

И.И. Шмальгаузен

Проблема смерти и бессмертия

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 101
ББК 87
И11

И11 **И.И. Шмальгаузен**
Проблема смерти и бессмертия / И.И. Шмальгаузен – М.: Книга по Требованию, 2024. – 96 с.

ISBN 978-5-458-54423-8

ISBN 978-5-458-54423-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

„Leben ist die schönste Erfindung
der Natur und der Tod ist ihr Kunstgriff,
viel Leben zu haben“.

Goethe ¹⁾.

1. Цикличность жизненных процессов.

Жизнь — вечное движение, непрерывная смена веществ, структуры, формы. В этом постоянном потоке одна за другой выступают на сцену отдельные особи, проходят свой типичный жизненный цикл и умирают, уступая место другим. Существование каждой особи ограничено во времени. Возникая от других особей, живые организмы сами каждый раз заново воссоздают свою типичную структуру и сами в непрерывном обмене веществ и энергий поддерживают свое существование, пока, дав начало новым организмам, новой жизни, они не утратят собственную, распавшись на те же безжизненные вещества, из которых они построили свое тело. Определенность жизненного цикла представляет собой одно из наиболее характерных свойств живых организмов. Зарождаясь в виде незначительного обыкновенно зачатка, как, например, одной клетки — яйца, организм при деятельном размножении клеток переходит в период интенсивного роста, связанного с развитием типической его формы и строения. Это — период юности, характеризующийся преобладанием процессов созидания (ассимиляции) над процессами разрушения (диссимиляции). Энергия роста зародыша в течение весьма короткого времени достигает очень значительной величины и затем еще на очень ранних стадиях развития довольно быстро падает.

Кривая роста имеет довольно характерную форму буквы S, как это видно по прилагаемому чертежу (рис. 1), на котором по оси абсцисс отмечен возраст зародыша, а ординаты указывают его раз-

¹⁾ Жизнь — прекраснейшее изобретение природы, а смерть — ее искусственное средство, чтобы иметь много жизни. Гёте.

меры. Еще демонстративнее вторая кривая (рис. 2), указывающая интенсивность роста, вычисленную по процентам приращения веса в единицу времени. Здесь ясно видны быстрый подъем скорости роста и быстрое ее падение на весьма уже ранних стадиях развития. Указывают, что это падение энергии развития соответствует падению жизненной энергии клеток. Еще не родившийся организм вместе с приобретением жизни идет уже к смерти. Жизнь индивидуума во всех его фазах, начиная с самого зарождения, есть непрерывное умирание — некробиоз (Менерт). В этой парадоксальной фразе не мало истины. Но все же падение энергии клеточных делений еще не означает падения жизненной энергии вообще, оно

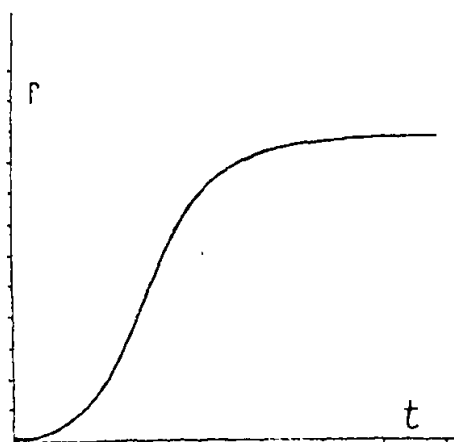


Рис. 1. Типичная кривая роста животного организма или отдельного органа. Абсцисса указывает возраст, а ордината — вес.

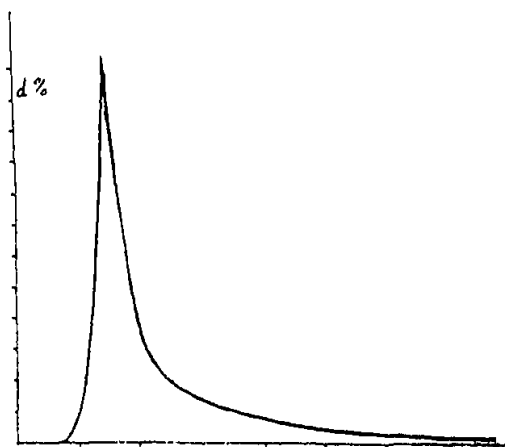


Рис. 2. Типичная кривая интенсивности роста организма или отдельного органа. Абсцисса указывает возраст, а ордината — прирост в единицу времени, выраженный в процентах.

