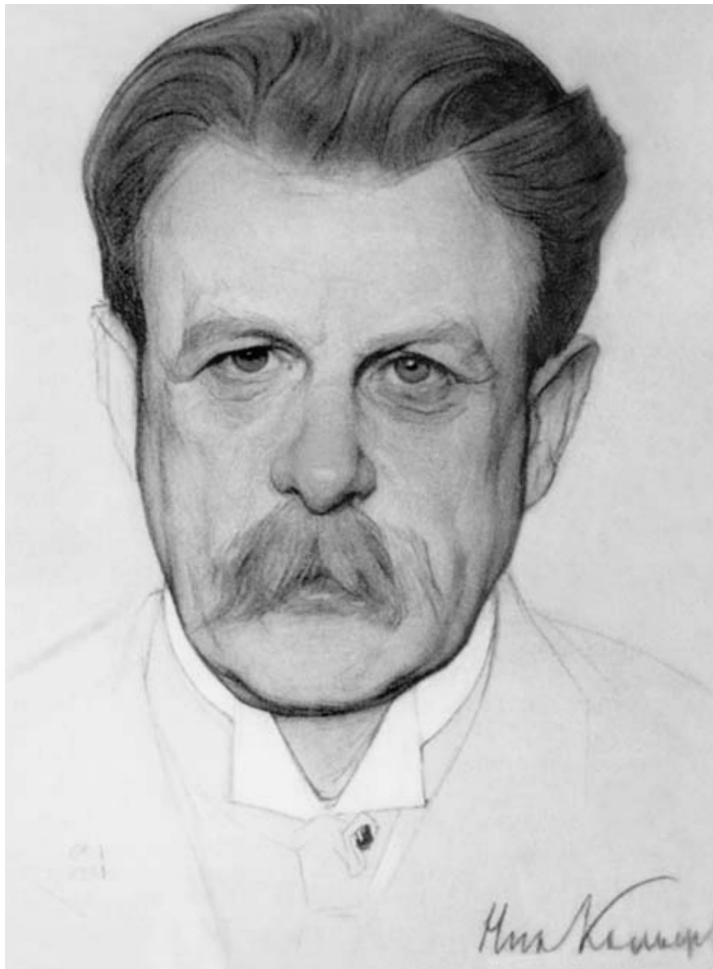




**Морфологический семинар
Сентябрь 2018**

Николай Кольцов: классический морфолог и революция в биологии

Портрет Кольцова, написанный в 1922 году
художником и скульптором Андреевым
(автором знаменитого памятника Гоголю).

Ключевые работы Кольцова

- **1901.** “Развитие головы миноги. К учению о метамерии головы позвоночных” (магистерская диссертация).
- **1905.** “Исследования о спермиях десятиногих раков в связи с общими соображениями относительно организации клетки” (докторская диссертация, не защищена).
- **1903-1915.** Большая серия работ о цитоскелете сперматозоидов, о сокращении стебельков сувоек и о влиянии различных ионов на сократительную активность клеток.
- **1915.** “Взгляды Лотси на эволюцию организмов”.
- **1928.** “Физико-химические основы морфологии” (автореферат доклада на 3-м Всероссийском съезде зоологов, анатомов и гистологов).

Ключевые работы Кольцова (продолжение)

- **1930.** “Об экспериментальном получении мутаций” (это направление работы продолжили Сахаров и Рапопорт).
- **1932.** “Искусственный партеногенез у шелковичного червя” (это направление работы продолжил Астауров).
- **1933.** “Проблема прогрессивной эволюции”.
- **1934.** “Генетика и физиология развития”.
- **1935.** “Роль гена в физиологии развития”.
- **1936.** “Организация клетки” (сборник).

Можно выделить четыре группы: (1) работа о голове миноги, (2) чисто исследовательские работы по цитологии, (3) обзорные работы по биологии развития, генетике и эволюционной теории, (4) работы о природе генов.

Этапы развития морфологии

- **Дозволюционный этап** (до 1859): первичное накопление знаний и концепций.
- **Последарвиновский этап** (1859-1900): первый “золотой век” морфологии, стремительный рост количества и качества эволюционных исследований.
- **Этап изоляции** (1900-1997): характеризуется слабым взаимодействием сравнительной анатомии с другими ветвями биологии и оттоком кадров в более молодые дисциплины.
- **Постфилогенетический этап** (после 1997): сравнительная анатомия освобождается от филогенетических задач и начинает активно взаимодействовать с новой филогенетикой и биологией развития.



Николай Константинович Кольцов

Окончил Московский университет в **1894** году, защитил магистерскую диссертацию в **1901** году и подготовил докторскую диссертацию (не защищенную) в **1905** году.

Начало его научной деятельности точно совпадает с началом периода, обозначенного нами как “период изоляции” сравнительной анатомии.

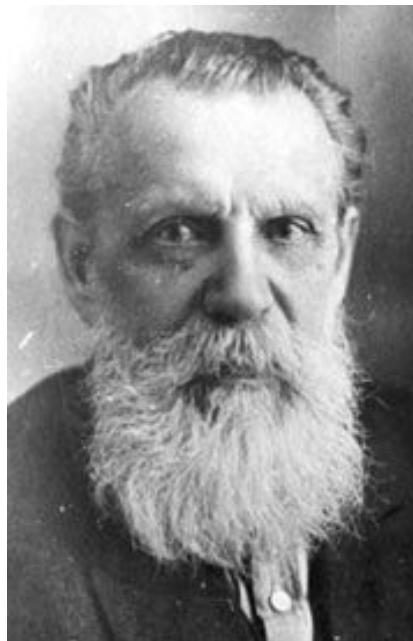
Научная революция?

