

Приложение № 3

Старение и бессмертие: взгляд биолога

Когда я обучался в магистратуре, нам читал лекции профессор Валерий Степанович Тырнов, исследователь старения. Натура увлечённая, он рассказывал немало удивительного. Например, о том, что обнаружил на сыре штамм плесени, способный расти при отрицательных температурах, который содержит в морозилке, несмотря на протест жены. Профессор надеялся принять с этим штаммом участие в экспериментах, изучающих возможности терраформирования Марса. Ещё он рассуждал о внедрении в геном человека генов, отвечающих за фотосинтез, с целью получения «зелёных человечков», питающихся солнечным светом. Когда я сдавал экзамен профессору, у него уже отказывало зрение. В следующем семестре Валерий Степанович умер. Он пытался успеть победить старение, но не успел. Рассуждая вслух, Валерий Степанович говорил, что первый заметный признак старения у человека проявляется очень рано, зачастую – в подростковом возрасте. Это – кариес постоянных зубов.



Конечно, сегодняшняя заметка будет во многом философской. Таков уж предмет разговора. Начнём с того, являются ли старение и смерть универсальным законом природы, как то утверждает сказочница Урсула Ле Гуин.

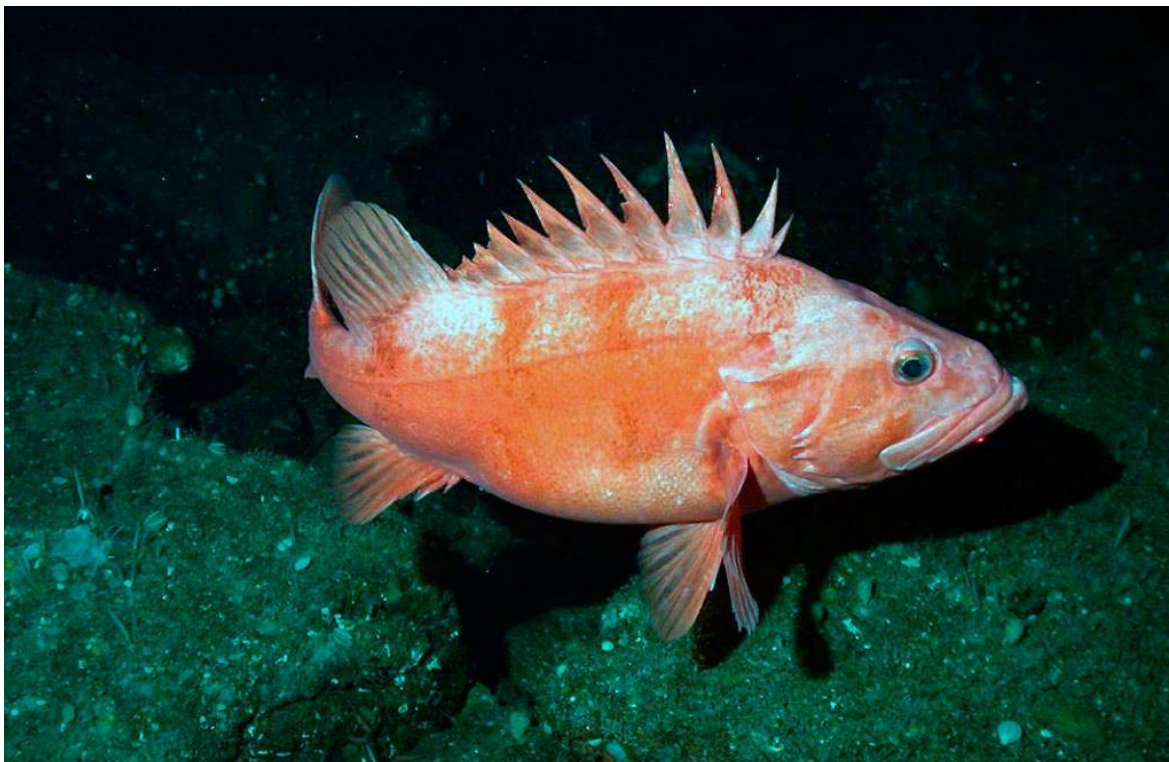
Говоря о старении и естественной смерти, мы имеем в виду, прежде всего, многоклеточных животных. Среди одноклеточных и растений явления старения и смерти весьма размыты. Да, согласно новым научным данным, существует т.н. клональное старение штаммов микроорганизмов: для одних существует ограниченное количество делений митозом (бесполое размножение), для других биологические часы обнуляются лишь в одной из разделившихся половинок. Это т.н. репликативное старение. Многие исследователи говорят о хронологическом старении самих клеток простейших организмов. Но это лишь с одной стороны. С другой стороны, теоретически бессмертны растения, размножающиеся вегетативно. Кто может сказать, сколько лет существует традесканция, высаженная в горшок черенком, отделённым от традесканции из другого дома, и та, в свою очередь, когда-то была черенком... Это всё один и тот же геном, один

