

ИНФОРМАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ

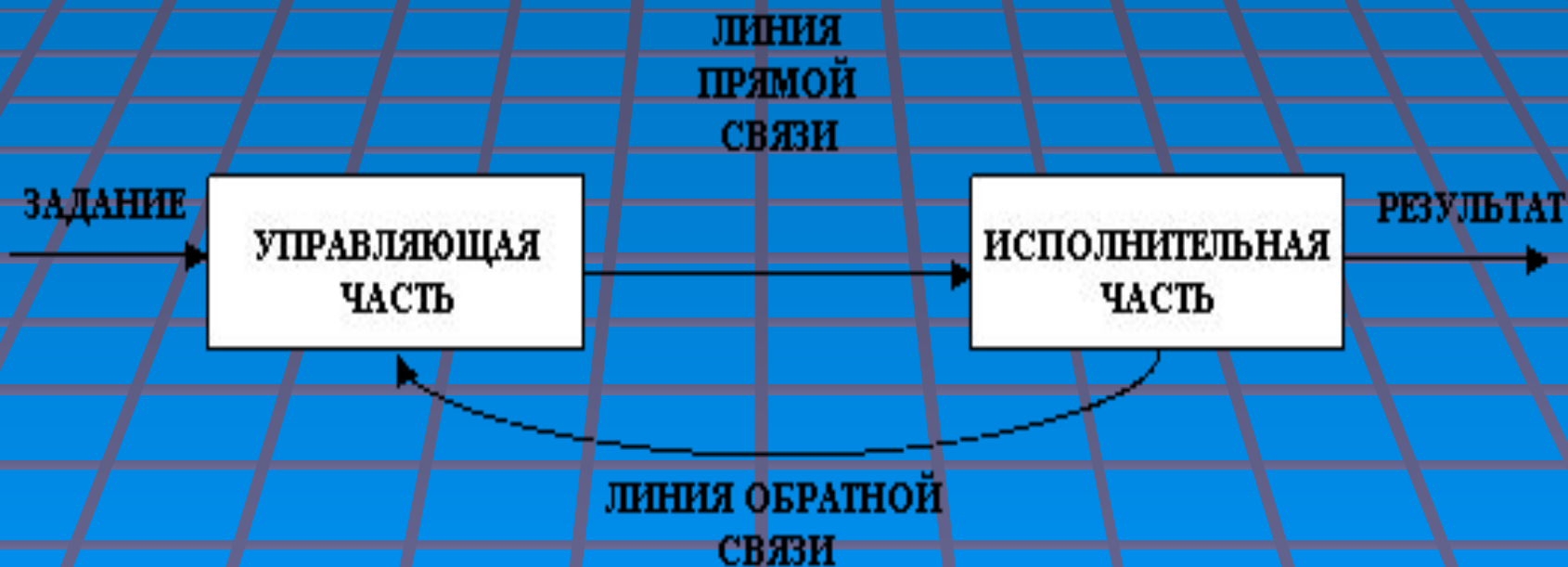
Тема 7

Управление и регулирование в ЖИВЫХ СИСТЕМАХ

Формулировка понятий

- Для того, чтобы живые системы могли целенаправленно менять своё поведение или корректировать внутренние процессы, необходимо иметь механизмы управления (регулирования) или самоуправления (саморегулирования).
- *Управление – это осуществление направленного воздействия на управляемый объект в соответствии с имеющейся программой или целью. (Рисунок)*
- **Более конкретно**, управление – это определённое воздействие на объект для достижения нужной цели.
- Регулирование – понятие близкое к управлению, но более конкретное и узкое с

Схема управления



Формулировка понятий

- *Управление (само-) – функция организованных систем различной природы (технических, биологических, социальных), обеспечивающая сохранение их определённой структуры, поддержание нужного режима деятельности, реализацию их программ и целей.*
- *Регулирование (само-) – вариант автоматического управления, заключающийся в поддержании на постоянном уровне или изменении по требуемому закону некоторой физической, (биологической, экономической социальной) величины, характеризующей регулируемую переменную.*

Схема управления

- Схема управления (регулирования) объектами различной природы и сложности является общей как для неорганического, так и органического мира.
- Во всякой системе есть управляющее устройство (регулятор), объект управления (регулируемый объект) и линия (канал) связи для передачи управляющих сигналов (команд) от регулятора к регулируемому объекту.
- **Регулятор....канал связирегулируемый объект**

