Міністерство освіти України

**Житомирський державний технологічний університет**

**Кафедра:** МП та С

Системний аспект функціонування та дослідження **ендокринної системи**

курсова робота з предмету   
“Системні методи медико-біологічних досліджень”

**Виконавець:**

**Керівник:**

**Житомир**

**Содержание**

1. Функциональное описание 3

2. Морфологическое описание 8

3. Информационное описание 13

4. Генетико-прогностическое описание 14

5. Системный аспект исследования эндокринной системы: 19

Литература 20

# 1. Функциональное описание

**Общее назначение системы**: в координации деятельности различных частей организма у животных и растений важную роль играют гормоны. Эти вещества, выделяемые эндокринными железами, переносятся током крови к клеткам других частей тела и регулируют их активность. Гуморальная система регулирования является одной из старейших: *сигналы в виде химических веществ относительно медленно переносятся жидкостью внутренней среды ко всем частям организма.* В соответствии со своими возможностями гуморальные механизмы управления используются преимущественно в сфере внутренней вегетативной жизни организма, а нервные механизмы обеспечивают в первую очередь срочные приспособительные реакции на внешние воздействия.

Гуморальная система регулирует целый ряд параметров и состоит из комплекса регулирующих подсистем. Но регуляция происходит в тесном взаимодействии с нервной системой. Сами же эндокринные железы только выделяют определенные вещества в ответ на раздражение.

Гуморальная регуляция может осуществляться различными способами воздействия на объект управления. Можно выделить четыре типа действия гормонов на органы и ткани организма. (Я. Д. Киршенблат, 1965).

*Метаболическое действие* состоит в количественных и качественных изменениях обмена веществ. Селективность гормональной регуляции может достигать степени раздельного управления обменом различных ионов. Так, минералокортикоиды регулируют обмен натрия, и калия, а гормон паращитовидных желез—обмен кальция. Вместе с тем многие гормоны оказывают одновременно свое действие на различные метаболические циклы. Так, гормон щитовидной железы усиливает обмен белков, жиров и углеводов.

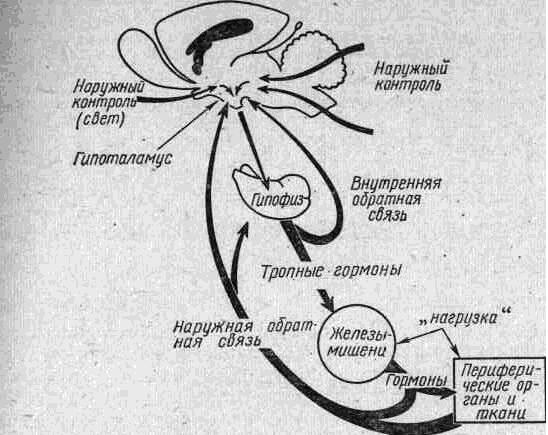
*Морфогенетическое действие* заключается в управлении процессами роста и развития, дифференциации тканей и органов и специального формообразования. Благодаря этому действию организм претерпевает на определенных стадиях своего развития морфологические изменения. Особенно глубокие перестройки, охватывающие всю организацию тела, происходят под действием гормонов у животных, проходящих развитие с метаморфозом. Так, под влиянием тироксина головастики превращаются в лягушек.

*Кинетическое действие* означает стимуляцию движений. Однако гормональные влияния являются пусковыми, главным образом, для гладкой мускулатуры и протоплазматических форм движения. Примерами могут служить сосудистые реакции на адреналин и перемещение пигментных зерен в меланофорных клетках кожи под влиянием гормона промежуточной доли гипофиза—интермедпна.

*Корригирующее влияние* состоит в изменении уровня текущей деятельности органов и их систем. Это наиболее часто встречающееся действие гормонов, посредством которого осуществляются основные регуляции в вегетативной сфере. Сюда относится, например, повышение или снижение интенсивности протекания тех или иных метаболических циклов и обмена веществ в целом, учащение или замедление сердечного ритма, усиление или ослабление тонуса гладкомышечных органов и т. д.

