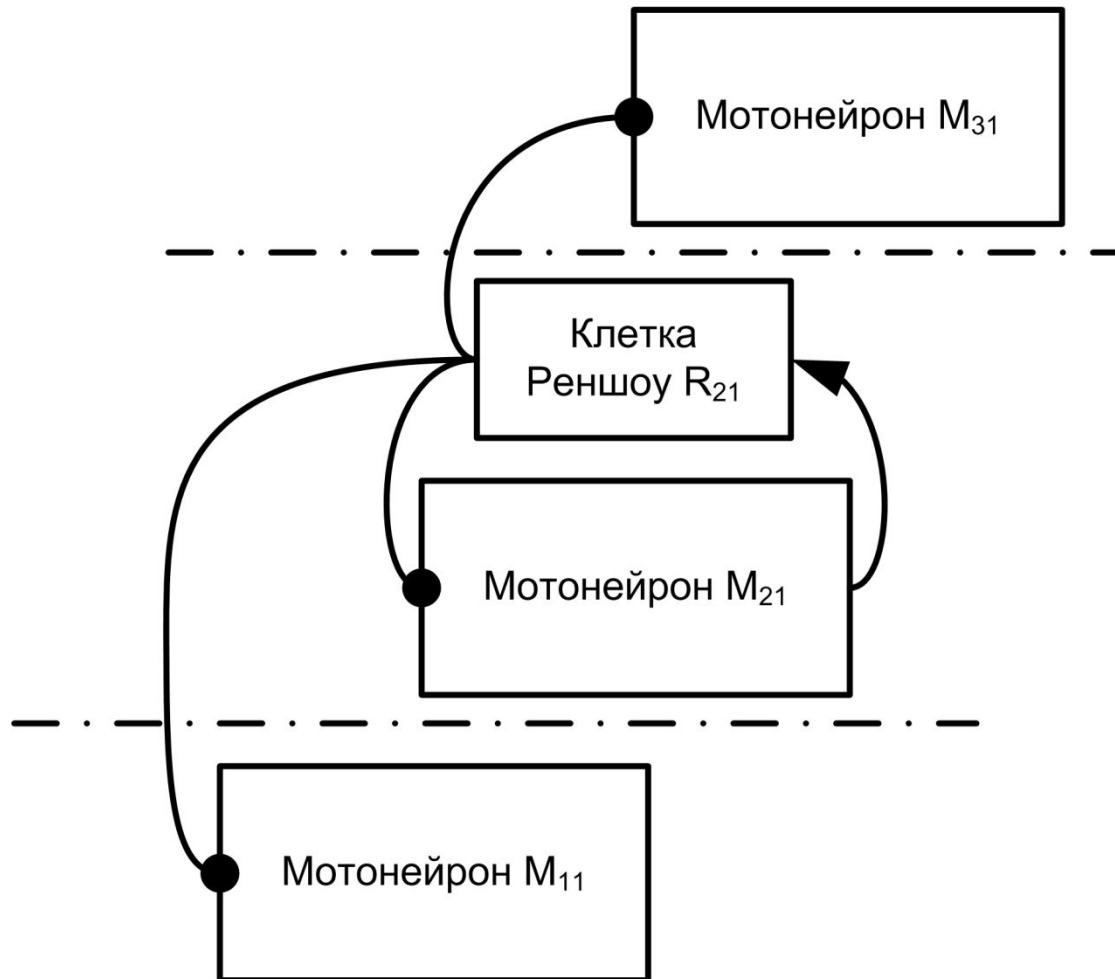
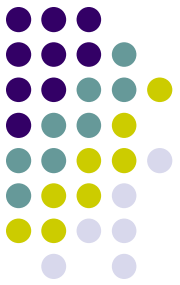


A – разбиение на  $N$  независимых диапазонов  
B – разбиение на  $N$  пересекающихся диапазонов

