

# Комплексы

Как устроены сложные системы

- Действия и коммуникации
- Связи
- Устойчивость
- Процессы
- Естественные среды и связи
- Человек как среды и коммутанты

# Действия и коммуникации

Основным механизмом обеспечивающим встраивание коммутанта во внешний мир является коммутантная память, лежащая в основе его действий, взаимодействий и коммуникаций. Более детально разберем разницу между действием и коммуникацией.

Как упоминалось в разделе **Элементы**, со средой возможны лишь взаимодействия коммутанта, а **коммуникации возможны только с другими коммутантами**, при этом коммуникация между коммутантами с существенно разной темпоральностью или фактором невозможны и с неизбежностью превращаются в действия. Это не единственная причина невозможности коммуникация между коммутантами, не менее важной причиной является несовместимость их коммутантной памяти и в этом случае коммуникация обычно вырождается во взаимодействие со средой. Значит, коммуникация по своей сути направлена на совместное существование коммутантов.

Чем же действие отличается от коммуникации ? Поскольку, по вышеуказанным причинам коммутант, не может коммуницировать со средой, то он вынужден встраивать агентов на границе между собой и средой, а так же и в среду, если есть такая возможность. Агенты бывают двух типов сенсоры и актуаторы, сенсоры мониторят параметры среды и передают сообщения о ее состоянии элементам коммутанта, актуаторы предназначены для воздействия на среду, для изменения ее состояния. Сенсоры, как правило, выполняют предварительную обработку параметров среды и при наступлении различных событий, формируют необходимые сообщения элементам коммутанта, ответственным за их обработку.

Естественно возникает вопрос - И от коммутанта мы получаем сообщение через сенсоры, а посылаем сообщения через актуаторы, в чем же разница. Здесь можно ответить только то, что **со средой коммуникация невозможна по определению**, а основные причины этого описаны выше.

**Если же коммуникация возможны**, то основной алгоритм их встраивания коммутантами следующий:

- 1) Коммутант определяет, что бывают отклики от сенсоров при длительной пассивности его актуаторов
- 2) Существует отклики от сенсоров коррелирующие с действиями его актуаторов

В этом случае каждый коммутант вырабатывает некоторое подмножество внутренних действий, коммуникаций и модифицирует коммутантную память таким образом что постепенно превращает свои наборы сенсоров и актуаторов и выработанных внутренних процессов и структур в средства коммуникации.

Еще одной особенностью взаимодействия коммутанта со средой является возможность широковещательной отправки сообщений элементам среды. В этом случае если специальный актуатор формирует потоки энергии или материи, к которым восприимчивы некоторые элементы активной среды, такие механизмы аналогичны гуморальным механизмам в любом организме.

# СВЯЗИ

Любой фрагмент реальности мы рассматриваем как систему существующих в средах и коммуницирующих коммутантов, различие между средами и коммутантами, между коммутацией и действием на первый взгляд кажется довольно относительным, но для конкретного коммутанта это различие очень важно.