Кольцов сам перечислил четыре новые науки, изменившие биологию XX века, и даже датировал возникновение каждой из них **(Кольцов, 1935)**:

- Физиология развития, она же механика развития - **1895** (год начала выхода *Archiv fur Entwicklungsmechanik*).
- Генетика - **1900**.
- Цитология - **1902** (год выхода третьего издания учебника Эдмунда Вильсона).
- Биохимия - **1906** (год начала выхода *Biochemical Journal*).

Правомерно ли считать, что в 1895-1906 годах в биологии произошла научная революция?

Исторический разговор Кольцова с Мензбиром



Несколько лет назад на заседании Общества испытателей природы после длинного доклада одного из членов общества о развитии плавников рыб я обратился к председательствовавшему М. А. Мензбиру с вопросом: “Скажите, М. А., за тридцать пять лет после того, как я подал вам свое студенческое сочинение, была ли высказана по этому вопросу какая-нибудь действительно новая, свежая мысль? Я получил короткий решительный ответ: “Никакой!”

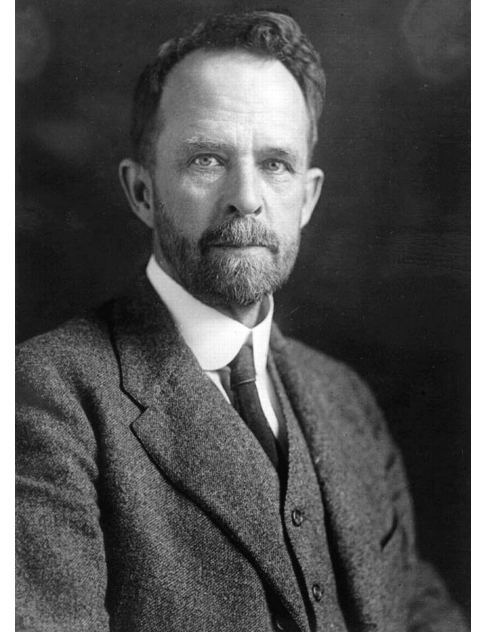
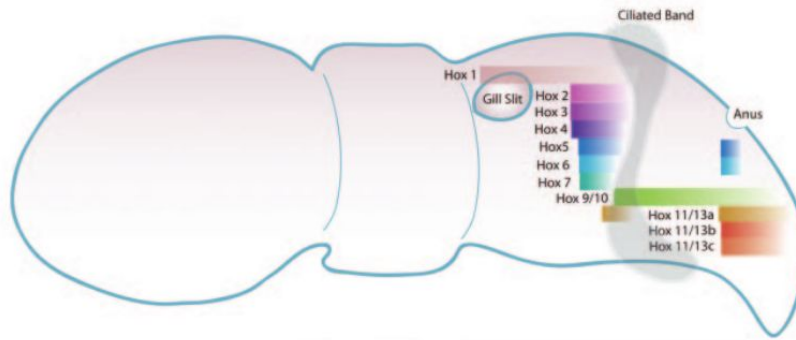
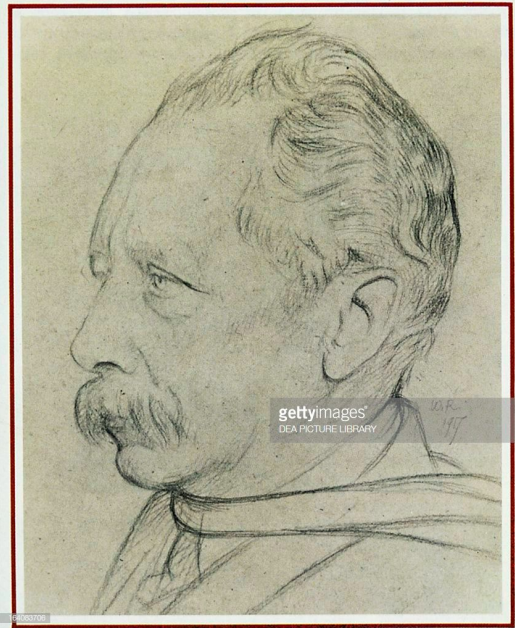
(Кольцов, 1936)

Кольцов vs Северцов

...В декабре 1927 года на III съезде анатомов, гистологов и зоологов в Ленинграде Н. К. Кольцов выступил с речью “Физико-химические основы **биологии**” (*). На том же пленарном заседании выступал А. Н. Северцов на тему “Морфофизиологические закономерности эволюции”. Взгляды А. Н. Северцова - это целая эпоха в развитии теории эволюции, однако для нас это было словно противоборство старого и нового направлений в биологии, в наших глазах оно прошло под знаком победы борьбы за экспериментальные методы
(Н. П. Дубинин, “Вечное движение”).

(*) В названии доклада Кольцова у Дубинина ошибка.

Бэтсон и Морган - исследователи полухордовых, отвергшие эволюционную морфологию



Позиция Бэтсона

It is no time to discuss the origin of Mollusca or of Dicotyledons, while we are not even sure how it came to pass that *Primula obconica* has in twenty-five years produced its abundant new forms almost under our eyes
(Bateson, 1914).

Even Bateson (1884, 1885), in his younger, more liberal days at least, contributed through his studies on the embryology of the acorn worms to the contemporary wide interest in the problem of the origin of the vertebrates. But after he had experienced the satisfactions of experimental science, Bateson (1914) formed a poor opinion of those who indulged in what he regarded as idle speculations and held them up to ridicule, comparing their attempts to explain "adaptations" with the optimistic vaporings of Voltaire's Dr. Pangloss
(Gregory, 1946).

