

Краткое содержание доклада «Пределы роста»^[1]

Наша мировая модель была построена специально для исследования пяти основных глобальных процессов: быстрой индустриализации, роста численности населения, увеличивающейся нехватки продуктов питания, истощения запасов невозобновимых ресурсов и деградации природной среды.

Построенная нами модель, как и любая другая, несовершенна, чрезмерно упрощена и остается незавершенной. Понимая предварительный характер нашей работы, мы все же сочли важным опубликовать результаты работы модели и сделанные нами выводы сейчас.

... На наш взгляд, описываемая модель уже разработана достаточно, чтобы принести пользу людям, принимающим решения. Кроме того, нам кажется, что основные тенденции, проявившиеся в поведении модели, имеют настолько фундаментальный и общий характер, что едва ли наши широкие выводы будут серьезно опровергнуты дальнейшими исследованиями.

Вот эти выводы:

1. Если современные тенденции роста численности населения, индустриализации, загрязнения природной среды, производства продовольствия и истощения ресурсов будут продолжаться, в течение следующего столетия мир подойдет к пределам роста. В результате, скорее всего, произойдет неожиданный и неконтролируемый спад численности населения и резко снизится объем производства.

2. Можно изменить тенденции роста и прийти к устойчивой в долгосрочной перспективе экономической и экологической стабильности. Состояние глобального равновесия можно установить на уровне, который позволяет удовлетворить основные материальные нужды каждого человека и дает каждому человеку равные возможности реализации личного потенциала.

3. Если народы мира выберут не первый, а второй путь, то чем раньше они начнут работать, чтобы вступить на него, тем больше у них шансов на успех.

Все составляющие описываемого исследования - численность населения, производство продовольствия, загрязнение природной среды, расход невозобновимых ресурсов - растут. Каждый год они увеличиваются по закону, который математики называют экспоненциальным ростом.

Экспоненциальный рост величины означает, что за фиксированный период времени она увеличивается в фиксированное число раз.

Экспоненциальный рост - обычный процесс в биологических, финансовых и многих других системах.

Экспоненциальный рост - явление динамическое, значит, величины в этом процессе изменяются со временем. Когда множество различных величин в системе растет одновременно и все они находятся в сложной взаимосвязи, анализ причин роста и будущего поведения системы становится очень сложным.

На протяжении последних 30 лет в МТИ разрабатывается новый метод динамического изучения сложных систем. Этот метод был назван системной динамикой. В его основе лежит утверждение, что поведение системы часто настолько же зависит от ее структуры - множества замкнутых, взаимосвязанных, нередко запаздывающих взаимодействий между составляющими ее элементами, - насколько и от самих элементов. Модель мира, описанная в этой книге, построена по принципам системной динамики.

Экстраполяция существующих тенденций - проверенный временем способ заглянуть в будущее (особенно в ближайшее и особенно если на рассматриваемые величины не слишком влияют другие тенденции, наблюдаемые в системе). Конечно, ни один из пяти исследуемых факторов нельзя назвать независимым. Каждый постоянно взаимодействует с остальными. Мы уже упоминали о некоторых таких взаимодействиях. Численность населения не может увеличиваться, если нет продуктов питания, производство продуктов питания растет с ростом капитала, рост капитала требует ресурсов, отработанные ресурсы увеличивают загрязнение, загрязнение среды влияет на рост численности населения и производство продовольствия.

Кроме того, каждый из этих факторов через долгое время начинает испытывать воздействие обратных связей.

В этой первой модели мира нас интересовали только качественные характеристики поведения системы «население - капитал». Под характеристиками поведения мы понимаем определенные тенденции переменных системы (численности населения, например, или уровня загрязнения среды) к изменению с течением времени.

Поскольку нас интересовали только самые общие характеристики поведения, первая модель мира не нуждалась в тщательной детализации. Мы рассматривали показатель «обобщенного населения», статистически отражающий средние характеристики населения земного шара. Мы взяли только один класс загрязняющих веществ - семейство долгоживущих широко распространенных на Земле элементов и соединений (таких как свинец, ртуть, асбест, биоустойчивые пестициды и радиоизотопы), динамическое поведение которых в биосистеме начало проявляться. Мы ввели в модель «обобщенные ресурсы» - величину, отражающую общие запасы всех невозобновимых ресурсов, хотя знали, что для каждого отдельного вида сырья характерна своя динамика, отражающая уровень запасов и скорость их истощения.