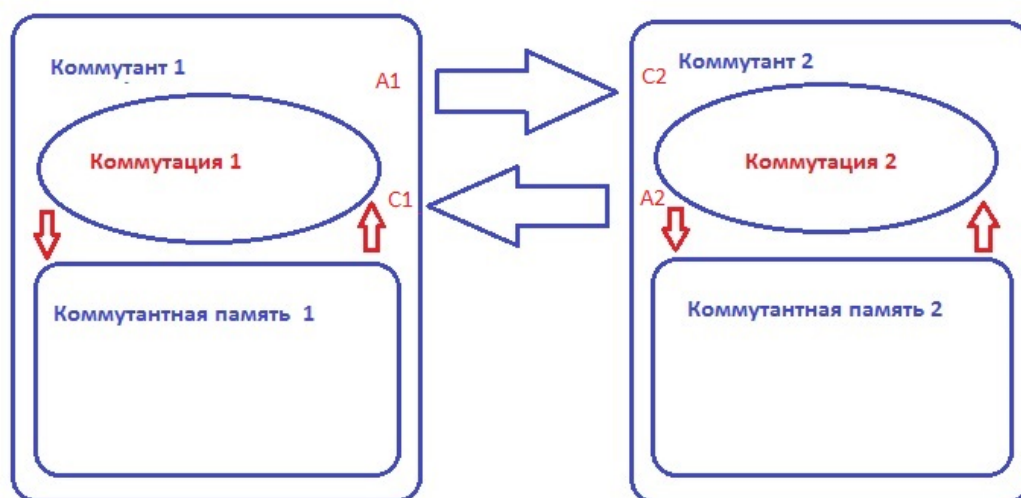
Как коммуникация, так и действие может иметь разную степень устойчивости, для устойчивой коммуникации или действия необходимо ее регулярное, циклическое повторение - только в этом случае коммутантная память будет постоянно актуальной, иначе коммутация постепенно "забывается". Даже если носителем памяти являются формализованные правила на внешних носителях (алгоритмы процессов в виде различных циркуляров, правил и инструкций), для их интерпретации и использования все равно необходим агент, в виде подготовленного человека с опытом их использования. В технических системах поддержка редкой коммуникации прекращается по экономическим причинам.

Устойчивые коммуникации и взаимодействия называются **СВЯЗЯМИ**.

Любая связь требует как минимум двух участников и носит рекуррентный характер. Подчеркнем именно рекуррентный, а не рекурсивный характер связи: функция не может в данном случае вызываться рекурсивно, поскольку часть алгоритма связи находится в пространстве другого коммутанта. Лучше всего для описания связей подходит понятие из языков асинхронного программирования - функция обратного вызова, с помощью которой довольно просто организовать любые рекуррентные алгоритмы, в том числе в распределенных системах. Рекурсия предполагает управление алгоритмом действия на одной стороне, иногда она может использоваться при взаимодействии с неактивными средами.

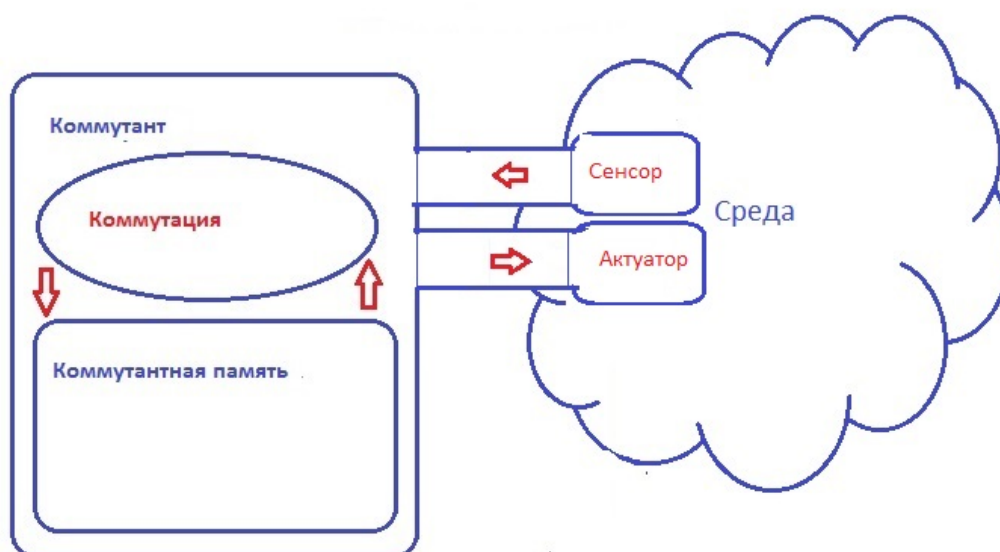
**Примечание:** **Рекуррентный** - повторяющийся время от времени, периодический  
**Рекурсивный** - определяемый в терминах самого себя.