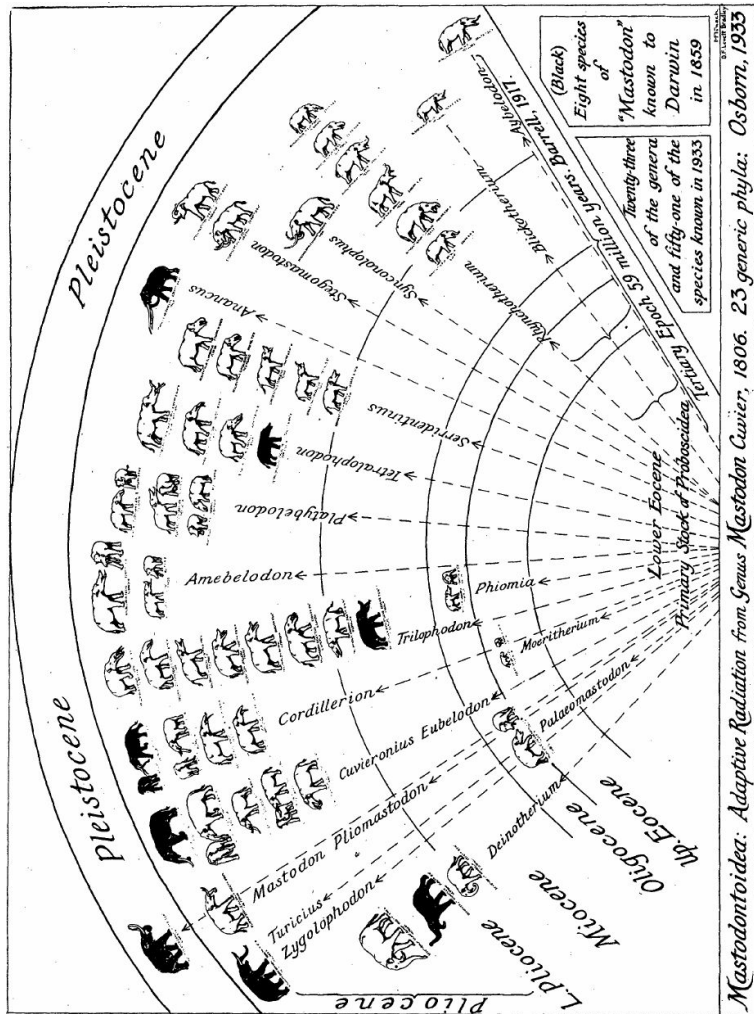
Из письма Добржанского к Филипченко (1928)

...Сообщу Вам по секрету, что и Морган, и все прочие в этой лаборатории относятся к сравнительной анатомии а la Северцов не лучше, чем я. Он ведь получает ежедневно кучу оттисков, и все оттиски по сомнительной анатомии немедленно выбрасывает в сорную корзину. Недавно был большой тюк с произведениями Северцова и К, и я со сладострастием наблюдал, как все это пошло на свалку. В произведении сына Северцова об языке рептилий были многочисленные филогенетические деревья, на которые я указал Моргану. Его реплика была такова: "Я думал, что такие идиоты могут существовать только в Museum of Natural History". (...) Говорить об этом смешно, а работать на этом поприще - значит терять время.

Генри Файрфилд Осборн



Президент нью-йоркского Музея естественной истории в 1908-1933 годах.

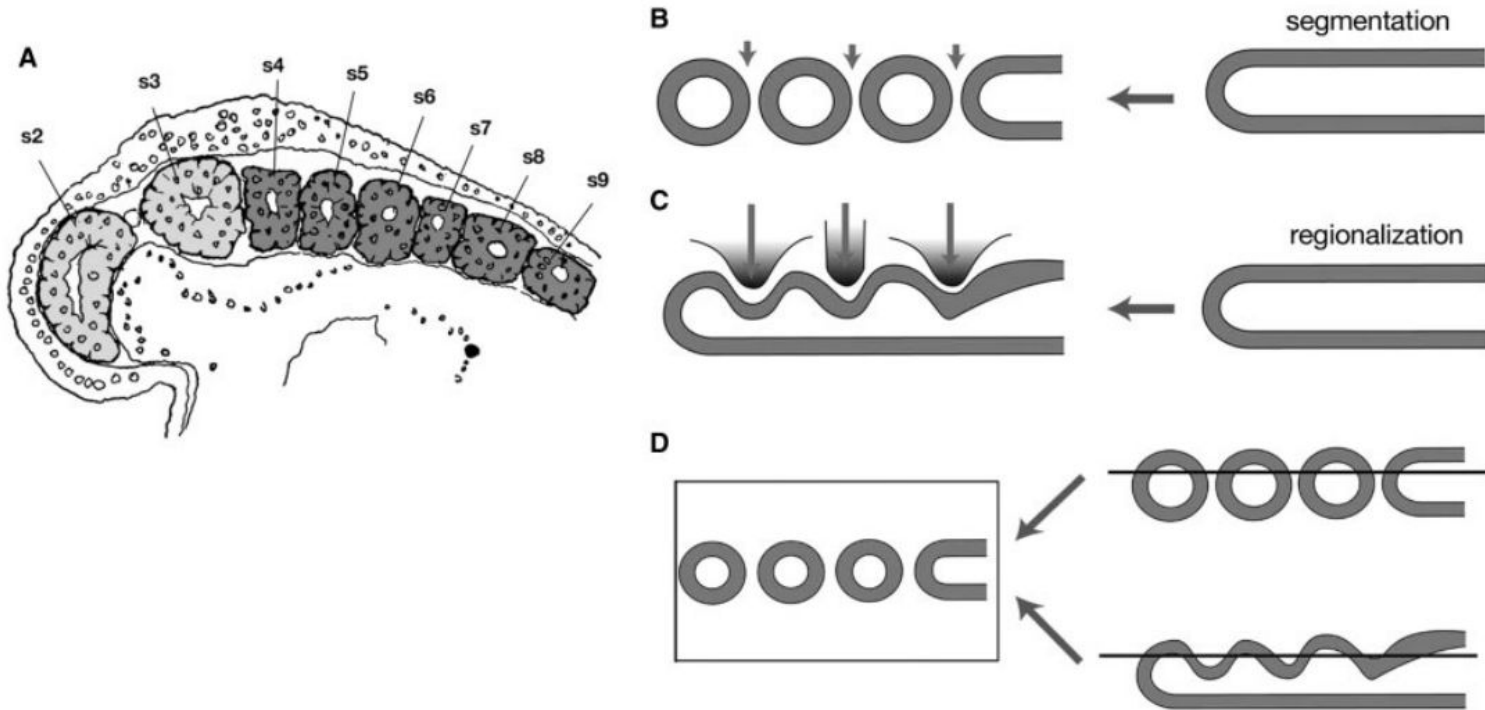


Теперь вернемся к Кольцову

Нетрудно выделить четыре аспекта его научной деятельности:

1. Исследование развития головы миноги - единственная классическая сравнительно-анатомическая работа.
2. Многочисленные цитологические исследования, в основном касавшиеся цитоскелета и его влияния на форму клеток.
3. Не менее многочисленные обзорные работы по биологии развития, генетике, эволюционной теории, физиологии - в этих областях работал не столько сам Кольцов, сколько его ученики.
4. Серия этюдов о природе гена, которые мы выделяем из предыдущего пункта ввиду их исключительной важности.

Куратани vs Кольцов



Куратани совершенно необоснованно упрекнул Кольцова в ошибке!

Светлов о Кольцове

аую эту неоднородность рассматривает.

Лишь у очень немногих авторов можно найти недооценку или отрицание морфологических особенностей передней части головы позвоночных. Уже Н. К. Кольцов (1901), для которого обособленность и иной способ происхождения трех передних головных сегментов зародыша миноги были совершенно ясны, главное внимание обращает не на найденные им отличия, а на черты сходства их с типичными сегментами: его задача — доказать метамерность головы позвоночных на всем ее протяжении от роstralной до затылочной части. Особенности прехордальной части головы являются для него скорее досадной помехой, лишаящей теорию метамерии головы Гегенбаура, Фан-Вая и других «властителей дум» того времени ее первоначальной стройности. Д. П. Филатов (1907), изучая раз-

Действительно, Кольцов (1901) *de facto* игнорирует проблемы планов строения, воздерживаясь от любых собственных суждений на эту тему.

Состояние проблемы

...А параллельно и в мировой науке значительно упал интерес к чисто сравнительно-анатомическим проблемам. Уже с самого начала XX века те институты и лаборатории, где еще совсем недавно процветали сравнительно-анатомические исследования, за немногими исключениями перешли к разработке других областей биологии. Я уверен, что если бы я задал своему недавно скончавшемуся учителю в области сравнительной анатомии такой же вопрос о современном положении проблемы метамерии головы позвоночных, как о другой проблеме - происхождения парных конечностей, то вероятно получил бы от него тот же самый ответ:

“Ничего существенного XX столетие не дало!”

(Кольцов, 1936)

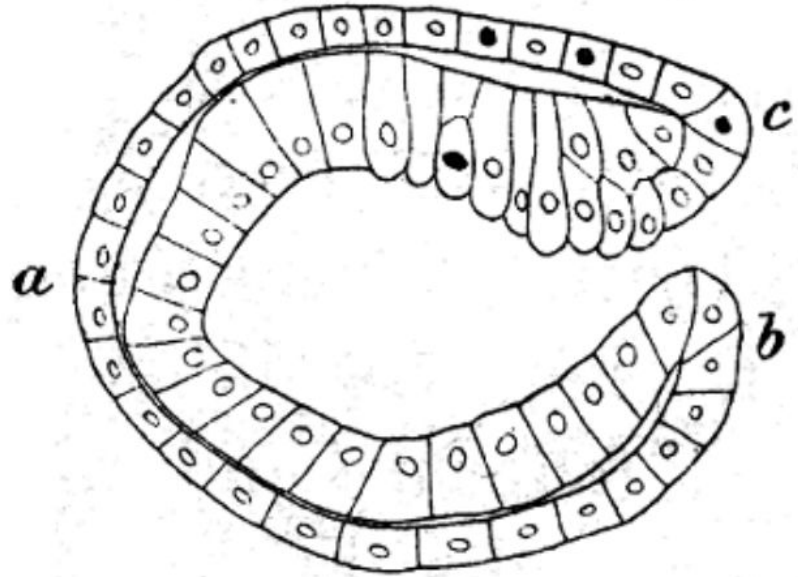


Прогноз Кольцова

...Чистый сравнительный и описательный методы исчерпали свои возможности и свою проблематику. Только в соединении с экспериментальной методикой новых биологических дисциплин - в особенности физиологии развития и генетики - старая сравнительная анатомия и эмбриология могут возродиться как активные творческие науки.