Однако гормональные препараты, получаемые из эндокринных желез, как правило, имеют каждый довольно широкий спектр действий, осуществляемых одновременно по типу метаболических и корригирующих, к которым часто присоединяется и морфогенетическое. Например, половые гормоны усиливают синтез белков и распад жиров, изменяют минеральный обмен, оказывают тонизирующее влияние на многие функции нервной системы и вызывают перестройки тканей и органов, создающие половой диморфизм. Можно предполагать, что такое разностороннее действие есть результат выработки железой внутренней секреции не одного гормона, а нескольких обладающих разными свойствами. Вместе с тем некоторые синтетические аналоги гормонов, как, например, синтетические эстрогены, также проявляют одновременно и метаболическое, и морфогенетическое действие, хотя действующим агентом является одно вещество в химически чистом виде.

В качестве примера на рис.1 приведена схема гипоталамо-гипофизарной системы эндокринной регуляции:



**Рис. 1.** Общая схема основных контуров гипоталамо-гипофизарной системы эндокринной регуляции (по И. А. Эскину, 1968)

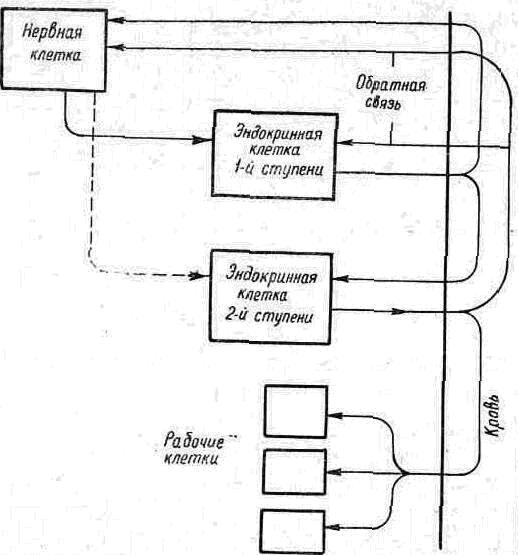
Принцип деятельности этой системы заключается в том, что в ответ на некоторые раздражители клетки ее отвечают выделением в кровь определенных активных веществ — гормонов, которые, действуя в малых дозах, выступают как активаторы или ингибиторы (тормозные вещества) для разных клеточных реакций.

Гормоны различны по точке приложения и эффекту действия на клетку. Одни регулируют рабочие реакции каких-то специальных клеток (например, адреналин), вызывают сокращение гладкой мускулатуры внутренних органов и сосудов. Другие воздействуют на второй этаж всех или некоторых избранных клеток, изменяя способность их к приспособлению, хотя непосредственно не регулируют рабочих функций клеток. По всей вероятности, так действует кортизон — гормон коры надпочечников.

То и другое может касаться только клеток регулирующих систем. Тогда создаются многостепенные структуры с обратными связями. В зависимости от характеристики обратной связи — коэффициента ее и запаздывания — возможны колебательные процессы с разной амплитудой и периодом. В других случаях эндокринный орган может выступать как сервомотор, усиливая действие нервных регулирующих систем.

В эндокринной системе можно выделить несколько этажей (рис. 2). В самом низу находятся «местные» гормоны, выделяемые рабочими клетками в качестве побочного продукта. В других случаях эндокринные клетки вкраплены в рабочие. Местные гормоны, распространяясь no тканевым щелям, оказывают регулирующий эффект на соседний орган или на разные клетки в пределах одного органа. Пример — секретин желудка.

Следующий этаж представлен специальными железами, гормоны которых вызывают рабочую функцию в некоторых специализированных клетках, например в печени. Эти железы находятся под воздействием третьей PC (вегетативной нервной системы) и выступают в роли сервомотора, усиливая или удлиняя регулирующий эффект. Они же могут служить обратной связью для нервных структур. На самом верху лестницы находится гипофиз — «эндокринный мозг», выделяющий очень много разных гормонов. Гипофиз имеет тесные связи с высшими этажами вегетативной нервной системы.