## Коммуникация



A1, A2 - актуаторы; C1, C2 - сенсоры

## Действие



# Устойчивость

По определению устойчивые коммуникации и взаимодействия называются **связями**. Что же такое устойчивость? В математике и в теории динамических систем устойчивость всегда понимают по Ляпунову, а именно близкие решения уравнений всегда остаются близкими, близкое решение к точке равновесия решения всегда притягивается к аттрактору - "к точке равновесия". См. [Приложение 9. Устойчивость по Ляпунову](#).

Но в случае событийных, итеративных систем у нас нет никаких уравнений, поэтому:

Устойчивой коммуникаций или взаимодействием ( т.е. связью) назовем такие, коммуникации и взаимодействия для которых выполняются следующие условия:

- а) Существует относительно неизменно и длительно по времени.
- б) В системы существуют подсистемы или механизмы, которые обеспечивают длительное существование связи,
- б) В системе существуют подсистемы или механизмы, которые трансформирует похожие, аналогичные связи, передавая им паттерн этой устойчивой связи.

Наибольшей устойчивостью обладают связи которые являются основой существования коммутанта, которые используются в его повседневной операционной деятельности, без которых коммутант не постепенно деградирует, а практически мгновенно разрушается и погибает.

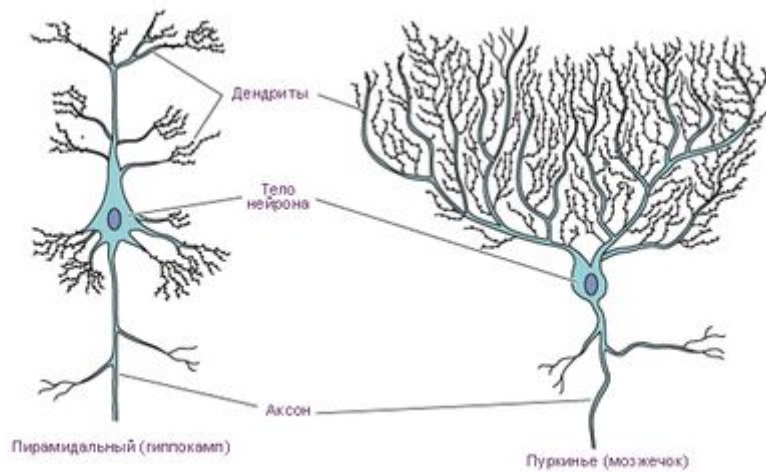
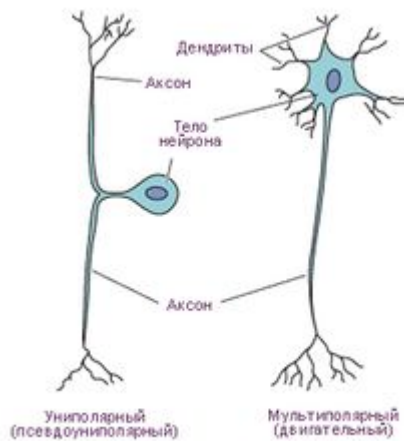
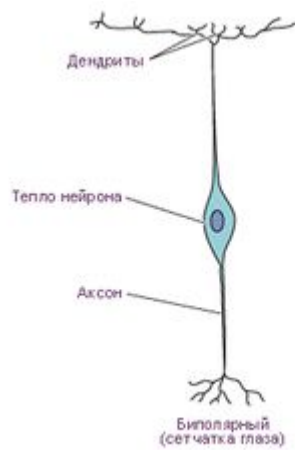
# Процессы

**Процесс** - это сеть упорядоченных (с помощью сцеплений) взаимодействий и коммуникаций, между некоторым набором элементов - сред и коммутантов. При этом элементы входящие участвующий в процессе могут быть как внешними, так и внутренними, **сцепления и элементы могут быть жесткими или более адаптивными**. Жесткие сцепления - это сцепления которые не изменяются на уровне операционных процессов.