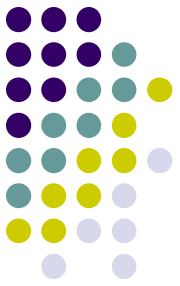
# Схема управляющего элемента



# Перекрестные тормозные связи

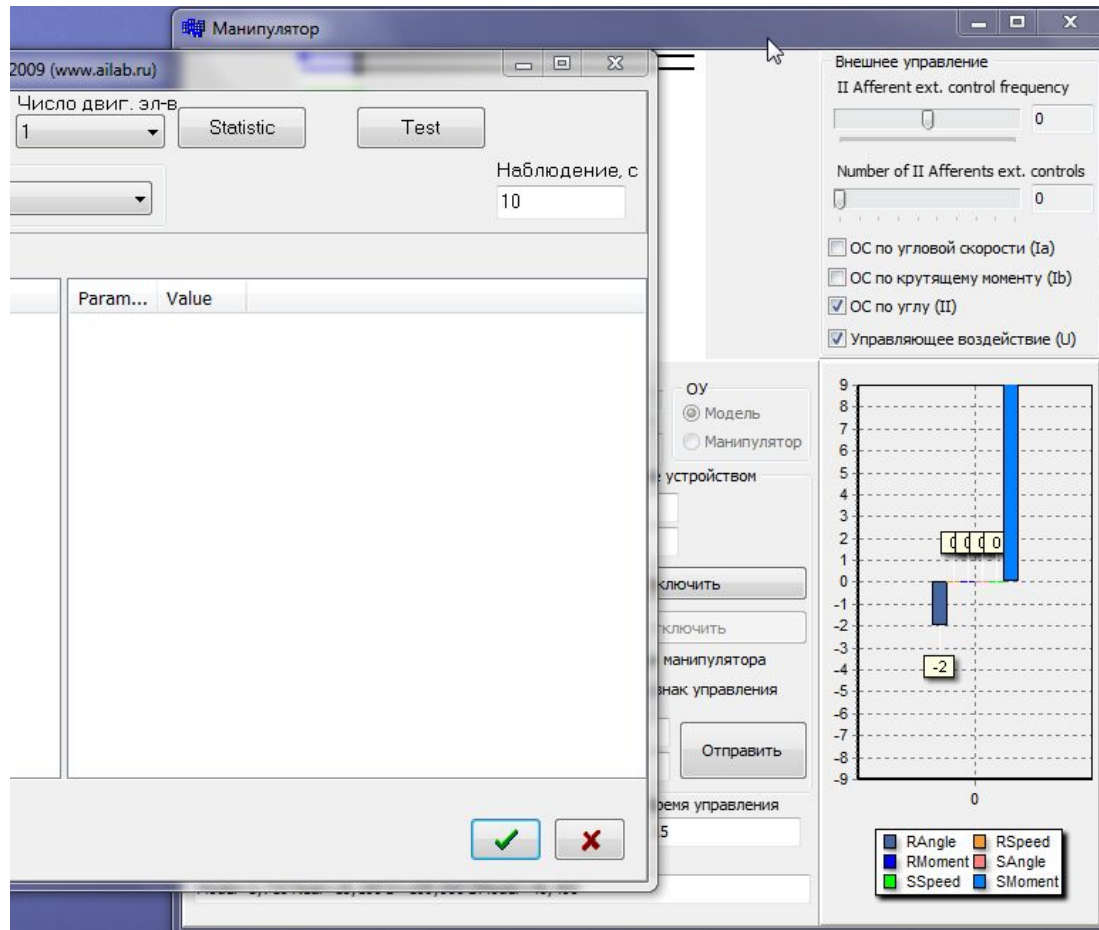
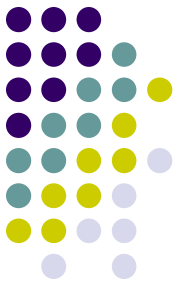