**Рис. 2.** Модель второй регулирующей системы. Эндокринные железы первой ступени (например, гипофиз) получают раздражения со стороны нервной системы и из крови. Их гормоны оказывают воздействие на железы второй ступени, например, кору надпочечников или щитовидную железу, которые выделяют гормоны, действующие на все или на некоторые рабочие клетки. Некоторые из этих желез (мозговое вещество надпочечников) получают непосредственные раздражения со стороны нервной системы. Гормоны могут оказывать обратные воздействия в виде положительных и отрицательных обратных связей на нервную систему или на другие железы.

Гормоны его действуют на другие эндокринные железы, которые в свою очередь выделяют рабочие гормоны, имеющие специализированное (на избранные клетки) или универсальное (общеклеточное) действие—главным образом через второй этаж клеточных реакций. Они же оказывают активирующее или тормозящее воздействие и на сам гипофиз — обратная связь.

Где-то посредине эндокринной лестницы находятся специальные гормоны общего действия, включающиеся в определенные периоды жизни организма, например, во время беременности и пр.

В частности, программа роста и развития организма, видимо, заложена в эндокринной системе: она выделяет гормоны, активирующие третий этаж клеточных реакций.

**Внешний закон функционирования** эндокринной клетки 1-й ступени: в ответ на раздражение со стороны нервной системы начать выделение гормонов.

**Внешний закон функционирования** эндокринной клетки 2-й ступени: в ответ на раздражение со стороны эндокринных клеток 1-й ступени начать выделение гормонов.

# 2. Морфологическое описание

По степени возрастания сложности обратных связей выделяются три вида- эндокринных саморегуляций (Sinquette, Lefebre, 1964).

*Прямая регуляция* путем влияния на продукцию гормонов через железистые клетки, которые их продуцируют. Примерами могут служить взаимоотношения ионов кальция и фосфора с паратгормоном и клетками паращитовидных желез или уровня содержания сахара в крови с инсулином и клетками островков Лангерганса поджелудочной железы.

*Регуляция через «реактор» гипофиза,* который своими тропными гормонами управляет эффекторными железами внутренней секреции. В этом случае воспринимающие элементы («детекторы») находятся не в регулируемой железе, а в гипофизе. Так, микроинъекции тироксина в гипофиз тормозят его продукцию щитовидной железой за счет уменьшения выделения тиреотропного гормона.

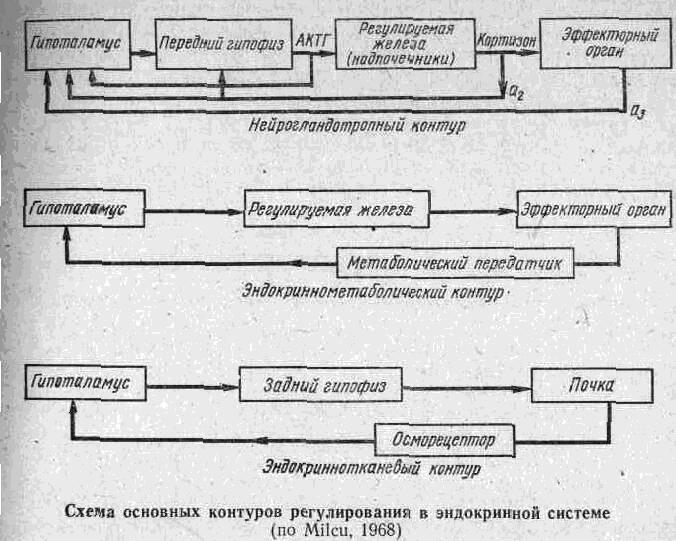
*Регуляция через ионное равновесие тканевой среды,* возможно является наиболее тонкой. Именно таким путем изменяется уровень возбудимости реагирующих тканей и органов. Важную роль в этом играют эндокринные механизмы управления водно-солевым обменом. Обратные связи от осморецепторов, барорецепторов и разнообразных хеморецепторов образуют переплетающиеся контуры саморегуляции с многоуровневыми обратными связями.