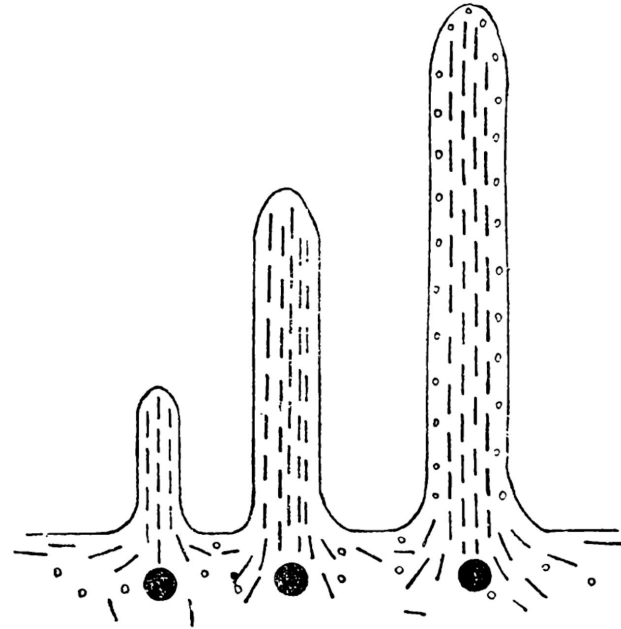
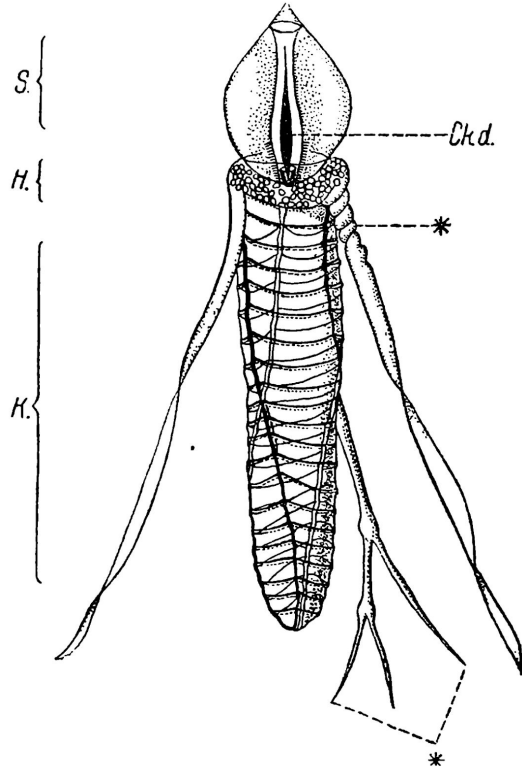
(Кольцов, 1936)

В. Н. Львов (1859-1907)



Следует учитывать, что учителем Кольцова был не только Мензбир, но и Василий Львов, прекрасный эмбриолог.

Кольцов и цитоскелет



Слева - сперматозоид
рака-отшельника
(Кольцов, 1906),
справа - схема
образования ресничек
(Кольцов, 1929).

Кольцов и яйцо

Индивидуальное развитие является процессом превращения одной чрезвычайно сложной системы в другую, столь же сложную, но качественно иную **(Кольцов, 1935)**.

Яйцо, вышедшее из яичника, представляет собой независимый организм, действующий как единое целое. Но реакции этого организма на внешние воздействия строго ограничены. Яйцо не обладает обычно локомоторными функциями, свободным перемещением в пространстве, и не добывает пищи извне. Основной эффекторной реакцией зрелого яйца на раздражение является митотическое деление яйца и дробление **(Кольцов, 1932)**.

Определение жизни

Неотъемлемым признаком жизни является наличие определенной б. или м. сложной формы («морфа»). Все живые организмы подобно кристаллам представляют системы, обладающие векториальными свойствами, т. е. свойства этих систем по разным направлениям различны. Поэтому грубым и вредным недоразумением является употребляемый некоторыми, даже крупными биологами термин «живое вещество». В понятие вещества входит непременно признак делимости, и здесь свойства произвольно взятой части соответствуют свойствам целого. Живой организм представляет собой единую, цельную систему, части которой обладают иными свойствами, чем все целое. Употребление термина «живое вещество» допустимо лишь в геохимическом смысле, когда им обозначается участие живых организмов в круговороте веществ в земной биосфере. Существ. важность

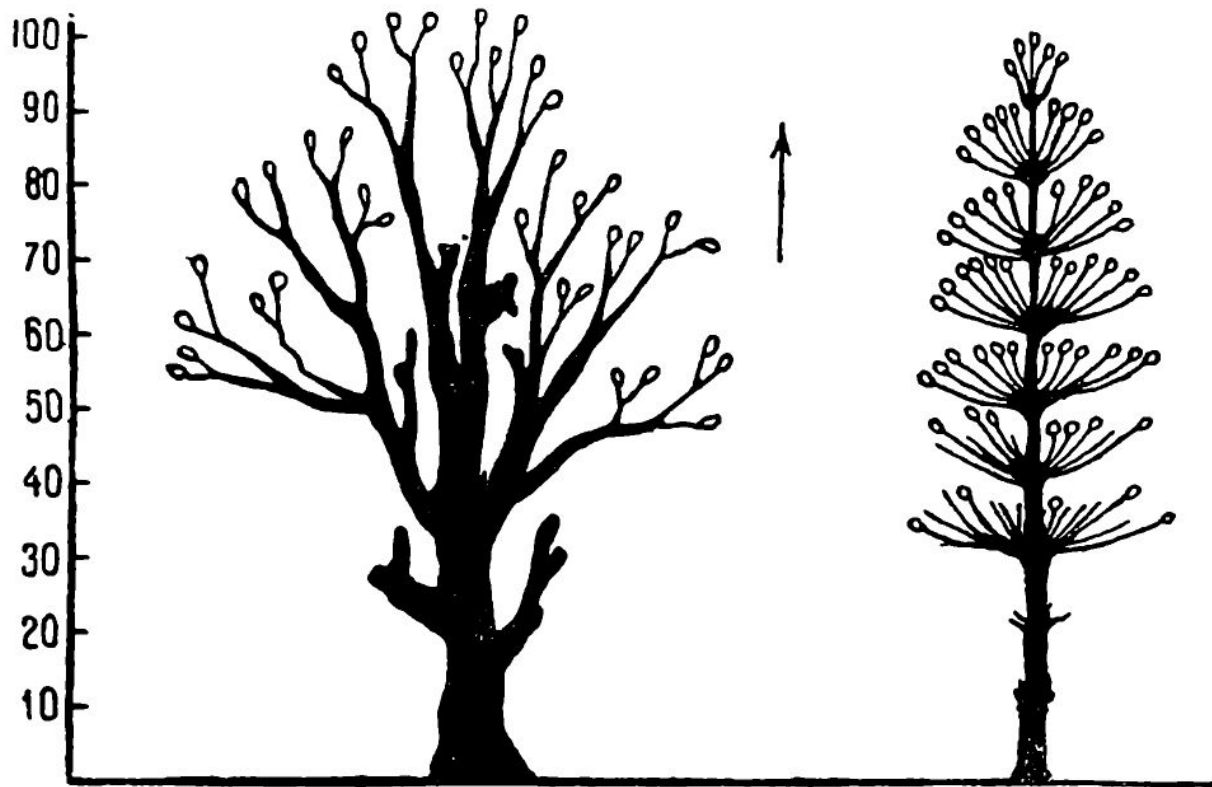
Взято из статьи Кольцова "Жизнь" в Большой медицинской энциклопедии (1929). Неотъемлемые признаки жизни согласно этой статье - (1) целесообразная раздражимость, (2) размножение, (3) индивидуальное развитие, (4) форма и (5) эволюция.