означает лишь изменение характера жизнедеятельности. Процессы простого роста заменяются более сложными процессами развития со значительной затратой энергии на формообразование и клеточную дифференцировку.

Однако и процессы формообразования, как и рост, приходят к концу, и готовый организм переходит в период зрелости, который в общем характеризуется состоянием равновесия между процессами распада и восстановления. Наиболее важной особенностью зрелого организма является его способность к размножению. Как общее правило можно принять, что рост организмов является ограниченным, что вполне ясно выражено, например, у насекомых с метаморфозом, которые после вылупления из куколки уже ~~вообще~~ не растут. То же самое наблюдается и у большинства наземных

позвоночных, в том числе, как нам это известно из повседневного опыта, и у человека. В других случаях, однако, рост, постепенно, впрочем, угасая, продолжается в течение всей жизни. Это известно, например, для различных ракообразных, многих рыб, черепах.

В чем причина остановки роста? Несомненно, это прежде всего — результат прекращения клеточных делений. Теряют ли клетки с возрастом вообще способность к делению или в организме появляются какие-либо препятствия для клеточного размножения?

Экспериментальные исследования над культурами тканей вне организма показывают, что многие клетки пожизненно сохраняют способность к размножению, и с возрастом лишь падает скорость, с какой клеточные деления следуют друг за другом. Существование животных с постоянным ростом указывает на то же самое. Эксперименты с тканевыми культурами говорят в пользу того, что существуют в организме какие-то вещества (гормоны), стимулирующие клеточные деления (в тканевой жидкости зародышей, в ранах), и потому является весьма вероятным, что существуют и вещества, тормозящие таковые¹. Поэтому следует думать, что клетки находятся в организме под влиянием гормонов, регулирующих их размножение. Во взрослом организме гормоны затормаживают клеточные деления, ведущие к увеличению размеров тела у животных с ограниченным ростом. Выделенные из организма клетки освобождаются от влияния тормозов и только тогда обнаруживают свою способность к клеточным делениям. То же самое иногда наблюдается и в организме, когда физиологическая изоляция известной части приводит к патологическим разрастаниям — постоянно растущим „злокачественным“ опухолям (саркома, рак и др.). Нужно, однако, сказать, что не все клетки сохраняют способность к размножению. Некоторые особо высоко дифференцированные клетки, как мы увидим в дальнейшем, действительно окончательно теряют способность к размножению путем деления. Очевидно односторонняя их специализация несовместима с клеточными делениями. Это касается в особенности нервных клеток. Однако то же самое наблюдается нередко и в других органах, а иногда касается и всего организма, который в этом случае состоит из точно определенного числа клеток.

Однако рано или поздно животный организм переходит обыкновенно в третий период своей жизни — период старости, характеризующийся преобладанием процессов разрушения над процессами восстановления. Регрессивные изменения, дегенерация отдель-

ных органов расшатывают весь организм. Нарушается нормальная координация частей; правильное функционирование важнейших органов становится невозможным, и жизненные явления постепенно угасают. Наступает смерть. Таким образом старческая дегенерация входит в нормальный цикл особи, и смерть есть последнее звено в цепи жизненных явлений.

Смерть неразрывно связана с жизнью уже потому, что всякое проявление жизни возможно лишь путем уничтожения известного количества живого вещества. Смерть представляет собой как бы негативную сторону жизни. Без жизни нет смерти, и источником последней является сама жизнь.

2. БЕССМЕРТИЕ ПРОСТЕЙШИХ.