**Примечание:** Сцепление - механизм обеспечивающий последовательное выполнение элементарных на данном уровне взаимодействий и коммуникаций. Например, синаптические связи в нейронных сетях, функция обратного вызова в языках с возможностью асинхронного программирования, наборы внутренних и внешних RESTful/API при взаимодействии между SaaS и/или микросервисами, и т. д. ,

**Жесткие сцепления** предопределены либо генезисом и генетической структурой коммутанта, либо, в случае техногенеза, - инженерией. Например, в случае нервной системы это синаптические связи между между биполярными нейронами, мотонейронами и сенсорами, в случае асинхронной логики в программировании - это функции обратного вызова. Примером **жесткого элемента** является любой орган тела, в котором отсутствует развитая нейронная сеть, либо чистая функция или процедура в любом языке программирования.

**Адаптивные сцепления** могут перестраиваться на уровне операционных процессов. Они частично предопределены генезисом и генетической структурой коммутанта, либо, в случае техногенеза, - инженерией. В случае нервной системы это сложные структуры на базе пирамидальных и мультиполярных нейронов, в случае техногенеза - это люди, как элементы системы и базы данных управляемые людьми, или же встроенные в систему модули предиктивной аналитик, системы логирования событий и ошибок, автоматизированный обучающий пайплайн. Это могут быть также автоэнкодеры и другие методы обучения без учителя с автоматическим обучающим пайпланом встроенные в поток событий и логов системы.





# Естественные среды и СВЯЗИ

Естественные связи - это связи коммутанта со средами в которых он существуют постоянно, с момента своего рождения и до самой смерти. Как правило, для поддержки таких связей с внешними средами, коммутант имеет сложную внутреннюю подсистему, состоящую из **специализированных структурных элементов и процессов**.

## **Естественные связи и циклы времени:**

Примером такой связи является связь любого существа с Солнцем, Землей и Луной, которая проявляется в том, что внутренние ритмы коммутанта синхронизируются с периодами вращения этих планет. Неважно на каком уровне развития находится цивилизация, она с неизбежностью должна начать учитывать моменты наступления зимы или лета, и не важно собиратели это, кочевники или земледельцы. Рано или поздно племя начинает делать запасы и готовить жилища к зиме, появляются жрецы, которые предсказывают смену сезона по звездам лучше других. Механизмы передачи паттерна связи в данном случае подражание (зеркальные нейроны) и естественный отбор.

## **Естественные связи и потоки энергии:**

Другой пример естественной связи со средой является связь коммутанта с атмосферой, Как мы указывали ранее коммуникативная связь со средой невозможна, в данном случае связь коммутанта (Ума) с воздухом устанавливается через взаимодействие с внутренней средой организма, Хеморецепторы определяют уровень кислорода и углекислого газа в артериальной крови и передают сообщения в дыхательный центр регулирующий интенсивность дыхания. Коммутативные циклы между мотонейронами, рецепторами мышц и легких, а так же центрами варолиева моста, обеспечивают ритмичную работу системы дыхания и обмен углекислым газом и кислородом между организмом и атмосферой. В клетках тела кислород используется для окисления углеводов, в процессе этой реакции выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности любой клетки организма. Мы видим что внутри тела имеется некоторая внутренняя среда (в первую очередь это поток крови, заменяющая клеткам воды океана), которая обменивается кислородом и углекислым газом с атмосферой. Дыхательная система представляет сложную систему из сенсоров, мотонейронов и нейронов центров дыхания, основная функция которой обеспечить заданный уровень кислорода и углекислого газа в крови в независимости от внешних условий и нагрузок на организм. Структура системы задается генами и полностью формируется в период беременности, запускается эта системы в с первым глотком воздуха новорожденным.