Определение жизни

Жизнь определяется обычно, как непрерывный обмен веществ и непрерывная смена энергии в определенной, хотя также постоянно изменяющейся организованной системе. Из этого определения нельзя выкинуть ни одну из его частей, так как в отдельности и обмен веществ и смену энергии мы находим в самых различных явлениях природы, а организованные системы мы также встречаем и в атомах и в молекулах, в кристаллах и в солнечных мирах. Чтобы открыть подлинную специфичность жизненных явлений, необходимо глубже анализировать три основных особенности жизни: обмен веществ, смену энергии и форму системы—«морфу».

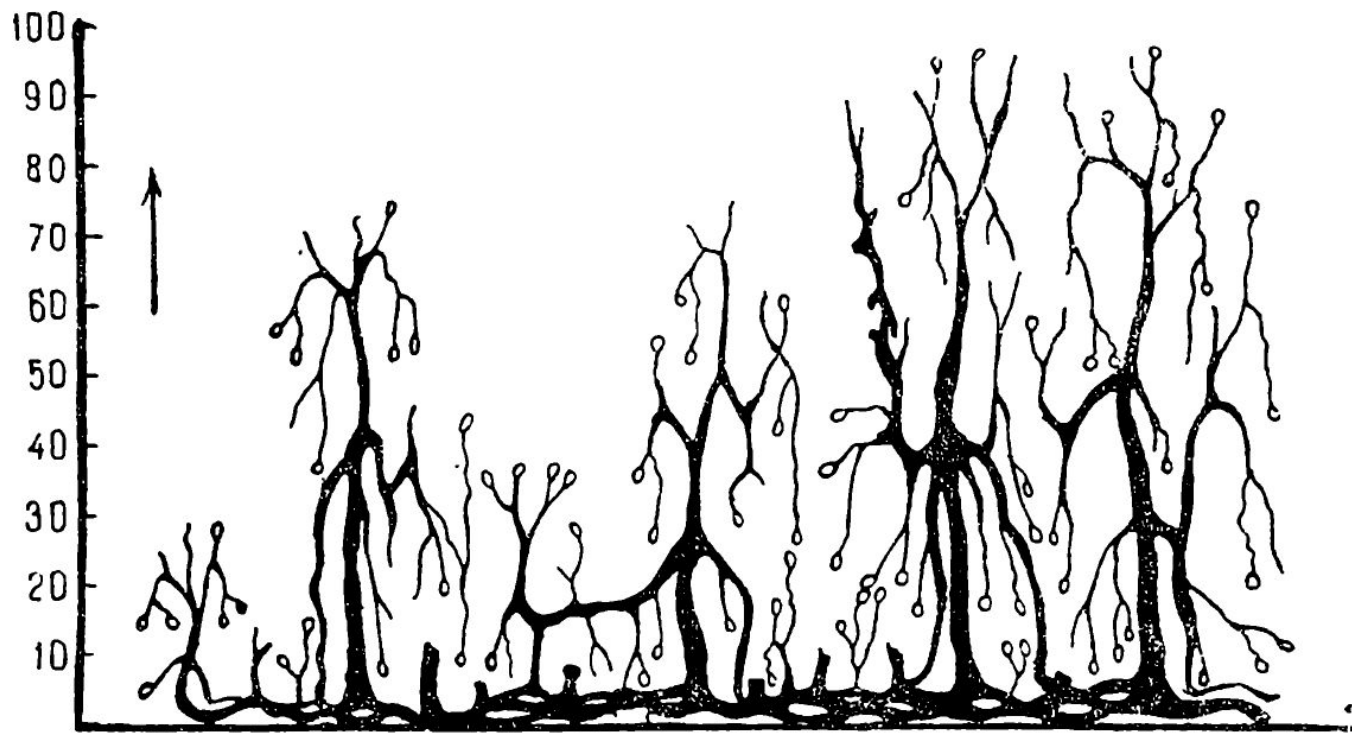
Взято из предисловия к сборнику работ Кольцова (1936).

Эволюционный прогресс и регресс



Эволюционное древо
типа "дерева" и типа
"хвоща" (**Кольцов, 1933**).

Эволюционный прогресс и регресс



Эволюционное древо типа “мангровой заросли” (Кольцов, 1933).

Эволюционный прогресс и регресс

Вспоминая знаменитый спор между Кювье и Жоффруа Сент-Иллером, и современный биолог не может не встать на сторону Кювье в смысле отсутствия прямой связи между морфологией типов, конечно, вполне согласуя это отрицание с идеей единства эволюции организмов.

Здесь Кольцов еще раз подтверждает свое равнодушие к проблемам эволюции планов строения, которые могут решаться только посредством идеалистической морфологии.

Хотя де-факто он именно о планах строения и рассуждает (например, когда говорит, что отдельные эволюционные стволы - ктеноплана и целоплана - "перебегают от участка кишечнополостных к участку червей").