Наиболее интересной особенностью эндокринной регуляции, с точки зрения организации управления, является исключительно тесная связь и непрерывное взаимодействие между отдельными железами внутренней секреции. Благодаря такой сложной взаимосвязи любой сдвиг в гормональной активности одной из желез немедленно вызывает «цепную реакцию» вовлечения в компенсаторные изменения всех других. Поэтому *каждая железа внутренней секреции функционирует не изолированно, а выступает как звено. включенное в систему эндокринного управления, которая действует как единое целое.* Взаимоотношения звеньев такой единой системы эндокринного управления во многом еще остаются недостаточно изученными, но уже сейчас эти связи оказываются настолько сложными, что некоторые исследователи считают невозможным анализировать их иначе, чем с помощью электронных вычислительных машин.

Ввиду чрезвычайной сложности взаимного влияния многочисленных звеньев разветвленной системы эндокринной регуляции и трудности их полного описания предпринимаются попытки обобщенного представления этих взаимосвязей, как типовых контуров управления с обратными связями (см. схему). Каждый контур рассматривается, как состоящий из элементарных блоков—эндокринона и нейроэндокринона, которые уже упоминались выше.

*Нейрогландотропный контур* образуется пусковым нервным механизмом стимуляции выделения тропных гормонов, активирующих деятельность ряда желез, гормоны которых действуют на эф-фекторные органы; в качестве примера показана схема одного из компонентов эмоциональной реакции. Возбуждение соответствующих гипоталамических центров ведет к инкреторной деятельности железистых клеток передней доли гипофиза. Выделенный ими ад-ренокортикотропный гормон активирует кору надпочечников, клетки которой усиливают выработку своего специфического гормона— кортизона, действующего на эффекторные органы. На схеме не показаны одновременно выделяющиеся гипофизом другие троп-ные гормоны—тиреотропный и гонадотропные. Этот контур состоит из следующих блоков: нейроэндокринона и, по крайней мере, трех эндокринонов с обратными связями между ними. Последние образуются как химическими сигналами адренокортикотропного гормона и кортизона (а2), так и нервной импульсацией по афферентным путям от рабочего органа (a3).

В случае, когда железы внутренней секреции активируются непосредственно нервными сигналами без посредника в виде тропных



**Рис.3.** Функциональная схема

гормонов, регуляция может быть представлена в виде *эндокринно-метаболического контура.* Примером могут служить поджелудочная и околощиторидные железы, на деятельность которых по обратной связи влияют сами регулируемые метаболиты: кальций— околощитовидные железы и сахар — на островки Лангерганса

Информация о результатах нейроэндокринного управления может поступать с периферии не только в виде химических сигналов, но и в форме импульсации по афферентным нервам от тканевых рецепторов. В таком случае образуется *эндокринно-тканевой контур* регуляции. На схеме показан гипоталамо-гипофизарный аппарат управления водно-солевым обменом. Изменения объема воды и концентрации в ней солей сигнализируются осмо-рецепторами тканей в гипоталамические центры, которые приводят в действие инкреторные клетки задней доли гипофиза и выделяемые ими гормоны антидиуретический, вазопрессин и окситоцин, действуя на почки и другие органы, восстанавливают нарушенное равновесие.

Контуры гуморального управления включают в себя, как правило, сложную систему отрицательных и положительных обратных связей. Например, различают «длинные», «короткие» и «ультракороткие» эндокринные обратные связи, регулирующие выработку гипофизарных гонадотропинов (Martini, 1973).