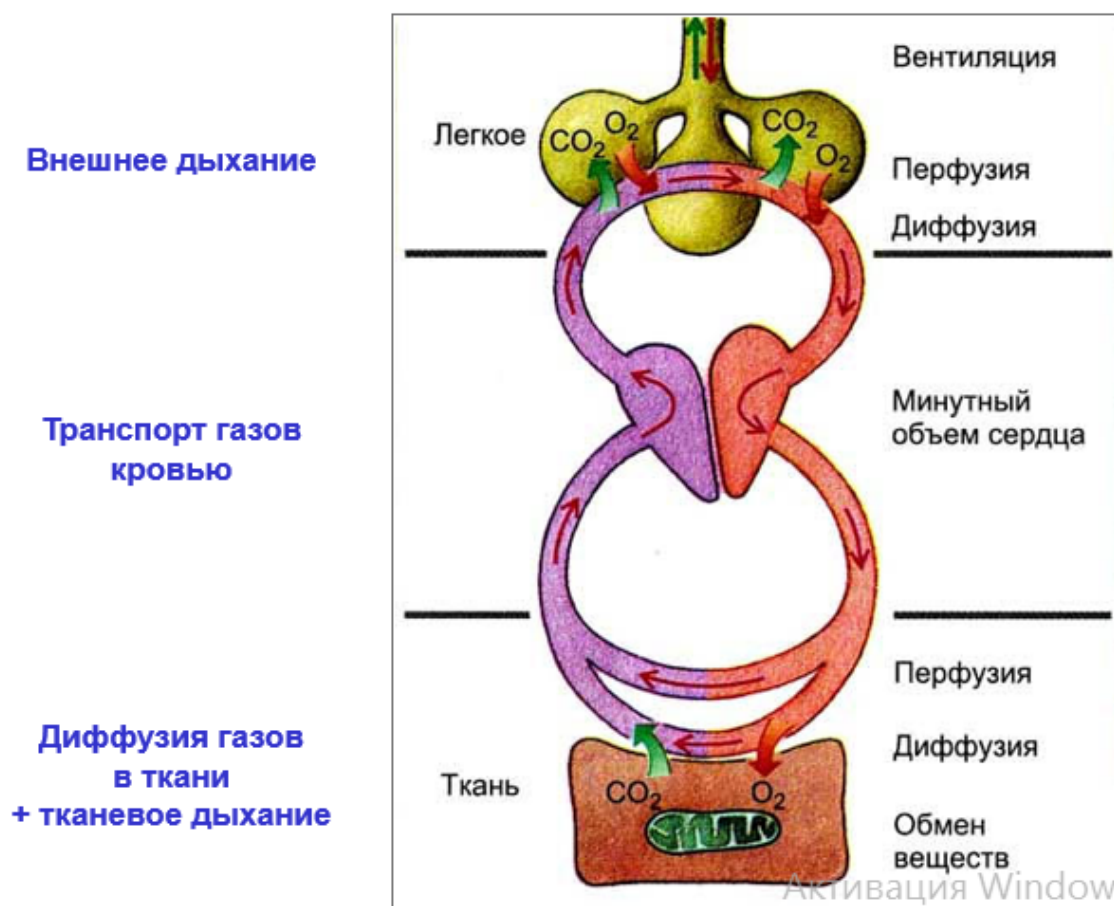


Рис. 10.20. **Регуляция вентиляции легких** осуществляется сложной иерархической системой, включающей механизмы обратных связей при участии хеморецепторных (центральные и периферические) и механорецепторных (механорецепторы легких и дыхательных мышц) рефлексов. Местом генерации дыхательного ритма является дыхательный центр продолговатого мозга.

В этой системе дыхательный центр генерирует **дыхательный ритм**, интегрирует афферентные сигналы, посылает импульсы к дыхательным мышцам грудной клетки и к гладким мышцам дыхательных путей, обеспечивая приспособление **легочной вентиляции** к условиям жизнедеятельности организма.