и тот же индивидуум, с генетической точки зрения. В центре пустыни Мохаве произрастает King Clone – клональная колония креозотового куста (*Larrea tridentata*), возраст которой оценивается в 11700 лет.

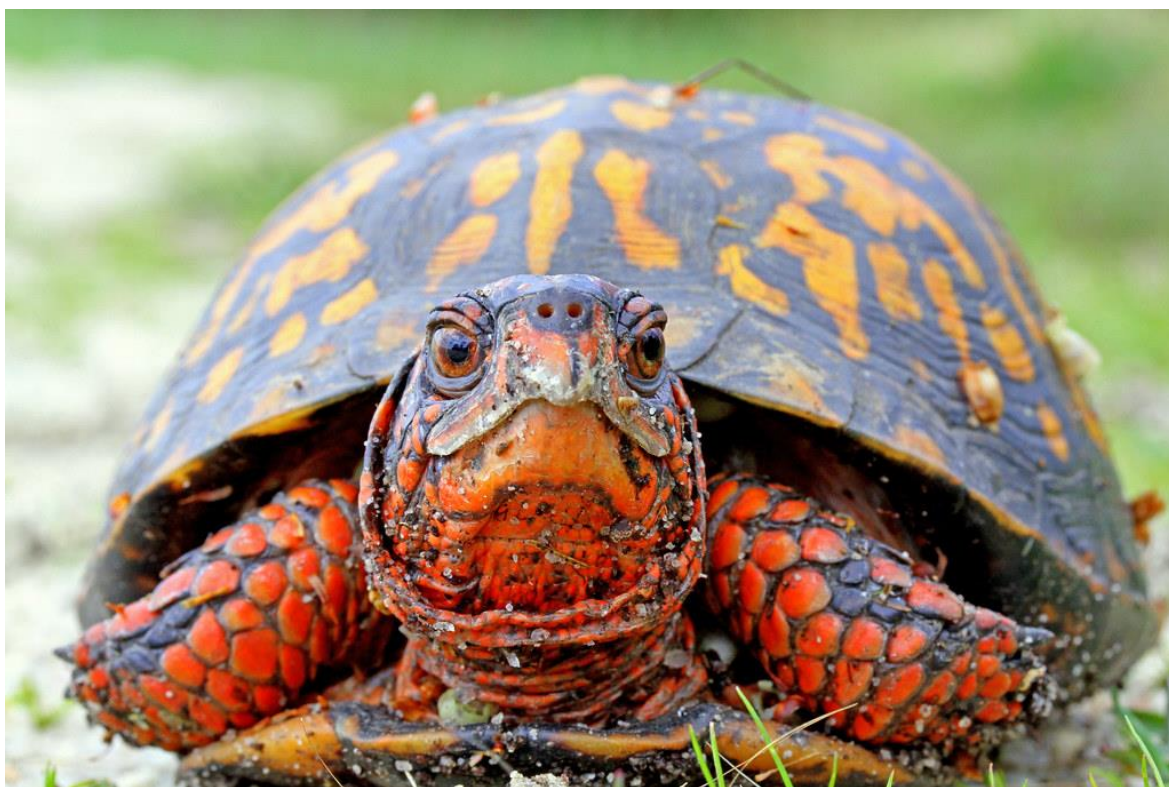


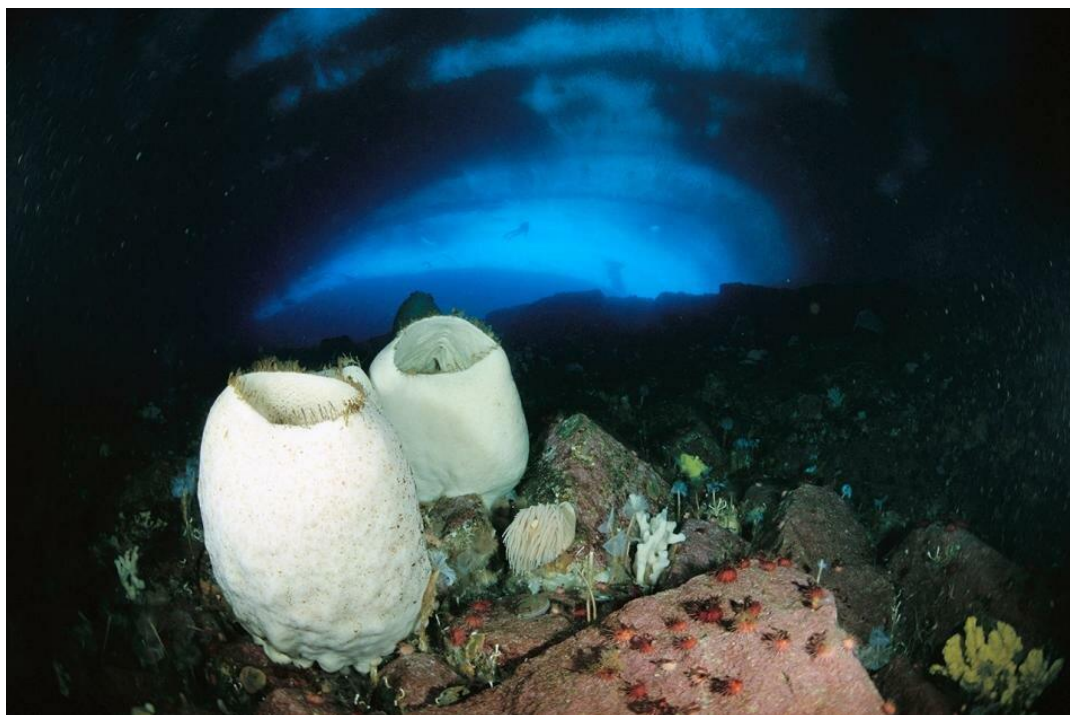
Отдельно следует коснуться т.н. пренебрежимого старения. Это такая степень старения, когда практически невозможно установить корреляцию между возрастом и вероятностью смерти. Смерть наступает от случайных причин. Некоторые учёные считают, что понятие пренебрежимого старения применимо к людям, дожившим до 90-100 лет. Так, алеутский морской окунь (*Sebastes aleutianus*) живёт до 205 лет, моллюск исландская циприна (*Arctica islandica*) – 400 лет, коробчатая каролинская черепаха (*Terrapene carolina*) – 138 лет. Возраст антарктических губок *Scolymastra joubini* оценивается от 15 до 23 тыс. лет.





Наблюдения за гигантскими групперами (*Epinephelus lanceolatus*), длиной 2,5 м. и весом до 400 кг. (живут 100-120 лет) показали, что старые особи проигрывают конкуренцию молодым. Они менее поворотливы из-за огромных размеров, зачастую не имеют возможности спрятаться в пещеру. Но они не стареют. Они по-прежнему отлично видят малейшее шевеление усика креветки из-под дальнего камня. Они просто перерастают свою экологическую нишу.





Максимальная продолжительность жизни человека – 120 лет.