Микроскопические животные организмы, известные под названием простейших, так же, как и сложные животные, обладают ограниченным ростом. Однако по достижении своих предельных размеров животное не умирает, а более или менее сложным путем

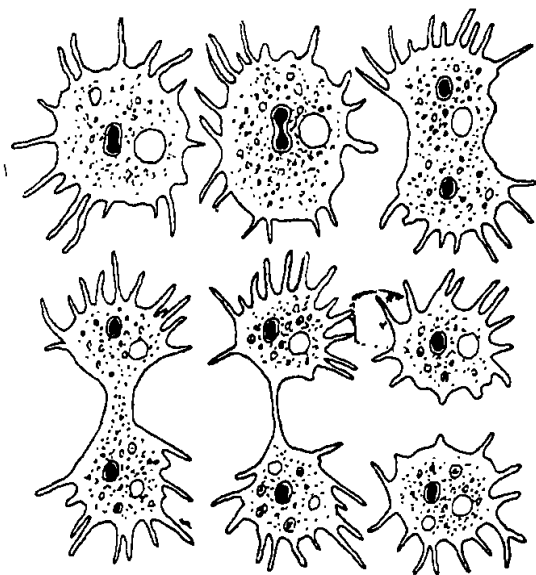


Рис. 3. Деление амебы (*Amoeba polytricha*) по Ф. Шульце из Ланга.

делится на две особи приблизительно одинаковых размеров. Такое деление надвое является нормальным способом размножения простейших и может, повидимому, продолжаться неограниченно долгое время.

На рис. 3 показан процесс деления амебы. Как видно на рисунке, делению протоплазматического тела амебы предшествует деление ее ядра, которое вытягивается в длину, приобретает форму гантели и затем разрывается по середине.

Чем дальше подвигается дело

изучения простейших, тем более накапливается фактов, позволяющих провести сравнение между этим делением простейших и сложным, кариокинетическим делением клеток высших организмов. И здесь частицы важнейшей ядерной субстанции — хроматина — равномерно распределяются между ядрами дочерних особей.

При делении более сложно построенных простейших — инфузорий — явление осложняется еще существованием органов, имеющих в единственном числе и не могущих быть разделенными. В этом случае данный орган переходит к одной из дочерних особей, а в другой особи подобный же орган развивается заново. На рис. 4 показано деление обыкновенной ресничной инфузории — парамеции, или туфельки. Имеющееся у материнской особи ротовое отверстие и глотка целиком переходят к одной из дочерних особей, а в другой особи образуются новый рот и глотка еще до ее обособления. Каждая дочерняя особь получает по одной из двух имеющихся у парамеции пульсирующих вакуолей, между тем как другая образуется в ней заново.

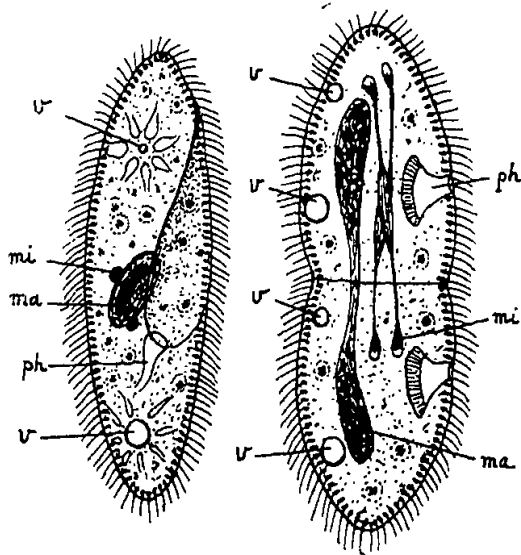


Рис. 4. Деление туфельки (*Paramecium aurelia*). По Д. Третьякову.

В этих процессах, как впервые отметили Вейсманн и Бючли, нет ничего похожего на смерть. Смерть есть прекращение жизни и сопровождается всегда появлением трупа. Здесь нет ни того, ни другого. Все продолжает жить, и ничто не погибает.

Таким образом [простейшие бессмертны, или, точнее, потенциально бессмертны, так как у них нет естественной, физиологической смерти, между тем как при неблагоприятных условиях существования они, разумеется, гибнут массами.]

При делении животного надвое, понятно, теряется индивидуальность материнской особи, — она как бы растворяется в дочерних. Объективно такая потеря индивидуальности со смертью не сравнима. В некоторых случаях, однако, трудно говорить даже и о потере индивидуальности. Некоторые простейшие размножаются путем обособления лишь незначительной части своего тела, путем так называемого почкования (особенно у сосущих ацинет). В этом случае материнская особь, очевидно, вполне сохраняет свою индивидуальность. Между таким почкованием и обычным делением надвое наблюдаются все переходы в виде неравных делений различного типа, и трудно указать, где индивидуальность материнской особи при этом теряется, где нет.