Источник: **Регуляция дыхания. Регуляция вентиляции легких. д.м.н. П.Е. Умрюхин**

## Этапы процесса дыхания



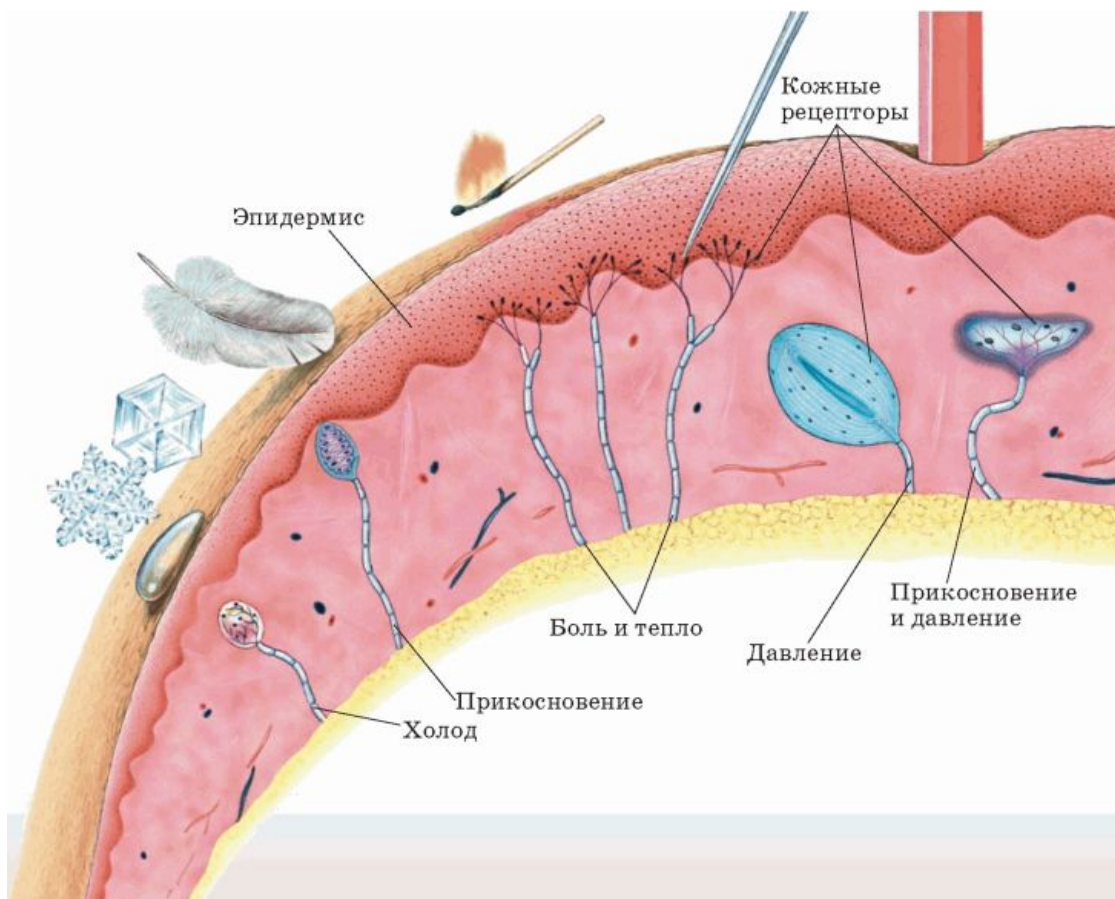
Такие примеры зависимости внутренних ритмов коммутанта от ритмов внешних сред, а также состояния внутренних сред организмы от состояния внешних сред в которых он существует, можно множить до бесконечности, включая сюда **важнейшие связи циркадных ритмов растений и животных с суточными ритмами Земли**, выработке витамина D3 в кожей под влиянием солнечных лучей и, конечно же фотосинтез, у растений. Возможно вернемся к этим связям позже.