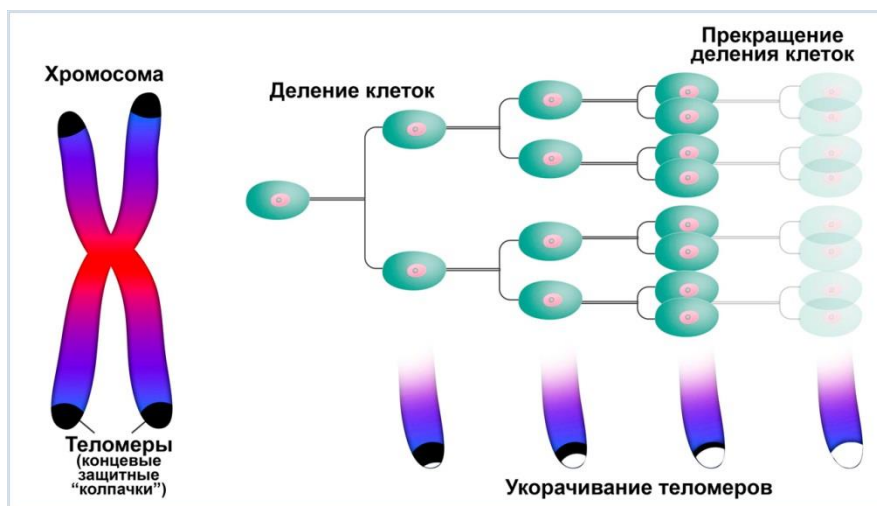
И всё же, главным свидетельством того, что старение и смерть не есть универсальные законы биологии, является бессмертие самой биосферы. Жизнь на Земле существует миллиарды лет. Клетки и их колонии (а многоклеточный организм в некотором смысле можно рассматривать как колонию клеток) эволюционируют, но процесс этот не прекращается, несмотря на клональное старение, случайности и прочее. Однако, к этому моменту мы вернёмся позже. Главное для нас здесь понять: старение и естественная смерть не являются универсальными законами биологии, а значит, у человечества есть надежда.



Теперь попробуем классифицировать современные теории старения. Во-первых, следует выделить 2 большие группы эволюционных теорий старения.

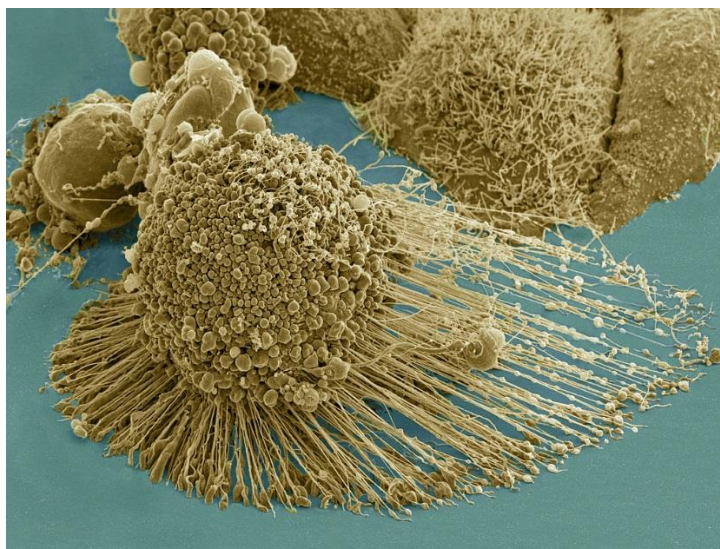
Первая группа – это эволюционные теории старения, полагающие старение и смерть эволюционным приобретением. Эти теории могут доставить некоторый психологический комфорт. Старение, согласно им – программа, приобретённая видом в процессе эволюции, и стоит только её вырубить...

Весьма популярны ныне теории, связанные с т.н. лимитом (пределом) Хейфлика. Такова теломерная теория Оловникова. В соматических клетках с диплоидным набором хромосом размеры теломер (участков ДНК на концах хромосом) с каждым делением клетки сокращаются, по причине отсутствия фермента теломеразы в клетке. Когда теломеры станут достаточно коротки, ДНК-полимераза потеряет способность реплицировать концы молекулы ДНК. Включается процесс апоптоза – запрограммированного саморазрушения клетки. Так, предельное число делений для клеток человеческого организма – 52 деления.