Время от времени в культурах простейших наблюдаются чрезвычайно интересные явления, которые с полным основанием сравнивают с половым процессом у сложных животных. У простейших этот половой процесс наблюдается в виде временного соединения двух особей, так называемой конъюгации, или полного их слияния, что обозначают как копуляцию. И в том и в другом случаях наиболее интересными являются сложные преобразования в ядерном аппарате обеих особей.

Половой процесс наблюдается лишь после более или менее значительного периода размножения. К концу такого периода интенсивность размножения значительно падает, так же, как падает и вообще вся жизнедеятельность особей. Обыкновенно такие изменения (состояние „депрессии“) наступают сразу у большинства особей данной культуры и разрешаются затем целой эпидемией конъюгаций.

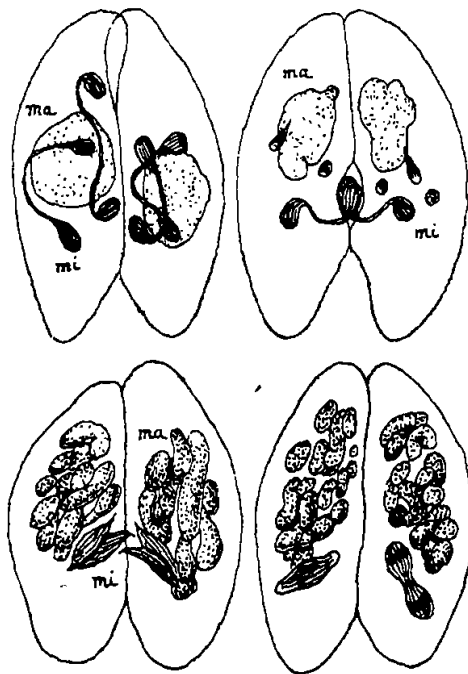


Рис. 5. Конъюгация туфельки (*Paramecium*). По Р. Гертвигу. *ma* — макронуклеус, *mi* — микро-
нуклеус.

Ход последней лучше всего изучен у ресничных инфузорий и в особенности у упомянутой уже парамеции. Две парамеции прикладываются друг к другу своими ротовыми отверстиями и слипаются. Вслед за этим наступают резкие изменения в ядерном аппарате (рис. 5). У парамеции, как и у других инфузорий, — два ядра: большое, вегетативное ядро — макронуклеус, играющее важнейшую роль в процессах обмена веществ, и другое, малое, генеративное ядро — микро-нуклеус, которое, как мы сейчас увидим, служит для восстановления всего ядерного аппарата при половом процессе. Большое ядро в обеих особях переро-

ждается, распадается и бесследно погибает. Малое ядро делится типичным образом дважды подряд и дает таким образом начало четырем ядрам в каждой особи. Из этих четырех ядер три распадаются, а четвертое делится еще раз на два ядра, из которых одно остается на месте, а другое перемещается в конъюгирующую особь. Таким образом происходит обмен ядрами между обеими особями.

Каждая из них сохраняет одно свое ядро и получает второе от другой особи. Эти ядра сливаются и путем деления воссоздают затем весь нормальный ядерный аппарат, т.-е. как *micrococcus*, так и *macrococcus* в каждой особи, после чего конъюгаты расходятся и вновь приступают к размножению посредством деления.

В обмене ядрами мы видим наиболее существенный момент полового процесса, сравнимый с оплодотворением у высших животных (амфимиксис). Так как конъюгация наблюдается в культурах обычно при известном недостатке пищи, обнаруживающемся в результате чрезмерного размножения инфузорий, то явилась мысль воспрепятствовать их конъюгации путем постоянного обильного снабжения культур свежим питательным материалом. Такие опыты действительно удались сначала Мопе, затем Калкинсу и другим исследователям. Конъюгацию удалось предотвратить, но понижение жизнедеятельности — состояние „депрессии“ целой культуры все же периодически наступало. Путем обновления питательной среды, а затем путем внесения различных экстрактов, действовавших в качестве химических раздражителей, удавалось прерывать это состояние и возбуждать инфузорий к новому подъему жизнедеятельности и к интенсивному размножению. Однако все эти меры оказывались действительными лишь до поры до времени. В конце концов наступали полная дегенерация и гибель всей культуры (у Калкинса на 742-м поколении). Эти наблюдения вновь выдвинули вопрос о физиологической смерти у простейших. Мопе и другие авторы стали видеть в состоянии депрессии явления старческого вырождения, которое и у простейших ведет к смерти, если только животное не избегнет ее благодаря омолаживающему влиянию полового процесса.