# Варианты структуры исследуемых СУ



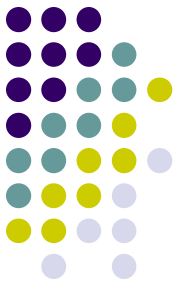
1. Рабочий диапазон сенсоров разбивался на непересекающиеся участки, перекрестные связи отсутствовали
2. Рабочий диапазон сенсоров разбивался на пересекающиеся участки, перекрестные связи отсутствовали
3. Рабочий диапазон сенсоров разбивался на непересекающиеся участки, включены перекрестные связи
4. Рабочий диапазон сенсоров разбивался на пересекающиеся участки, включены перекрестные связи

# Зависимость от числа упр. элементов без пер. связей



<http://www.youtube.com/watch?v=1ZrpbwBfQUc>

# Зависимость от числа упр. эл-в с перекр. связями



2009 (www.ailab.ru)

Число двиг. эл-в: 1

sslinks

Param...

Манипулятор

Внешнее управление  
II Afferent ext. control frequency: 0  
Number of II Afferents ext. controls: 0

ОС по угловой скорости (Ia)  
 ОС по крутящему моменту (Ib)  
 ОС по углу (II)  
 Управляющее воздействие (U)

Момент: 0

ОУ  
 Модель  
 Манипулятор

Множитель напряжения: 2,000  
Управление устройством  
COM: 7  
Servo: 1  
Включить  
Отключить

Время управления: 1,000  
 Эмуляция манипулятора  
 Сменить знак управления

Пост. времени разряда PАС: 0,010  
Va: 30  
Vd: 30  
Отправить

Пост. времени заряда PАС: 0,001

Выходы двигателя: Напряжение, Время управления

Выходы двигателя

472,5 540 547,5 555 460

0 1 2 3 4 5

■ RAngle ■ RSpeed  
■ RMoment ■ SAngle  
■ SSpeed ■ SMoment

<http://www.youtube.com/watch?v=X51i0czvN2A>

# Управление по углу, скорости и моменту



Манипулятор

Внешнее управление  
II Afferent ext. control frequency: 0  
Number of II Afferents ext. controls: 0

OC по угловой скорости (Ia)  
 OC по крутящему моменту (Ib)  
 OC по углу (II)  
 Управляющее воздействие (U)

Момент: 0,000  
Управление устройством  
COM: 7  
Servo: 1  
Включить  
Отключить  
 Эмуляция манипулятора  
 Сменить знак управления  
Va: 30  
Vd: 30  
Отправить

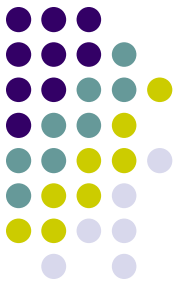
Выходы двигателя: [Ia=0,000 : Ib=-2,360 : II=0, 120]  
Напряжение: -6,890 -> -35,100  
Время управления: 0  
Выходы двигателя: Model=3,900 Real=19,000 D=109,000 DModel=139,000

График: Y-axis from -9 to 9, X-axis with 0. Legend: RAngle, RSpeed, RMoment, SAngle, SSpeed, SMoment.

<http://www.youtube.com/watch?v=fgmSFKwxpcY>



# Внешнее управление по углу



Манипулятор

Внешнее управление

II Afferent ext. control frequency: 0,000

Number of II Afferents ext. controls: 0

OC по угловой скорости (Ia)

OC по крутящему моменту (Ib)

OC по углу (II)

Управляющее воздействие (U)

Момент: 0,000

Управление устройством

COM: 7

Servo: 1

Включить

Отключить

Эмуляция манипулятора

Сменить знак управления

Va: 30

Vd: 30

Отправить

Выходы двигателя

[Ia=0,234 : Ib=0,715 : II=0,026]