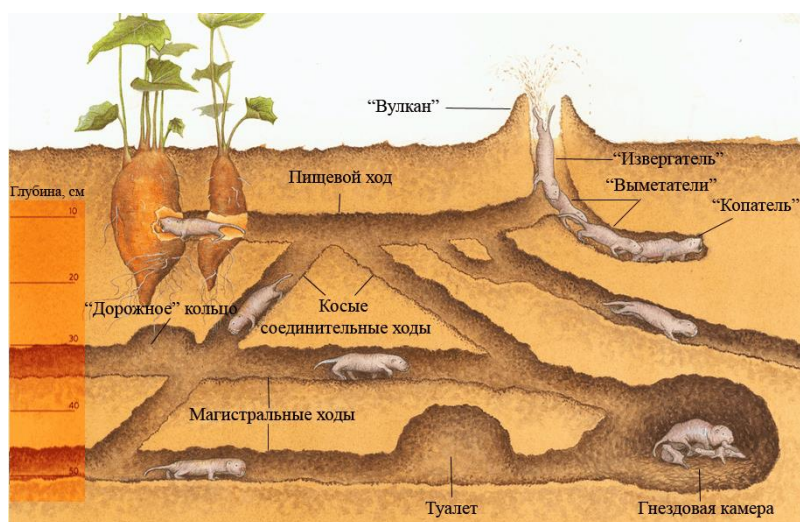


Клетки, в которых функционирует теломераза – бессмертны. Таковыми являются половые и раковые клетки. Полагается, что теломераза исчезла в соматических клетках не случайно, а для подавления опухолеобразования.

Линия клеток HeLa из раковой опухоли шейки матки пациентки по имени Генриетта Лакс, умершей в 1951 г, считается бессмертной. В декабре 1960 года клетки HeLa первыми полетели в советском спутнике. В 1968 г. на борту советского космического аппарата «Зонд-5» они облетели вокруг Луны. Эти клетки эволюционировали за прошедшие годы. Иногда они способны заражать культуры других клеток. Лен Ван Вален описал эти клетки как новый вид организмов – *Helacyton gartleri*, впрочем, обычно биологи не относятся к последнему всерьёз.



Вот почему, изучение голых землекопов (*Heterocephalus glaber*) входит в список 25 научных идей для продления жизни. Голые землекопы – грызуны, обитающие в полупустынях Кении, Эфиопии и Сомали. Живут колониями по 70-80 особей. Во главе колонии – матка, или королева, которая спаривается с 2-3 самцами. Прочие особи колонии – рабочие (как у общественных насекомых). Голым землекопам свойственна холоднокровность. Не чувствительны к боли и ожогам кислотой. Могут доживать до 31 года, что anomalously для грызунов (мышь живёт около полутора лет). Не болеют раком. Длина теломер в клетке регулируется. Наносит вред полям батата.



Рассмотрим теперь теории, рассматривающие старение как следствие повреждения клеток. Это вторая группа теорий старения.

Действительно: в мире стареет всё. Изнашивается ботинок, точит вода камень, солнца превращаются в красные гиганты... Эта группа теорий старения рассматривает старение как результат отсутствия программы репарации и способна вызвать некоторый психологический дискомфорт. Ведь написать программу это совсем не то, что просто её удалить, не так ли?

Рассмотрим одну из таких теорий, т.н. теорию накопления мутаций. Согласно этой теории, предложенной Питером Медаваром в 1952 году, естественный

отбор препятствует накоплению вредных мутаций, проявляющихся до возраста, достижение которого необходимо организму для реализации репродуктивных функций. Далее действие естественного отбора ослабевает, и накопившиеся вредные мутации, проявляющиеся после прохождения организмом репродуктивного цикла, обеспечивают феноменологию старения. Очевидно, что домовая мышь с быстрым метаболизмом, маленьким тельцем и быстрым репродуктивным циклом, долгая жизнь ни к чему, другое дело – огромный слон, которому необходимо выносить слонёнка. Не отвергая ценного наблюдения о существовании некоторой корреляции между длиной репродуктивного цикла и продолжительностью жизни, отметим, что на настоящий момент теория накопления мутаций остаётся гипотезой.