# Человек как среды и коммутанты

Практически везде в нашем теле, как на его поверхности так и внутри находится множество сенсоров (рецепторов) . Например, рассмотрим кожу:

**ТАКТИЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР.** *Осязание* – это комплекс ощущений, возникающих при раздражении рецепторов кожи. Рецепторы прикосновения (тактильные) бывают двух видов: одни из них очень чувствительны и возбуждаются при вдавливании кожи на руке всего на 0,1 мкм, другие – лишь при значительном давлении. **В среднем на 1 см<sup>2</sup> приходится около 25 тактильных рецепторов.** Они разбросаны **по телу очень неравномерно:** например, **в коже, покрывающей голень, на 1 см<sup>2</sup> находится около 10 рецепторов,** а на такой же площади **кожи большого пальца – около 120 таких рецепторов.** Очень много рецепторов прикосновения на языке и ладонях. Кроме того, к прикосновениям чувствительны волоски, покрывающие 95 % нашего тела. **У основания каждого волоска находится тактильный рецептор.** Информация от всех этих рецепторов собирается в спинном мозге и по проводящим путям белого вещества поступает в ядра таламуса, а оттуда – в высший центр тактильной чувствительности – область задней центральной извилины коры больших полушарий.

**Источник:** [В. Захаров » Биология многообразие живых организмов. 7 класс](#)



Казалось бы **рецептор находится в теле** и измеряет параметры тела, но **косвенно он измеряет и параметры внешней среды**. Например температура некоторого участка поверхности тела будет повышаться если тело этот участок контактирует с горячим предметом.

Как мы и определили в разделе [Действия и коммуникации](#), коммуникации возможны только между коммутантами, а между коммутантом и средой возможно только взаимодействие через сенсоры и актуаторы. Казалось бы в силу того, что как мы указывали в разделе [Коммуникация и взаимодействие](#), темпоральность нервной системы в 3000-30000 раз выше чем темпоральность гуморальной системы, нервную систему можно рассматривать как среду для нервной системы. Но такое взгляд слишком грубый, а такая модель не обладает ценностью. Для того, чтобы получить модели обладающие большей ценностью, необходимо выявить более мелкие элементы внутри нашего тела, коммуникации и взаимодействия между ними, а так же с внешними средами и коммутантами.

Какие же очевидные внутренние среды мы видим в теле человека ? Это, например, кровь в кровеносной системе, лимфа в лимфатической системе, жидкость в межклеточном пространстве. Кровь - это транспорт, который поставляет в жидкость межклеточного пространства необходимые вещества, а жидкая среда межклеточного пространства является аналогом морской среды в которой зародились одноклеточные организмы. Поскольку объем крови в организме ограничен, организмы постепенно выстроили целую систему коммутантов чтобы обеспечить нормальный уровень кислорода, углекислого газа, белков, питательных веществ в ней. Например, в конце раздела [Естественные среды и](#)

**СВЯЗИ** мы рассматривали систему вентиляции легких, отвечающую за концентрацию концентрации кислорода и углекислого газа в крови. В этом случае коммутант распределен между многими органами нашего тела, а ритм в нем задают нейроны дыхательного центра, расположенные в продолговатом мозгу.

## Принципиальная схема строения дыхательного центра



- ❖ **Дыхательный центр** образован ядрами продолговатого мозга и моста.
- ❖ В нем происходит генерация дыхательного ритма, обеспечивающего координированную работу дыхательных мышц.
- ❖ Разрушение этих ядер неизбежно ведет к необратимому прекращению дыхания.

Активация  
Чтобы активировать  
параметры

Источник: **Физиология дыхания Лекция 6 Физиология дыхания В покое**

В систему обеспечивающего нормальный уровень концентрации кислорода и углекислого газа в крови входит и другой коммутант сердце - это орган отвечающий за перекачку крови по кровеносной системе. Мы не будем вдаваться в устройство сердца как живого насоса для перекачки крови, для нас важно что кровеносная система - это именно коммутант, так как оно обладает собственной "нервной системой" для управления циклом сжатия и расслабления сердца, который является основой этого процесса перекачки. Автономность кровеносной системы доказывает то, что при наличии аппаратуры поддержки дыхания, сердечная деятельность и газообмен может продолжаться и после смерти мозга.



## Проводящая система сердца (фронтальный срез)