«Длинные» обратные связи от желез—мишеней тропинов: отрицательные (эффекты кортикостероидов, эстрогена, прогестеро-на и тестостерона) и положительные (эффекты эстрогена и про-гестерона); «короткие» обратные связи от переднего гипофиза:

отрицательные (эффекты адренокортикотропного, лютеинизи-рующего и фолликулостимулирующего гормонов) и положительные (эффекты тиреотропного гормона); «ультракороткие» от релизинг — факторов, прямо влияющих на скорость образования гормона с отрицательной обратной связью (релизинг—фактор фолликулостимулирующего гормона).

Рассмотрим эндокриннотканевый контур:

1. **Состав элементов**: гипоталамус, задний гипофиз, почка, осморецептор. По однородности состав – гетерогенный.
2. **Классификация элементов**:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Элемент** | **По содержанию** | **По степеням свободы** | **По степени специализации** | **По времени действия** | **Происхожденияю** |
| Гипоталамус | Информационный | Программный | Специализированный | Нерегулярного | Биологические |
| Задний гипофиз | Вещественный | Программный | Специализированный | Нерегулярного | Биологические |
| Почка | Вещественный | Программный | Специализированный | Непрерывн. | Биологические |
| Осморецептор | Информационный | Программный | Специализированный | Непрерывн. | Биологические |

1. **Описание подсистем см. выше**
2. **Связи:** описание связей дано выше, в таблице – классификация связей:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Связь** | **По направлению** | **По содержанию** | **По силе** |
| Гипоталамус🡪 Задний гипофиз | Прямая | Информационная | Сильная |
| Задний гипофиз  🡪 Почка | Прямая | Вещественно-информационная | Сильная |
| Почка🡪 Осморецептор | Прямая | Вещественно-информационная | Сильная |
| Осморецептор 🡪 Гипоталамус | Обратная отрицательная | Информационная | Сильная |

1. **Единый центр управления:** гипофиз через гипоталамус.
2. **Тип структуры:** наличие контура обратной отрицательной связи, иерархическая. Структура устойчивая.

# 3. Информационное описание

Так как данная система является управляющей, то ее информационная схема практически полностью совпадает со схемой рис.2.

Охарактеризуем информационные связи:

*Гипоталамус🡪 Задний гипофиз:*

носитель – электричество,

метод кодирования – импульс,

тип информации – управляющая,

скорость – быстрая (доли секунды).

*Задний гипофиз🡪 Почка:*

носитель – вещество (гормоны),

метод кодирования – химическая формула вещества;,

тип информации – управляющая,

скорость – средняя (доли минуты, минуты).

*Почка🡪 Осморецептор:*

носитель – вещество,

метод кодирования – раздражение рецептора в результате физико-химического взаимодействия;

тип информации – осведомительная,

скорость – быстрая.

*Осморецептор 🡪 Гипоталамус:*

носитель – электричество,

метод кодирования – импульс,

тип информации – осведомительная,

скорость – быстрая.

Надежность обеспечивается:

* дублированием элементов (имеются группы подобных клеток, как эндокринных, так и рецепторных);
* дублированием связей;
* повторением во времени: управление по отклонению обеспечивает непрерывное регулирование вплоть до момента, когда выход не окажется в нужном состоянии.

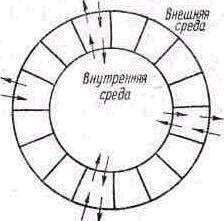
# 4. Генетико-прогностическое описание

Регулирующие клетки являются собственно надстройкой над рабочими. Они выполняют функции восприятия и переработки информации, необходимой для управления многочисленными рабочими элементами. Однако именно они приобрели наибольшее значение, так как при усложнении организмов роль управления возрастает гораздо быстрее роста рабочих клеток.

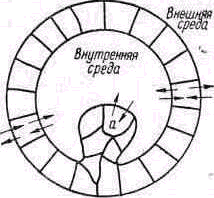
Рабочие элементы в процессе эволюции подверглись значительным изменениям. В некоторых случаях отдельные клетки соединились, образуя своеобразные колонии, более приспособленные для выполнения определенных функций (мышечный синтиций сердца). В других случаях возникли рабочие органы, в которых частично представлены регулирующие элементы и основные рабочие клетки, тесно спаянные с подсобными, поддерживающими. Органы объединились в системы, полностью обеспечивающие ту или иную рабочую функцию целого организма.