Гораздо ближе автору этих строк т.н. теория одноразовой сомы. Согласно этой теории, в процессе эволюции стоял вопрос об ограниченности ресурсов. Ресурсы могли быть потрачены на репарацию, а могли быть потрачены на другие функции. В итоге они были потрачены на репарацию (восстановление) ровно настолько, насколько необходимо для реализации репродуктивного цикла. Поскольку жизнь это эволюция нуклеиновых кислот... И природа любит оптимизацию: у полихет – множество параподий, у их потомков членистоногих число ног с повышением уровня организации сокращается. У речного рака 5 пар ходильных ног, у паука – 4, у насекомых – 3, а клопу водомерке для прыжков по воде достаточно 2 пары, 3-я пара передних лапок – специализирована. В целом, данный взгляд на эволюцию старения разделяется основной частью биологического сообщества.

Однако, эволюционные теории старения рассматривают этот процесс в самых общих чертах. Отдельной категорией следует отметить теории старения, рассматривающие конкретные механизмы старения. Одну такую теорию (связанную с пределом Хейфлика) мы уже рассмотрели. Другая подобная теория – свободнорадикальная теория старения. Она утверждает, что старение происходит из-за накопления в клетках повреждений, нанесённых свободными радикалами с течением времени. Свободными радикалами называются молекулы или атомы, содержащие один или несколько неспаренных электронов на внешнем электронном уровне. Очевидно, что в основе этой теории во многом лежит эмпирическое наблюдение: животные с интенсивным метаболизмом живут меньше, чем животные с медленным метаболизмом. Сравните землеройку и черепаху. Одна из модификаций свободнорадикальной теории – митохондриальная теория старения, отводящая ключевую роль в процессе таким органоидам клетки, как митохондрии. Вряд ли свободные радикалы являются единственной причиной старения, однако, не следует забывать, что данный подход предполагает возможность увеличения продолжительности жизни при соблюдении определённой диеты (низкокалорийной) и регулярных занятиях спортом.

Автор этих строк придерживается взгляда, что старение связано с множеством механизмов. По аналогии с ботинком: он стирается, и одновременно у него может отклеиваться подошва. Это т.н. системный подход к старению, разделяемый большинством биологов.

Человек мечтает о вечной молодости и бессмертии с тех пор, как осознал себя смертным. Николай Фёдоров, предтеча и вдохновитель Циолковского, мечтал о воскрешении в будущем всех, когда-либо живших, силами науки. Эта идея не так утопична, как может показаться на первый взгляд, если учесть, что человеческий разум трансформирует в природе всё, с чем не может смириться. Люди не могли смириться с тем, что не способны летать, и, в конце концов, создали летательные аппараты. Может ли человек смириться со смертью близких? Нет.

Однако, сейчас нас интересует лишь остановка старения: существует ли в природе радикальный механизм омоложения? Доктор биологических наук Николай Мушкамбаров считает, что таким механизмом является мейоз – процесс образования половых клеток, известный каждому из школьных учебников биологии.

И вот тут нам придётся вступить в область научной фантастики.

Механизм обнуления биологических часов существует, и этот механизм воспроизводится в процессе полового размножения. Однако, обновлённый организм отличается от исходных родительских, но главное – занимает отдельное, искривлённое по Вернадскому, пространство. Даже если мы говорим об эмбрионе в теле матери. Доктор Мушкамбаров рассуждает о возможности запустить необходимые для обновления процессы мейоза в соматических клетках, нужно только полностью определить гены, ответственные за разные аспекты мейоза. Конечно, Мушкамбаров, оговаривается, что пока речь идёт о фантастическом проекте.