Напряжение: -11,600 -> -178,000

Время управления: 15

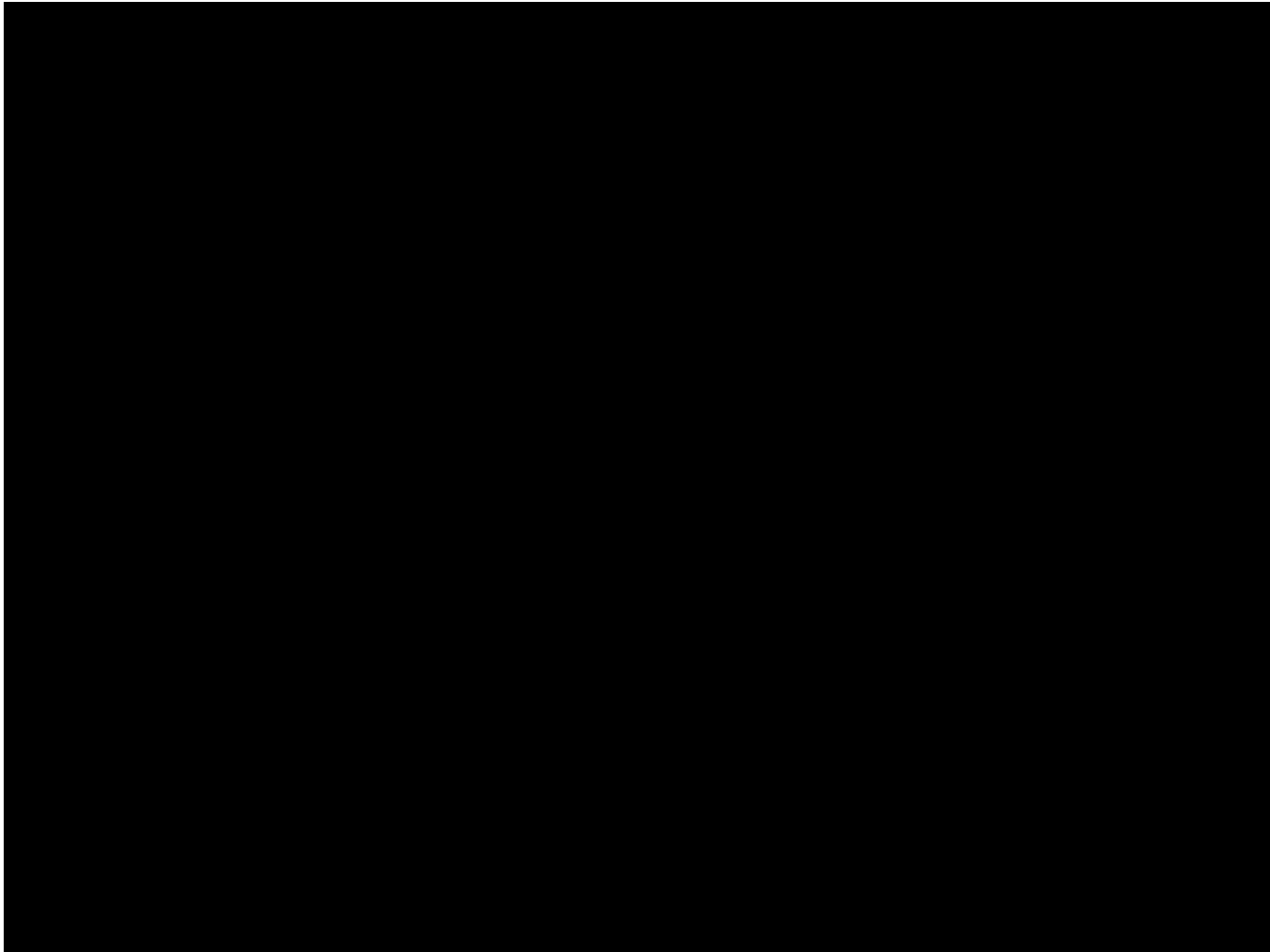
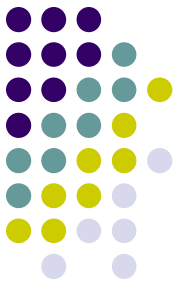
Выходы двигателя