Таким образом возникла новая постановка всей проблемы, и Р. Гертвигом и другими авторами развито замечательно красивое сравнение жизненного процесса сложного животного с полным циклом размножения простейшего. Как инфузория после конъюгации приступает к деятельному размножению, интенсивность которого затем после известного числа поколений падает, и все особи при явлениях депрессии приближаются к физиологической смерти, так и у сложного животного оплодотворенная яйцеклетка размножается путем простого деления, сначала чрезвычайно интенсивно, а затем все медленнее; жизнедеятельность этих клеток, составляющих целый организм сложного животного, падает, и они при явлениях старческого перерождения приближаются к смерти.

Продукты клеточных делений в этом случае лишь остаются во взаимной связи, а не расходятся для ведения самостоятельной жизни, как у большинства простейших. Имеется, однако, еще одно существенное различие. У простейших все особи последней генерации способны к омоложению в результате полового процесса, между тем как в организме высших животных эту способность сохраняют одни только половые клетки.

Но ведет ли половой процесс, и в частности конъюгация, действительно к омоложению организма? Это является в высшей степени сомнительным уже потому, что далеко не у всех простейших половой процесс является столь обязательным, и даже у парameций, по исследованиям Дженнингса, имеются различные расы, отличающиеся по своей потребности в конъюгации. Одни расы конъюгируют часто, другие редко, а у третьих и вовсе не наблюдалось конъюгации в течение 2—3 лет. Наконец, Дженнингс произвел еще следующий опыт: он разделял соединившихся для конъюгации парameций и культивировал их дальше. Оказалось, что жизнеспособность этих культур была даже выше контрольных, где конъюгация была доведена до конца.

Позднейшие эксперименты Вудрёф и Метальникова проливают новый свет на весь этот вопрос. Уже Мопс и Калкинс при своих опытах пришли к необходимости постоянного изолирования минимального числа особей в сравнительно большом количестве жидкости. В противном случае состояния депрессии наступают очень быстро вследствие накопления продуктов обмена, что и приводит к гибели всю культуру. Вудрёф применяла собственно тот же метод ведения культур, но довела его до совершенства путем ежедневного изолирования одной особи (*Paramecium aurelia* делится в среднем 1—2 раза в сутки) в 5 каплях жидкости (сенной отвар). Возможность конъюгации была при этом методе совершенно исключена. Таким образом Вудрёф удалось с мая 1907 года до декабря 1920 года получить 8400 поколений, поддерживая культуру в продолжение $13\frac{1}{2}$ лет. Если бы возможно было поддерживать существование всех получаемых особей, то эта культура привела бы к образованию невероятно большого числа особей (2^{8400}) с массой протоплазмы, неизмеримо превышающей массу земного шара. По всей вероятности эта культура поддерживается и в настоящее время. Такой продолжительный срок и колоссальное количество полученных поколений дают нам уже полное право вывести заключение, что при благоприятных условиях существования размножение

простейших путем деления может продолжаться безгранично и без вмешательства процесса конъюгации. Дегенерация не наступает, и инфузории вполне сохраняют свою жизнеспособность. Конъюгация, следовательно, не является омолаживающим фактором, а имеет какое-то иное биологическое значение. Такие же культуры велись и у нас в России проф. Метальниковым и в течение 1910—1920 годов привели к образованию путем деления 4 000 поколений.

Точно также и Дофлейн в течение многих лет культивировал патогенных трипанозом на постоянно сменяемых питательных средах без всяких признаков дегенерации, хотя размножение путем деления совершенно не прерывалось половым процессом. То же самое достигалось и с амебами (Эрдманн, Дофлейн) и с биченосцами (Дофлейн, Гартманн). Наконец Гартманн культивировал также и известную колониальную *Eudorina elegans* в течение более 5 лет при исключительно бесполом размножении, без всяких признаков депрессии (свыше 1400 индивидуальных поколений).