“Вейсмановский импринтинг”



Кольцов на 2-м курсе прочитал книгу Вейсмана “О зачатковом пути” и всю жизнь предельно скептически относился к любым рецидивам ламаркизма (которые в первой половине XX века были еще нередки). На этой почве у него случилась даже научная дискуссия с И. П. Павловым, причем Кольцов в ней победил.

Ян Паулус Лотси



Голландский ботаник, в начале 1910-х годов высказавший в серии работ гипотезу, что гены абсолютно стабильны (примерно как атомы нерадиоактивных элементов), а эволюция идет исключительно посредством их рекомбинации.

Комментарий Кольцова к теории Лотси

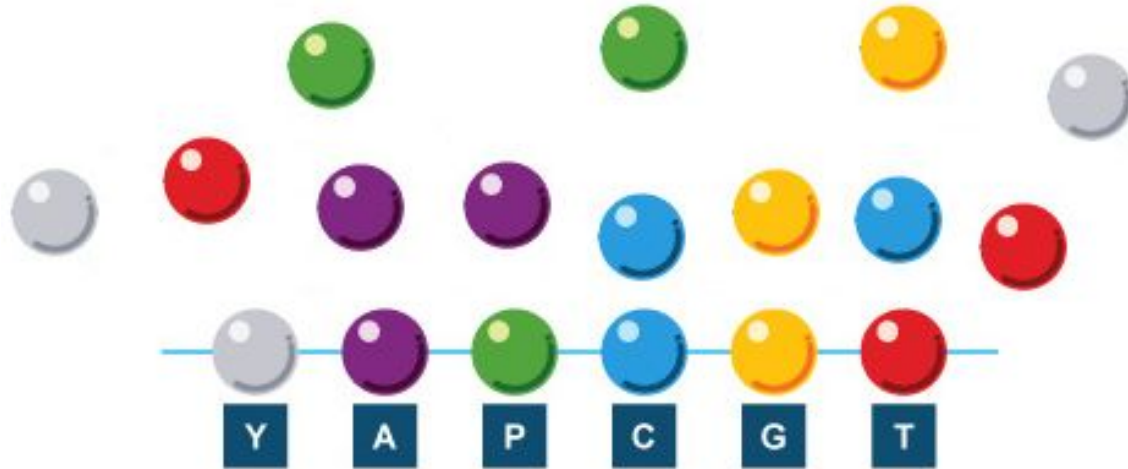
...В его глазах гены - химические вещества, которые появились, очевидно, естественным путем. Если так, откуда же такая стойкость? Лотси сравнивает гены почему-то с элементами, но, конечно, такое сравнение только аналогия, так как ген в его глазах, без сомнения, химическое углеродистое соединение. А ведь все, что мы знаем в настоящее время об углеродистых соединениях, заставляет нас сомневаться в том, чтобы могли существовать среди них такие, которые были бы лишены способности вступать в химические реакции. Если уж становиться на почву химических сравнений, то, без сомнения, следует признать гены способными к изменчивости, так как во всяком органическом соединении атом водорода может быть скачкообразно заменен группой CH_4 (Кольцов, 1915).

Открытие репликаторов

Молекула октокайдекапептида, состоящая из 18 аминокислот, может иметь около триллиона изомеров, а изомеры сложных белковых молекул должны исчисляться центильонами (число из 600 цифр).

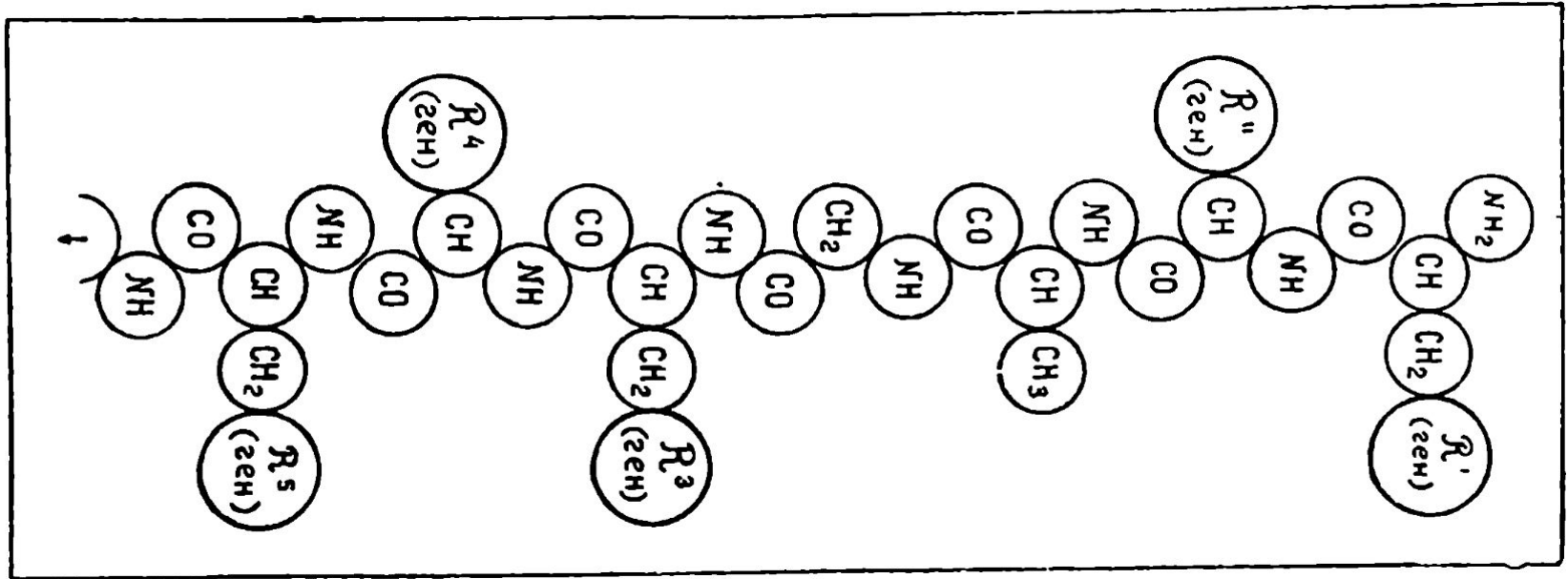
Представляется совершенно невероятным, чтобы синтез определенного изомера белков определялся исключительно внешними условиями реакции. Поэтому докладчик выставляет гипотезу, что процесс ассимиляции белков сводится к кристаллизации из аминокислотных ионов вокруг уже имеющихся белковых молекул. Размножение, считавшееся до сих пор отличительным признаком организма, распространяется, таким образом, на химические вещества **(Кольцов, 1928).**