Однако несравненно большие изменения претерпели регулирующие элементы. Первые многоклеточные организмы представляли собой структуру с замкнутой полостью посредине (но при сохранении выхода всех клеток наружу), заполненной жидкостью, которая и была первой внутренней средой организма (рис. 4). Клетки, таким образом, получили возможность взаимодействовать друг с другом не только через непосредственное соприкосновение, но и через эту среду, выделяя в нее продукты своего обмена. Так возникла первая регулирующая система, которую я условно называю химической неспецифической. Последним словом подчеркивается, что действующими началами в системе являлись продукты обмена, общие для всех клеток: ионы, газы, простые химические вещества.

На следующем этапе эволюции часть клеток оказалась внутри и полностью утеряла связь с внешней средой. Отныне их жизнь стала целиком зависеть от наружных клеток, обеспечивающих определенный состав внутренней жидкости. Если почему-либо он заметно отклонялся от обычного, внутренние клетки отвечали на это резким нарушением обмена и выделением в жидкую среду различных промежуточных продуктов. Эти продукты и стали в дальнейшем гормонами, активирующими деятельность внешних клеток, т. е. регулирующими их. Так возникла вторая регулирующая система — эндокринная (рис. 5).



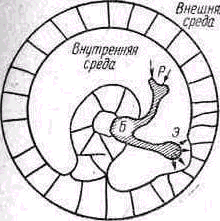
**Рис. 4.** Схема, показывающая возникновение первой регулирующей системы. В процессе эволюции возникла замкнутая внутренняя среда, через которую клетки общаются друг с другом.



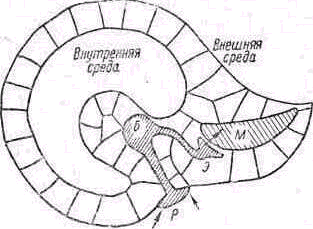
**Рис. 5.** Возникновение второй регулирующей системы — эндокринной. Часть клеток утратила связь с внешним миром и существует только за счет внутренней среды. Клетка *а* выделяет в нее продукты своей жизнедеятельности — гормоны.

Действие первой и второй систем — диффузное. Оно оказалось достаточным лишь до тех пор, пока все наружные клетки были одинаковыми. По мере же специализации клеток возникали и новые регулирующие элементы, обеспечивающие целенаправленные воздействия со стороны внутренних регулирующих клеток на избранные наружные. При этом сохранялся принцип химического воздействия, только оно стало более ограниченным. Так возникла третья регулирующая система, представленная в современном виде вегетативной нервной системой (рис. 6). У некоторых внутренних клеток вытянулись отростки, один из которых приобрел особую чувствительность к изменению внутренней среды — стал рецептором, а другой проник в толщу специализированных рабочих клеток, чтобы целенаправленно влиять на их деятельность, — превратился в эффектор.

Четвертая система возникла вместе со специальными органами движения — мышцами. Конечно, возможно, что сначала они управлялись от внутренней среды через вегетативную НС, но при дальнейшем усложнении поведение живого существа стало больше зависеть от внешних условий.



**Рис. 6.** Возникновение третьей регулирующей системы — нервно-вегетативной. Внутренняя клетка *Б* получила длинные отростки, из которых один (р) стал рецептором, воспринимающим изменения состава внутренней среды. Другой *(э)* стал эффектором, выделяя активные химические вещества — медиаторы — непосредственно к управляемым клеткам. Так возникла возможность целенаправленного управления отдельными группами клеток в зависимости от изменений внутренней среды в том или ином месте.