Таким образом ясно, что конъюгация сама по себе не является омолаживающим фактором. Однако с конъюгацией теснейшим образом связан другой процесс, который, очевидно, и направлен к обновлению всего организма, это — та сложная перестройка ядерного аппарата, которая является подготовкой к обмену ядрами при конъюгации. Это видно из позднейших наблюдений.

Уже Калкиис отметил при своих культурах парameций периодические изменения скорости делений, и то же самое подтверждено Вудрёф. По новейшим исследованиям Вудрёф и Эрдманн, эти ритмические колебания находятся в связи со сложными изменениями в ядерном аппарате. Последние вполне сходны с теми, что наблюдаются при конъюгации. После известного числа простых делений большое, вегетативное, ядро парameции теряет правильность своих очертаний и распадается (рис. 6). Малые, генеративные, ядра (у *Paramaecium aurelia* их два) увеличиваются в размерах и затем делятся дважды, при чем из четырех продуктов деления три погибают, а за счет четвертого, оставшегося, ядра восстанавливается затем заново весь ядерный аппарат (1 вегетативное ядро и 2 генеративных). Здесь происходит, следовательно, вся подготовка к половому процессу, но нет самого существенного при конъюгации — обмена ядрами двух особей (амфимиксиса). С полным основанием это явление рассматривают как партеногенез, т.-е. девственное размножение.

Описанные преобразования ядерного аппарата совпадают с падением интенсивности размножения, а после того как они закончены наблюдается значительное ускорение делений, а также и вообще повышение жизнедеятельности.

Таким образом перестройка ядерного аппарата, очевидно, представляет собой процесс, ведущий к омоложению всего организма.

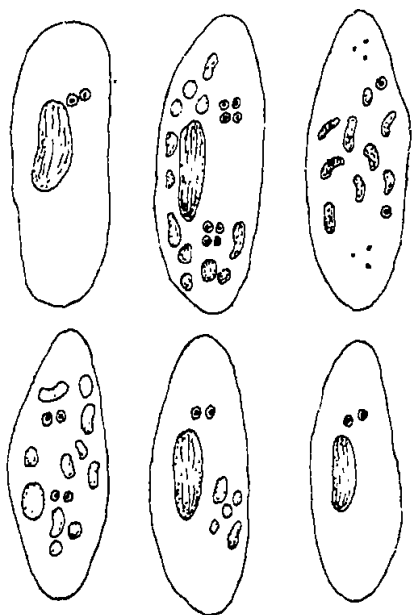


Рис. 6. Перестройка ядерного аппарата у туфельки (*Paramecium*) по Вудрёф и Эрдманн из Коршельта. Микронуклеусы отмечены точкой в кружочке. На первых трех стадиях видны полный распад макронуклеуса, деление микронуклеусов и гибель трех его четвертей. На последних трех стадиях — восстановление всего ядерного аппарата из оставшейся четвертой части обоих микронуклеусов.

Ясно, что и при конъюгации не обмен ядрами, не амфимиксис ведет к омоложению, а предшествующее ему характерное обновление ядерного аппарата.

Если и видеть в явлениях депрессии у простейших признаки старческого вырождения цикла, выражающиеся в ряду бесполой поколений в понижении жизнедеятельности и падении интенсивности деления, то все же простейшие бессмертны, так как они обладают механизмом, автоматически вызывающим в этом случае их омоложение. Явления старости имеются, но смерть целого не наступает благодаря периодическому омоложению.

Частичная смерть простейших. Инфузории обязаны своим бессмертием периодическому обновлению ядерного аппарата. При этом совершенно распадается и гибнет прежде всего большое, вегетативное ядро, которое является главным регулятором всех жизненных процессов, но затем погибает также еще и большая часть малого, генеративного ядра. Таким образом значительная часть тела инфузорий имеет ограниченное существование. Так как это как раз центральный регуляторный аппарат, без которого жизненные явления невозможны, то, очевидно, здесь имеется налицо настоящее изнашивание. Гибель вегетативного ядра можно рассматривать как результат старческой дегенерации, ведущей к частичной смерти. Подобные явления наблюдаются и в других случаях. Так, например, у солнечников при энцистировании гибнет большая часть