Model=34,000 Real=57,400 D=109,000 DModel=0,000

График: RAngle, RSpeed, RMoment, SAngle, SSpeed, SMoment

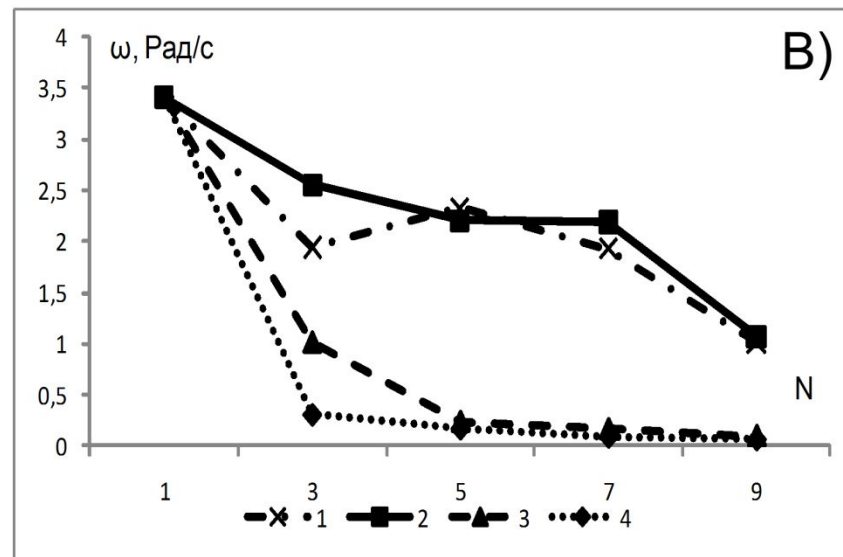
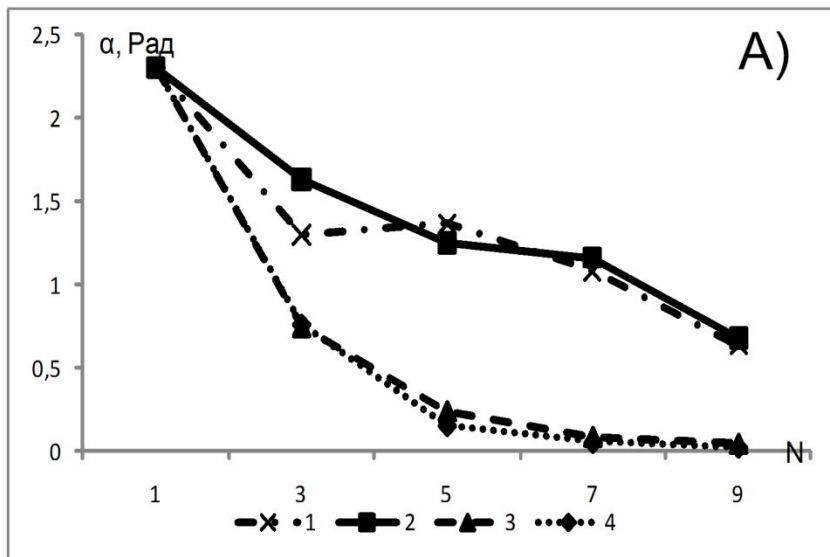
<http://www.youtube.com/watch?v=uwDIIYLvJ2k>