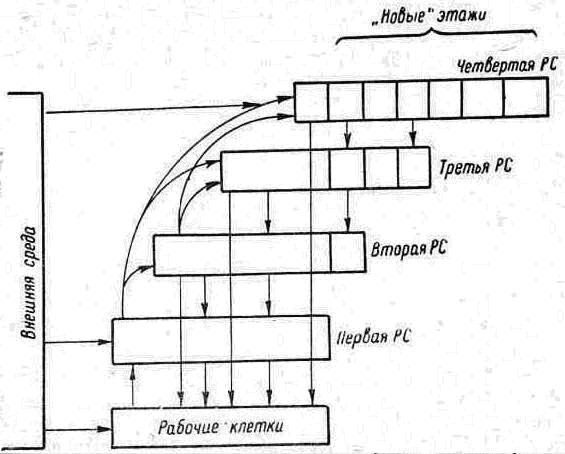
**Рис. 7.** Возникновение четвертой регулирующей системы — нервно-соматической. Клетка Б своим рецептором р воспринимает внешние раздражения и передает импульсы через эффектор э (двигательное окончание) на поперечно-полосатую мышцу М. Система управляет движениями организма в зависимости от воздействий внешней среды.

Возможно, что часть наружных клеток приобрела особую чувствительность, превратившись в рецепторы, и, соединившись с мышцами, стала управлять последними. Может быть, эту функцию взяли на себя некоторые изменившиеся клетки вегетативной НС. Так или иначе, возникла четвертая регулирующая система — анимальная, или соматическая, нервная система (рис. 7).

В развитии регулирующих систем можно отметить целый ряд общих закономерностей:

1. Регулирующие системы (PC) возникают при новых условиях существования организма и появлении новых функций.
2. Чем «моложе» система, тем более специализировано ее действие, тем уже круг типов клеток, которые она регулирует, тем короче периоды действия. Первая PC непрерывно воздействует на все клетки; вторая также действует на все клетки, но ее эффект весьма изменяется во времени; третья регулирует внутренние органы и сосуды; четвертая — только поперечно-полосатую мускулатуру.
3. Все PC развиваются в процессе эволюции, но особенно быстро новые, и в первую очередь четвертая.
4. Клетки новой PC находятся под воздействием старых, но в то же время оказывают на них и обратное воздействие.
5. Новые PC получают информацию через свои рецепторы или от старых PC. Каждая система имеет свои эффекторы или действует через старые системы.
6. В развитии каждой PC можно наметить несколько этажей, объединенных одинаковым принципом действия.

Принцип действия и развития регулирующих систем показан на рис. 8. В процессе эволюции разные отделы регулирующих систем развивались неравномерно. В первую очередь это касается третьей и четвертой систем. Над первоначальными элементами PC, осуществлявшими на периферии самые простые функции, по мере количественного их возрастания появлялись надстройки — этажи, которые уже регулируют эти первоначальные клетки PC. Назначение надстроек — выделение «высших» пространственных и временных кодов, моделирование как внешнего мира. так и собственных действий. Многочисленные вертикальные связи осуществляют субординацию между этажами. Горизонтальные связи обеспечивают циркуляцию информации между соответствующими или близкими этажами разных регулирующих систем. Кроме того, некоторые этажи самих систем поделились по вертикали на два отдела, действующие в значительной степени противоположно, — возбуждающий и тормозящий отделы, как, например, симпатический и парасимпатический отделы вегетативной НС.



**Рис. 8.** Развитие взаимоотношений регулирующих систем. С внешней средой взаимодействуют рабочие клетки первой и четвертой PC. Показано, что все PC связаны между собой и с рабочими клетками. «Новые» этажи развивались главным образом на третьей и четвертой PC. Они представляют собой надстройки над древними и не имеют непосредственной связи с рабочими клетками.

# Литература

1. **Биологическая** кибернетика. Под. ред. А. Б. Когана. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Высш. школа», 1977.408 с. с ил. и табл.
2. *Н. М. Амосов.* Регуляция жизненных функций и кибернетика.-Издательство “Наукова думка”;Киев—1964