Схемы саморегулирования в ЖИВЫХ СИСТЕМАХ

- Биологические объекты относятся к саморегулируемым системам.
- *Саморегулируемые – это такие системы, которые обладают способностью поддерживать своё состояние или режим функционирования на определённом заданном уровне при непредвиденных внешних воздействиях.*
- Теория автоматического регулирования, которая в том числе изучает и саморегулирование, выделяет 2 основных способа регулирования: а) *регулирование по возмущению*, б) *регулирование по отклонению*

Регулирование по возмущению, принцип Понселе

- Система регулирования по возмущению *позволяет устранять результаты* непредвиденного внешнего воздействия на систему с *целью сохранить* заданный режим функционирования. Для этого система должна содержать в своей памяти информацию о возможных последствиях таких возмущений, чтобы скорректировать управляющее воздействие (схема).
- Примером регулирования по возмущению является система терморегуляции организма.. Она основана на сигналах от кожных терморецепторов об изменении температуры окружающего пространства.

Схема регулирования по возмущению



Регулирование по отклонению, принцип Ползунова

- В случае регулирования по отклонению управляющая часть вырабатывает команды, вызывающие в системе изменения, компенсирующие отклонения от заданного режима функционирования системы (схема).
- Датчик передаёт по каналу обратной связи сведения о режиме функционирования системы в аппарат сравнения выходного параметра с заданным. В случае рассогласования управляющее устройство вырабатывает команду на устранение отклонения.
- Системы, регулируемые по отклонению, обладают чрезвычайно важным для биологических объектов свойством – гомеостатичностью.
- В живых системах большинство показателей имеют значения в узком диапазоне физиологических значений. Это поддерживается благодаря именно регуляции по отклонению.

Схема регулирования по отклонению



Эволюция систем регулирования

- Р.Ф. Абдеев. Философия информационной цивилизации. М:1994
- Механизм управления в окончательном виде появился не изначально. Он возник и эволюционировал параллельно с развитием неорганического и органического мира.
- 1) Между объектами всегда существовали физические взаимодействия, которые обуславливали элементарные формы отражения (1.....2). Это являлось необходимой предпосылкой возникновения управления. (рис 0)

Эволюция систем управления

- Далее возник простейший замкнутый контур с обратной связью на уровне простейшего регулятора с реакцией на текущие возмущающие воздействия. Появилась цель – самосохранение системы.(рис1)
- На следующем этапе возникли некоторые промежуточные варианты управления. Они характеризовались наличием контура с программируемым характером воздействия управляющего звена на объект управления с сохранением его устойчивости.(рис2)

Эволюция систем управления

- И наконец возник механизм управления самоорганизующихся систем. В нём появляются элементы 2-го контура или полностью 2-й контур, включающий накопленный тезаурус (память), связанную прямыми и обратными связями с управляющим устройством.(рис3)

2-контурный механизм управления.

- Рисунок 4

Обратные связи.

- Обратная связь передаёт информацию о результате функционирования управляемой системы в управляющее устройство.
- Различают положительные и отрицательные обратные связи.
- *Положительные о.с. приводят к выработке команд, усиливающих отклонение регулируемой выходной величины от заданного состояния.*
- Положительные о.с. обеспечивают переход систем из одного стационарного состояния в другое, генерируют усиление.
- Всасывание желудком продуктов переваривания белка приводит к усилению сокообразования (норма).
- Ослабление сердечной деятельности может приводить к закупорке сосудов, что ещё более ослабит работу сердца (патология).

Отрицательные о.с.

- *Отрицательные о.с. обеспечивают генерацию в управляющем устройстве команд, обеспечивающих уменьшение отклонений регулируемой переменной, стабилизацию выходных значений. В этом – смысл регулирования по отклонению.*
- Это обеспечивает гомеостаз, т.е. механизм приспособления к меняющимся условиям
- Гомеостаз обеспечивает поддержание в организме на постоянном уровне жизненно важных показателей (рН, температуры, уровня сахара, артериального давления и т. д.)