На этом этапе был необходим высокий уровень агрегации, чтобы модель оставалась обозримой. В то же время это ограничивало информацию, которую мы надеялись получить, наблюдая за поведением модели.

Но можно ли узнать что-нибудь из такой сильно агрегированной модели? Можно ли сделать содержательные выводы из наблюдений над ней? Если стремиться получить точный прогноз, - нет, нельзя.

Однако настоятельно необходимо хоть сколько-нибудь понять причины роста, его пределы и возможное поведение модели, когда она подходит к этим пределам.

Все оценки в модели (численность населения, объем капитала, уровень загрязнения среды и пр.) отсчитываются от значений 1900 г. С 1900 по 1970 г. все переменные в общем соответствовали действительным значениям. Численность населения, составлявшая в 1900 г. до 1,6 млрд. человек, выросла к 1970 г. до 3,5 млрд. Хотя рождаемость медленно падает,

уровень смертности снижается быстрее (особенно после 1940 г.) и темпы роста численности населения увеличиваются. Объем производства промышленной продукции, продуктов питания и услуг на душу населения растет по экспоненте. Запасы ресурсов в 1970 г. составляли почти 95% от значения 1900 г., но начинали угрожающе сокращаться, поскольку продолжается рост численности населения и объема промышленного производства.

Из поведения модели видно, что приближение к предельным значениям и коллапс неизбежны, и причиной этого в данном случае оказывается истощение запасов невозобновимых ресурсов. Объем промышленного капитала достигает уровня, где требуется огромный приток ресурсов. Сам процесс этого роста истощает запасы доступного сырья. С ростом цен на сырье и истощением месторождений для добычи ресурсов требуется все больше средств и, значит, все меньше становятся капиталовложения в будущий рост. Наконец, капиталовложения не могут компенсировать истощения ресурсов; тогда разрушается индустриальная база, а вместе с ней система услуг и сельскохозяйственного производства, зависящие от промышленности (производство удобрений, пестицидов, работа исследовательских лабораторий и особенно производство энергии, необходимой для механизации). За короткий срок ситуация серьезно осложнится, потому что численность населения все еще растет из-за запаздывания, обусловленного возрастной структурой населения и несовершенством регулирующих мер. В конце концов численность населения снижается, поскольку повышается смертность в результате нехватки продуктов питания и медицинских услуг. Точно рассчитывать время этих событий не имеет смысла, так как уровень агрегирования модели высок и в ней присутствует множество неопределенных факторов. Однако важно, что рост прекращается около 2100 г. В каждом сомнительном случае мы старались выводить оценки с максимальным оптимизмом, пренебрегая случайными временными событиями, вроде войн или эпидемий, которые могли бы положить конец росту еще раньше, чем предсказывает модель. Другими словами, рост в модели продолжается дольше, чем это может оказаться в реальном мире. С определенной уверенностью можно сказать, что если в современном мире не произойдет коренных изменений, рост численности населения и промышленного производства остановится не позднее начала будущего столетия.

Чтобы проверить результаты, касающиеся запасов ресурсов, мы удвоили оценку для 1900 г., сохранив все другие допущения такими, какими они были при обычном прогоне. Тогда уровень индустриализации оказался более высоким, потому что при подобном предположении запасы ресурсов истощаются не столь быстро. Но разрастающиеся промышленные предприятия загрязняют среду с такой скоростью, что нагрузка на природный поглощающий механизм оказывается предельной. Уровень загрязнения растет очень быстро, немедленно вызывая повышение смертности и сокращение производства продовольствия. И к концу прогона запасы ресурсов истощаются полностью, несмотря на удвоенное значение их первоначальной величины.

Обязательно ли в будущем мировая система будет расти, а потом придет к катастрофе, к мрачному полунищему существованию? Да, если предположить, что наш теперешний образ жизни не изменится. У нас достаточно свидетельств человеческой изобретательности и социальной гибкости. В системе заложены возможности множества многообещающих перемен, и некоторые из них уже произошли: «зеленая революция» повысила продуктивность сельского хозяйства в аграрных странах; быстро распространяются способы регулирования рождаемости.