# Управление звеном манипулятора



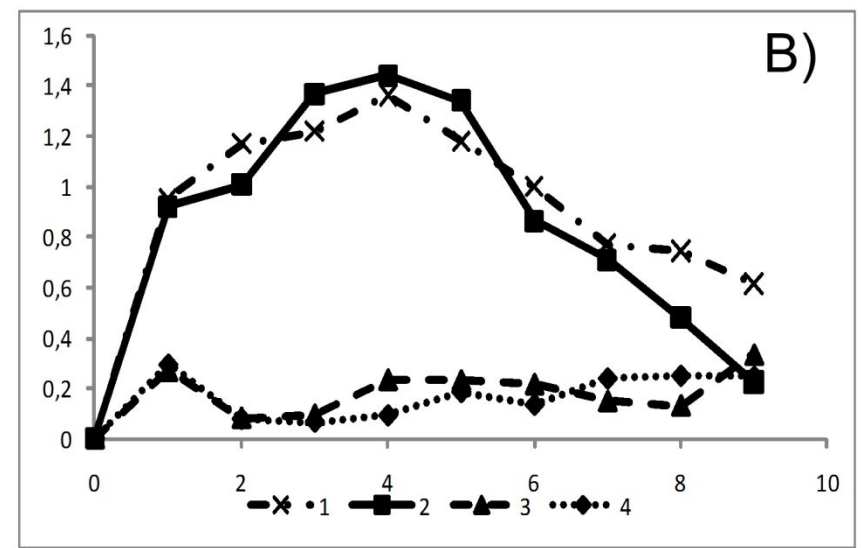
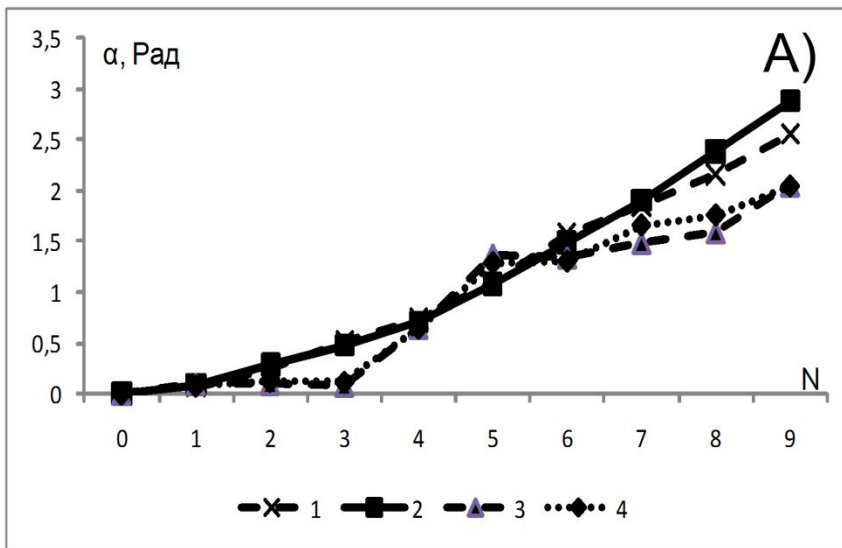
<http://www.youtube.com/watch?v=cBVxJa0Rq1k>

# Зависимость амплитуды и скорости периодических колебаний звена около положения равновесия под действием внешних сил



A) – графики амплитуды B) – графики угловой скорости

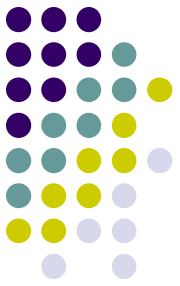
# Зависимость угла позиционирования звена и погрешности от числа управляющих элементов, активированных с верхнего уровня



A) – положение

B) – амплитуды колебания вокруг положения равновесия

# Перспективы применения



- Создание прямых интерфейсов технических систем с НС живых организмов
- Разработка адаптивных систем управления устойчивых к изменению характеристик объекта управления
- Разработка систем управления, воспроизводящих замкнутую цепь обработки информации от сенсоров к эффекторам, присущую живым организмам

# Направления дальнейших исследований



- Создание модели многозвенного манипулятора и разработка системы управления на моделях естественных нейронов.
- Включение в разработанную систему управления модель системы зрения и разработка контура управления «глаз-рука».