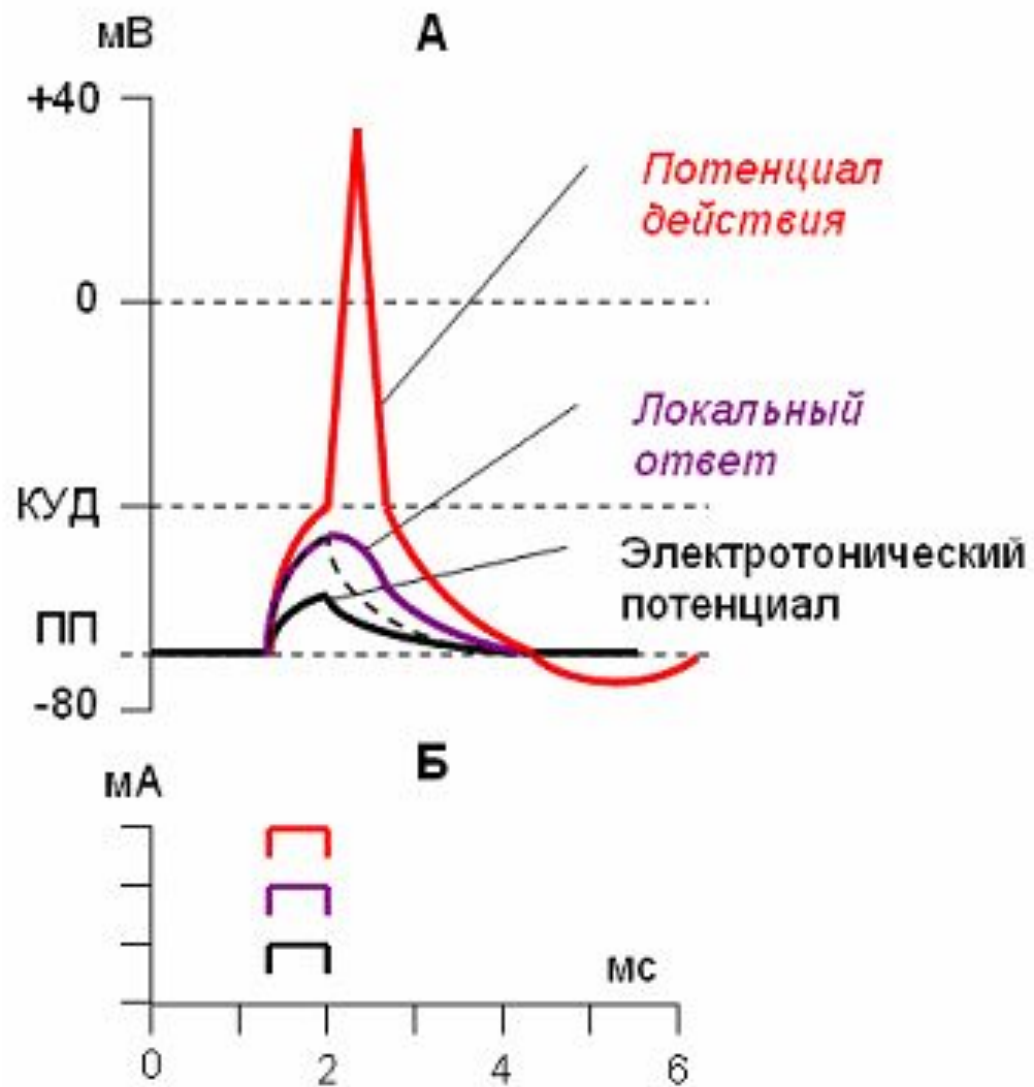
Важность о.с.

- О.с. – полезное приобретение живых систем. О.с. должны постоянно работать. При полном отсутствии отклонений выходной величины от эталонного значения, когда нет сигнала о.с., вся система управления бездействует и потому теряет свои качества, деградирует.
- *Для любых систем, где есть управление, полезнее, чтобы постоянно существовало отклонение регулируемой выходной величины от эталонного значения. Это обеспечивает работоспособность системы управления.*
- Пример: колосья пшеницы, подвергавшиеся воздействию ветра и дождя дали на 40% больший урожай в сравнение с растениями, произраставшими в тепличных условиях.

Комбинированные о.с.