В истории человечества много примеров, доказывающих, что человек не умеет жить в ограниченных физических пределах, но есть и примеры успешного преодоления границ, и этот тип поведения вошел в культурные традиции многих народов современного мира. За последние 300 лет человечество накопило впечатляющий запас грандиозных технических достижений, которые позволили отодвинуть пределы демографического и экономического роста. Последний этап истории многих стран был настолько успешным, что народы, естественно, надеются и впредь прорываться через природные пределы с помощью технологии.

Но сможет ли новая технология противостоять стремлению системы к росту и последующему коллапсу?

Предположим, что «технологические оптимисты» правы и что с помощью ядерной энергии ресурсная проблема будет решена.

Предположим, что начиная с 1975 г. уровень загрязнения от всех источников снизится в 4 раза.

Предположим, наконец, что средняя урожайность с 1 га увеличится во всем мире вдвое. Кроме того, предположим, что с 1975 г. все страны принимают надежные меры по ограничению рождаемости.

Все это означает, что мы пытаемся так или иначе обойти пределы роста, вводя в каждый сектор модели систему технологических мер. Моделируемая мировая система использует ядерную энергию, регенерирует ресурс и, разрабатывает самые глубокие залежи сырья, улавливает все загрязняющие вещества, собирает с полей немислимые урожаи, в ней рождаются только дети, появления которых страстно желают их родители. И в результате все равно рост прекращается около 2100 г.

В этом повинны три одновременных кризиса. Нагрузка на землю вызывает эрозию, и производство продовольствия сокращается. Высокий уровень благосостояния населения, хотя он не превышает современного уровня благосостояния в США, обуславливает значительное истощение ресурсов. Загрязнение среды растет, снижается, затем снова резко растет, в результате чего опять сокращается производство продовольствия и повышается смертность. Технологические решения могут лишь продлить период демографического и промышленного роста, но не отодвинуть его конечных пределов.

Из-за множества неопределенных факторов, принятых приближений и ограниченности мировой модели не имеет смысла рассматривать подробно весь спектр возможных катастроф. Еще раз подчеркнем: ни один компьютерный результат ничего не предсказывает. Мы вовсе не думаем, что реальный мир будет вести себя согласно графикам, полученным из работы модели, особенно когда речь идет о коллапсе. Модель показывает динамику одних лишь «физических» аспектов человеческой деятельности. Она предполагает, что социальные переменные - распределение доходов, традиционный состав семьи, выбор товаров, продуктов и услуг - будут придерживаться нынешней «линии поведения». Эта линия, отражающая человеческие ценности, была выработана в фазе роста цивилизации. И конечно, когда численность населения и объем производств начнут падать, ее нужно будет серьезно пересмотреть. Нам трудно себе представить, какие новые формы общественного поведения возникнут в связи с угрозой катастрофы, поэтому мы и не

пытались моделировать социальные сдвиги. Наша модель достоверна только для отрезка времени, заканчивающегося точкой, за которой прекращается рост и начинается коллапс.

Во всех прогонах нашей модели содержится неявное утверждение, что рост численности населения и капитала будет продолжаться, пока не дойдет до определенных, «естественных» пределов. Это утверждение, очевидно, тоже должно стать основным положением в реальной современной системе человеческих ценностей.

... Допуская, что рост населения и капитала нельзя остановить произвольно, пока он сам не подойдет к собственным границам, мы не можем разрабатывать систему мер, которая позволит избежать катастрофы.

«Технологические оптимисты» надеются, что технология способна уничтожить или отодвинуть пределы роста численности населения и капитала. Наша мировая модель показала, что технологические решения проблемы истощения ресурсов или загрязнения среды, или нехватки продовольствия не решают главной проблемы экспоненциального роста в конечной сложной системе. Попытки давать лишь самую оптимистическую оценку технологическим возможностям не предотвращают сокращения численности населения и производства и не отводят катастрофы, которая должна произойти к 2100 г.

К сожалению, модель на этой стадии разработки не показывает побочных социальных эффектов, которые часто оказываются самыми важными, когда речь идет о влиянии технологии на жизнь людей.

Прежде чем браться за широкомасштабное внедрение новой технологии, нужно научиться предвидеть и предупреждать социальные последствия.

... Технологию можно сменить очень быстро, но политические и социальные институты изменяются медленно. Кроме того, реформы здесь почти никогда не предупреждают требования общества, а проводятся только в ответ на них.

^[1] <https://bioalternative.files.wordpress.com/2013/01/limits-to-growth.pdf>