Однако, будучи фантастом, я готов пойти в рассуждениях дальше. Что, если, при помощи генной инженерии, мы полностью перепрограммируем геном, и обновлённый организм будет, подобно плесени, постепенно прорастать в организме, подлежащем репарации? В конце концов, мы можем применить медицинские нанороботы, искусственный интеллект для замены изношенных органов. Было время, компьютер представлялся фантастикой. А теперь нейросети способны анимировать лица на фотографиях 150-летней давности... Конечно, нынешние технологии перед тем, что предполагается – деревянные счёты на фоне современного компьютера, но... Есть целое новое направление: синтетическая биология. Существует такое понятие, как синтетический морфогенез – контролируемое развитие органов, систем и частей тела организмов, посредством активации специфических молекулярных механизмов. Нужно лишь полностью выяснить механизмы, при помощи которых клетки самоорганизуются в сложные ткани. И если прописать в геном автоматическую программу... Вряд ли такой бессмертный человек может быть отнесён к одному из существующих надцарств живой природы: эукариоты, либо прокариоты. Такие самообновляющиеся существа следует выделить в отдельное надцарство... Да, я увлёкся фантастикой.

Однажды я беседовал обо всём этом со специалистом по старению (на тот момент – кандидат наук, преподаватель МГУ). Он отвечал, что его мысли движутся в том же направлении.

Тут возникнет множество этических противоречий. Подобная власть над биологической природой означает утрату смысла не только для таких понятий как возраст, пол, раса, внешний облик (всё это окажется легко трансформируемым в течение жизни), но и для привычных нам всем свойств человеческого организма (вспомните зелёных человечков профессора Тырнова, или человека-амфибию Беляева). Да, это философия трансгуманизма. Не цифровой трансгуманизм (киборгизация или оцифровывание человека, что мне неприятно), но биологический. Однако, прежде чем пугаться, задумайтесь над тем, что трансгуманистические преобразования начинаются ещё тогда, когда первобытный человек впервые применил зубной протез. Вопрос лишь в мере...

Вдумайтесь, как мало живёт человек. Если вы увлекаетесь историей, палеонтологией, фантастикой, следите за политическими событиями, вам должно быть знакомо это чувство: вы никогда не узнаете, что будет через двести, тысячу лет... Не увидите смены формаций, не увидите новой, посткайнозойской эры... Не узнаете, есть ли жизнь в пределах иных звёздных систем. При том, что можете свободно перемещаться в воображении сквозь тысячелетия и зоны в прошлое. Доживём ли? Я считаю, что шанс дожить до ощутимого продления срока жизни у нас есть, а там глядишь, и... Конечно, увеличение численности населения предполагает освоение дальнего космоса...

Фридрих Энгельс полагал свободу осознанной необходимостью и говорил о скачке из царства необходимости в царство свободы. Именно о таком прыжке в царство биологической свободы, при условии познания биологических необходимостей, идёт речь. Ещё буддистские философы мечтали остановить колесо Сансары, бесконечный круговорот рождений, страданий и смертей. Жизнь в древней Индии была настолько тяжела, что эта остановка мнилась мрачным для современного человека способом: уходом в абсолютное небытие. Когда я однажды впервые воспроизвёл биуретовую реакцию на белок в лаборатории, то вдруг осознал, что в этом и заключается конечный смысл науки биологии: остановить колесо, и каждая установленная учёными реакция, позволяющая идентифицировать те, или иные биологические молекулы, подобная этой, окрашивающей содержимое пробирки в лиловый цвет, каждая новая формула, приближает человечество к этому часу. Майский ветер с запахом пыльцы врывается в раскрытое окно, хотел бы я вновь пережить эту гамму чувств...

В заключение отмечу вот что. **Рыночная экономика не заинтересована в индивидуальной эволюции и бессмертии каждого.** Подобно тому, как биологическая эволюция заинтересована лишь в продлении рода, **она заинтересована в умножении прибыли.** Подумайте об этом.

<https://habr.com/ru/post/555210/>