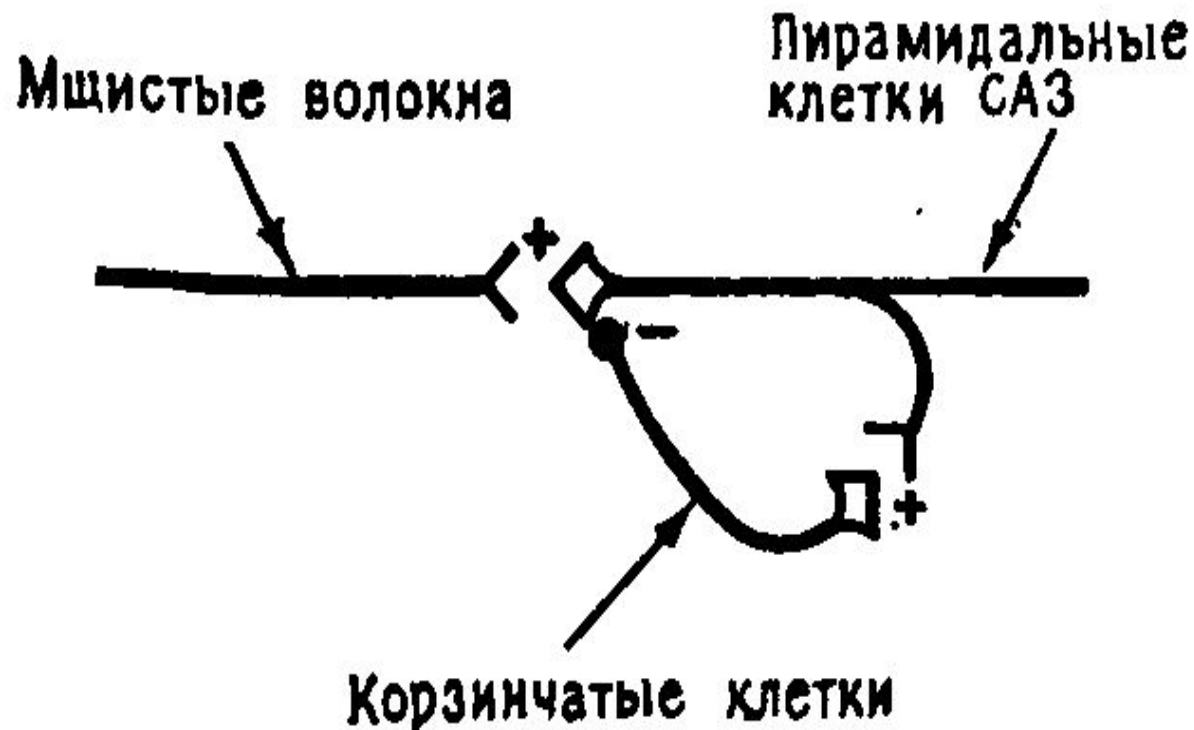
- *В живых системах встречаются ситуации, при которых обратная связь представляет собой комбинацию и положительной, и отрицательной обратных связей. Такой тип о.с. называется **комбинированной о.с.***
- Очевидным примером с наличием комбинированной о.с. является П.Д. Восходящая фаза ПД обусловлена регенеративно нарастающим входящим в клетку потоком ионов натрия (+ о.с.). Нисходящая фаза ПД обусловлена выходящим из клетки потоком ионов калия, по м-му отрицательной о.с., реполяризирующим мембрану.

ПД - процесс, обеспечиваемый КОС



Комбинированная о.с.