Открытие репликаторов



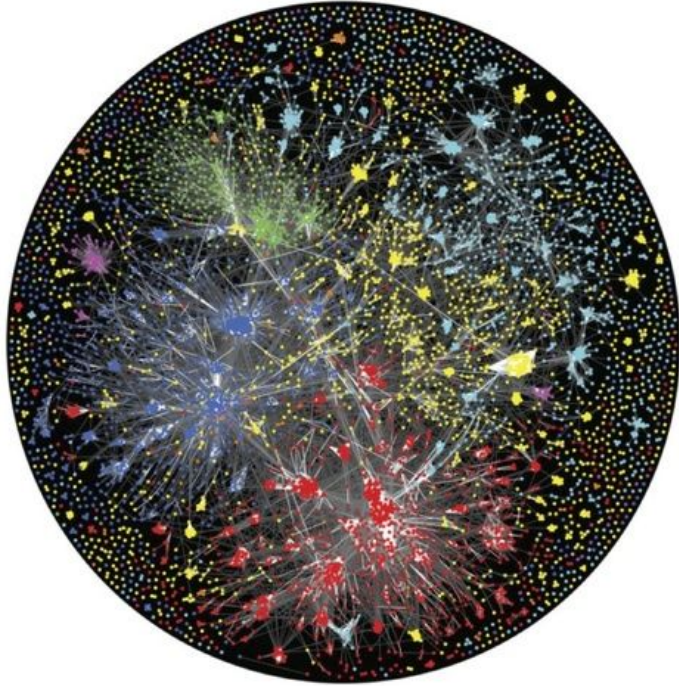
Схема, поясняющая кольцовскую гипотезу синтеза белковых молекул.

Открытие репликаторов



Кольцов считал, что хромосома - это белковая цепочка, а ген - радикал аминокислоты (**Кольцов, 1935**).

Открытие репликаторов



Эволюция органического мира сводится, таким образом, к эволюции хромосомных белковых молекул, управляемой естественным отбором фенотипов. Так как из центильонов возможных комбинаций белковых молекул могла осуществиться на Земле до сих пор лишь ничтожно малая часть, номогенетические закономерности могли играть в эволюции лишь самую незначительную роль. Роль внешней среды и ландшафта могла сказаться в эволюции организмов лишь через посредство естественного отбора (**Кольцов, 1928**).

Творческая роль естественного отбора

Уничтожение в борьбе за существование каждого рода хромосомных молекул, т.е. каждого вида животных вроде морской коровы или зубра, - безвозвратно, т.к. вероятность нового возникновения такой же молекулы бесконечно мала. А вместе с исчезнувшей молекулой уносятся безвозвратно и квадрильоны комбинаций, которые согласно законам номогенеза могли бы возникнуть в дальнейшей эволюции. Естественный отбор, руководящий эволюцией хромосомных молекул, имеет перед собой такой огромный выбор, какого не знает неорганическая природа. Для нас, верящих в неизменность закона постоянства энергии, термин "творить" может иметь только одно значение: из многих комбинаций выбирать только одну. Поэтому я считаю, что мы и теперь, как 50 лет назад, имеем право спокойно утверждать: "естественный отбор творит новые формы" **(Кольцов, 1929)**.

Выводы: особенности научного мировоззрения

- Твердый “вейсманизм”.
- Функциональный подход (в широком смысле).
- Центральная проблема - динамика биологической формы.

Выводы: главные личные достижения

- “Развитие головы миноги”.
- Фактическое открытие цитоскелета - и микротрубочек, и микрофиламентов.
- Формулировка матричного принципа копирования наследственных молекул.

Чего не следует делать

- Называть Кольцова великим генетиком.
- Объявлять перспективными исследования, на самом деле не давшие никакого результата - как в случае со сперматозоидами, которые разгоняли электрофорезом.
- Рассуждать о гомологиях костей в черепе миноги.
- Приписывать Кольцову теоретические достижения, на самом деле не имевшие места - например, открытие принципа комплементарности.
- Игнорировать тот факт, что по интересам Кольцов всегда оставался морфологом. Даже его последняя недописанная работа называлась “Химические основы морфологии”. Можно сказать, что Кольцов противопоставил “гётевской” морфологии иную - “вейсмановскую”.

Более общие выводы

- На всех без исключения стадиях своей работы Кольцов считал конечным объектом исследований форму живых организмов (и ее динамику). Проблема в том, что совместить классическую морфологию с неклассической тогда было практически невозможно, и он выбрал неклассическую.
- Если взятые для сравнения Морган и Добржанский демонстрируют “взрывную” логику научной революции, то у Кольцова логика скорее “аддитивная”: он воспринимал классическую науку как основу для надстройки и спорил только с отдельными концепциями.
- В развитии эволюционной морфологии наблюдается своего рода отрицание отрицания: идеалистическая морфология уступает место каузальной, которая в свою очередь приводит к идеалистической (уже в наше время).