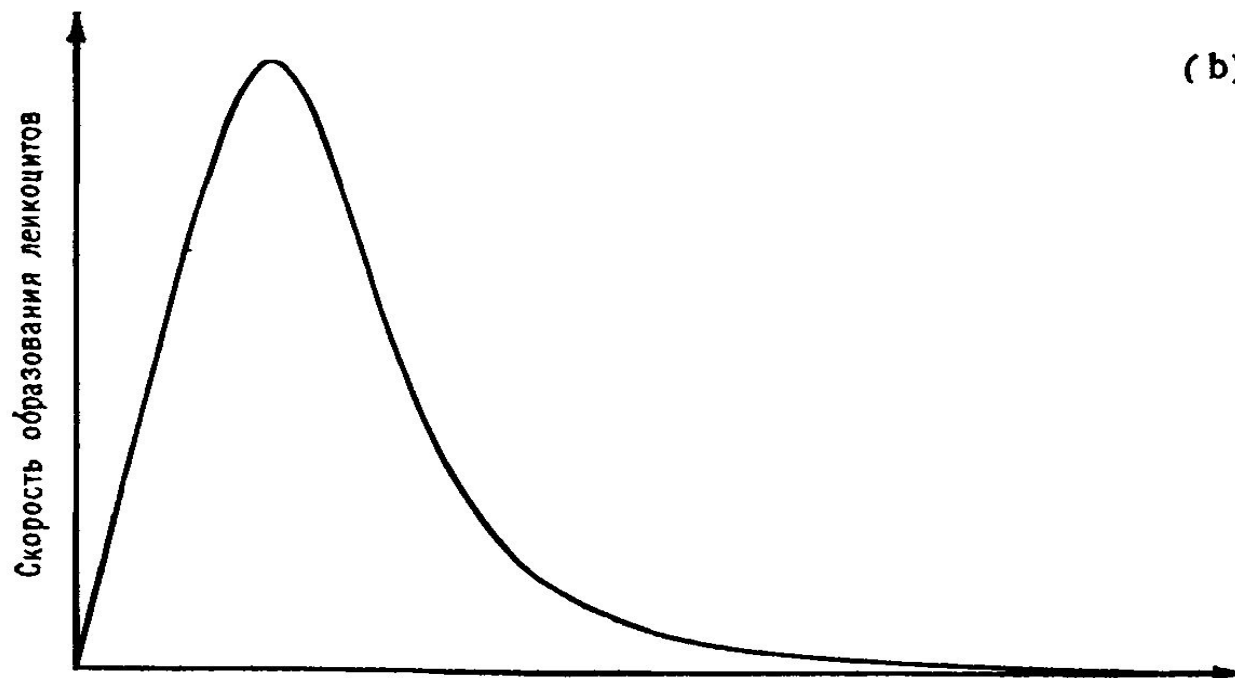
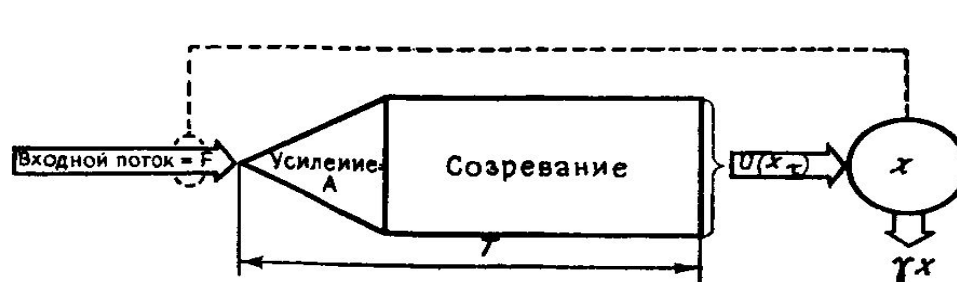
- Работа нейронной сети в гиппокампе мозга (схема).



Комбинированная о.с.

- Регуляция образования клеток белой крови (лейкоцитов).
- Существует самоподдерживающаяся полипотентная популяция стволовых клеток , из которых формируются стволовые клетки для клеточных популяций системы крови.
- ***Скорость образования лейкоцитов резко увеличивается при их малом числе в кровяном русле, достигает максимума, а затем резко снижается (рис).***
- Это позволяет эффективно поддерживать популяцию клеток белой крови на необходимом уровне.

Регуляция образования клеток белой крови (лейкоцитов).



Анализ механизмов с о.с.

- С теоретической точки зрения механизмы регулирования или управления с о.с. имеют фундаментальное значение для очень большого числа различных физиологических процессов. Это можно представить простым дифференциальным уравнением.
- $dy/dt = a - by$, где y – выходная регулируемая переменная, a , b – параметры системы.
- dy/dt больше 0 при y меньше a/b ;
- dy/dt меньше 0 при y больше a/b .
- $dy/dt = 0$ (идеальное регулирование)
- Систему можно рассматривать как модель автоматического регулирования с эталоном (уставкой) a/b .

Формы (виды) управления

- Всякое управление преследует конкретную цель. В зависимости от условий и обстоятельств различают оптимальное и экстремальное управление.
- В рамках этого управление может быть текущим, оперативным или адаптивным.

Оптимальное управление

- Оптимальным считают такое воздействие на объект (процесс), при котором желаемый результат достигается с наименьшими показателями по расходованию ресурсов.
- При неизменных или мало меняющихся условиях режим управления сохраняется более-менее неизменным. Такое управление носит оперативный, текущий характер.
- Но если управление осуществляется в резко меняющихся условиях, тогда необходимо постоянно менять режимы управления, чтобы выходные характеристики системы соответствовали новым условиям среды, тогда такое управление называют адаптивным

Экстремальное управление

- Экстремальное управление (регулирование) – это такой способ воздействия на объект, при котором выходная регулируемая величина *любой ценой* поддерживается на экстремальном (минимальном или максимальном) значении при изменяющихся условиях среды.
- Пример: при дефиците питательных веществ (голод) организм в качестве источника энергии расходует запасные питательные вещества, по исчерпанию которых начинается распад второстепенных органов с сохранением *высокого уровня метаболизма мозга*. Т.е. все органы и системы идут в жертву ради сохранения главного регулирующего органа.
- В условиях войны – главный продукт – оружие.

Резюме

- Контурь регулирования (управления) для систем любой природы – живых, не живых, социальных, экономических – имеют одинаковый характер функционирования и построения.

