ЗАКОНОМЕРНОСТИ, СИСТЕМНЫЕ АНАЛОГИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ГЛОБАЛЬНОГО КРИЗИСА, УЧАСТНИКАМИ КОТОРОГО МЫ ЯВЛЯЕМСЯ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ, СИСТЕМНЫЕ АНАЛОГИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ГЛОБАЛЬНОГО КРИЗИСА, УЧАСТНИКАМИ КОТОРОГО МЫ ЯВЛЯЕМСЯ

Владимир Артюхов, Александр Мартынов – Интерфакс-ЭРА

В последние годы на волне разнообразных кризисных событий вновь обострились кардинальные вопросы, стоящие перед человечеством. Хватит ли цивилизации ресурсов, не грозит ли планете перенаселение, голод и катастрофы, куда мы движемся и что нас ждет в новом тысячелетии? На самом деле все кризисы, сотрясающие человечество в последние годы, это форшоки – предваряющие толчки – большого цивилизационного кризиса, в который входит человечество впервые за всю историю своего существования. Кризис этот *системный*, поскольку изменит всю сложившуюся систему отношений в цивилизации, начало его, по сути, у нас за окном, а завершающую стадию смогут увидеть многие из ныне живущих, так как длительность его оценивается лет в 50, что по эволюционным меркам – мгновение. Кризис потому и называется *кризисом*, что в его ходе многое *изменится*, многое *появится*, а многое *исчезнет* навсегда. Плотность событий будет настолько высока, что любое управляющее решение может оказаться без преувеличения судьбоносным, цена ошибки или просто незнания многократно возрастает, определяя саму возможность существования системы. В таких условиях исключительную ценность представляет мониторинг на основе *понимания закономерностей* происходящего: «предупрежден – значит вооружен».

Этому и посвящен настоящий проект, цель которого «вооружить» наших партнеров пониманием закономерностей и правил, которым следует развитие кризисов, иллюстративными примерами и теоретическими основами применения знаний об аналогах, закономерностях и правилах к происходящим в обществе трансформациям и к выбору стратегий практических действий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Модель развития в представлениях Общей теории систем

1.1. Общие системные закономерности, позволяющие прогнозировать современный кризис развития

1.2. Фазы глобального развития применительно к социально-экономическим системам

Экстенсивный этап.
Интенсивный этап.
Экологический этап.

2. Свидетельства и признаки фазового перехода развития цивилизации на интенсивный этап

2.1. Численность человечества и демографический переход

2.2. Биологические предпосылки демографического перехода

2.3. Ускоряющиеся эволюционные процессы и точка сингулярности

2.4. Выводы

3. Системное понятие о кризисах и их свойствах– основа прогнозов в период фазового перехода

3.1. ОТС, объект-система и системное сходство

3.2. Развитие систем и эволюционное место кризисов

3.3. Классификация и свойства кризисов

3.4. Кризис как потеря устойчивости

3.5. Мониторинг кризисов. Поляризация

4. Феноменология развития и кризисов

4.1. Процесс развития макросистем

4.1.1. Закон снижения энергетической эффективности природопользования:
4.1.2. Закон падения природно-ресурсного потенциала:
4.1.3. Разные эволюционные стратегии развития:

- в растительном мире;
- в царствах дробянок (бактерий), грибов и животных.

4.1.4. Закон глобального замыкания биогеохимического круговорота
4.1.5. Закон однонаправленности потока энергии:
4.1.6. Закон пирамиды энергий, или закон (правило) 10%:
4.1.7. Правило ускорения эволюции:
4.1.8. Правило ускорения исторического развития:

4.2. Структура и функции

4.2.1. Правило основного обмена:
4.2.2. Правило максимума энергии поддержания зрелой системы:
4.2.3. Энергетическое правило поверхностей:
4.2.4. Закон удельной продуктивности:
4.2.5. Принцип, или теорема В. Людвига:
4.2.6. Закон баланса консервативности и изменчивости:

4.3. Отношения и их формирование

4.3.1. Аксиома, или закон системного сепаратизма:
4.3.2. Первый биоценотический постулат В. Тишлера:
4.3.3. Закон увеличения размеров (роста) и веса (массы) организмов в филогенетической ветви Э. Копа и Ш. Депере:
4.3.4. Правило географического оптимума:
4.3.5. Принцип континуума, или принципа Раменского — Глизона:
4.3.6. Второй фитоценологический принцип П. Жаккара:

4.4. Разнообразие и устойчивость

4.4.1. Закон генетического разнообразия:
4.4.2. Четвертый биоценотический постулат В. Тишлера:
4.4.3. Правило происхождения новых видов от неспециализированных предков Э. Копа (1896):
4.4.4. Принцип подвижного равновесия:
4.4.5. Принцип «сукцессионного очищения», или стабилизации и минимизации видового состава климакса:

4.5. Фазовый переход и управление

4.5.1. Принцип Ле Шателье — Брауна:
4.5.2. Закон минимума диссипации (рассеивания) энергии Л. Онсагера, или принцип экономии энергии:
4.5.3. Правило замещения экологических условий:
4.5.4. Принцип отклонения условий существования от нормы
4.5.5. Правило увеличения видового разнообразия по мере продвижения с севера на юг, или правило Уоллеса.
4.5.6. Правило (принцип) экологического дублирования:
4.5.7. Принцип «за битого двух небитых дают»:
4.5.8. Закон необратимости взаимодействия человек — биосфера:
4.5.9. Принцип (правило) разнообразия условий биотопа
4.5.10. Правило «мягкого» управления природой:

4.5.11. Законы Б. Коммонера:

5. Кризис и посткризисное будущее

5.1. Механизмы и причины кризиса, модель новых отношений

5.1.1. Фазовый переход – реальность.
5.1.2. Причины возникновения кризиса – фазового перехода.
5.1.3. Механизмы возникновения кризиса.
5.1.4. Модель новой системы отношений.

5.2. Предвидимое будущее – процессы, признаки, индикаторы

5.2.1. Какое управление успешно в кризис.
5.2.2. Главные процессы.
5.2.3. Факторы, препятствующие развитию.
5.2.4. Процессы, которые будут происходить в кризис.
5.2.5. Организационные особенности и управление.
5.2.6. Технологии.
5.2.7. Социальная система.

Использованные источники

1. Модель развития в представлениях Общей теории систем

1.1. Общие системные закономерности, позволяющие прогнозировать современный кризис развития

Поскольку кризис по определению является системным, для его описания необходимо использовать адекватный аналитический аппарат. Для описания наиболее общих характеристик систем любой природы в качестве методологического фундамента выбрана *Общая теория систем* [1][2], которая по сути своей дает представление о том «что есть, что может быть, а чего не может быть никогда». В отличие от директивного или вероятностного прогноза, она позволяет дать *теоретический* прогноз, отличительной чертой которого является научная обоснованность, опора на самые общие законы развития и эволюции материальных систем. Понятно, что на таком уровне обобщения можно получить лишь самые общие результаты, в основном в виде макроскопических закономерностей и тенденций, но зато эти тенденции будут *основаны на всеобщих природных законах* и практически со стопроцентной вероятностью реализуются.

Конечно заявка на стопроцентную реализуемость, особенно долгосрочного прогноза, звучит довольно смело, но основанием этому является именно *теоретическая* его природа, иными словами – следование эволюции нашей природно-техногенной цивилизации наиболее фундаментальным законам развития. Эти законы столь же непреложны, как Закон всемирного тяготения, и если в ходе своего развития наша цивилизация решит пойти против природных законов, то подобный «прыжок в неизвестность» по результатам будет аналогичен обычному прыжку самоубийцы с небоскрёба на асфальт. Системы, нарушающие общие законы развития, перестают существовать или деградируют, в ходе эволюции отбираются (выживают) только те, которые им неукоснительно следуют. Будущее таких систем (теоретически) предсказуемо, а судьба тех, кто «был против», нас не будет интересовать.

Последний момент следует отметить особо. Не только теория, но также многолетний научный опыт и личные наблюдения авторов позволяют утверждать, что современная техногенная цивилизация в целом развивается в русле всеобщих природных законов. Да, есть местами хищническая переэксплуатация природных ресурсов, техногенные пустыни вместо былых экосистем, есть дефицит воды, еды, энергии и прочих благ, но - есть тенденции. И эти тенденции говорят о том, что есть понимание проблем, понимание необходимости их решения и даже понимание необходимых действий для достижения этих целей. Человек - часть эволюции Биосферы - и он не может просто так - по глупости или намеренно - исчезнуть с лика Земли. Конечно, Биосфера прекрасно обойдётся и без присутствия Человека, как обходилась до этого миллионы лет, но мы её часть, поэтому, конечно, не исчезнем, а медленно и неуклонно, набивая шишки на собственных ошибках, будем двигаться по единственному устойчивому пути развития. Поэтому мы, вопреки отдельным прогнозам, не ожидаем срыва цивилизации в катастрофу - ни демографическую, ни экологическую, ни какую-либо другую. Как имеющиеся проблемы, так и те, которые ещё возникнут, будут преодолены (не исключено, что с большим трудом) и у человечества будет именно то будущее, которое обусловлено общим вектором макроэволюции.

Для раскрытия особенностей грядущего будущего, рассмотрим простейшую модель развития (эволюции) материальных систем, обменивающихся веществом-энергией с окружающей средой [3]. К таким системам относятся как Биосфера, так и все материально-техническое производство человечества. Если все совокупное производство рассматривать как совершение некоторой полезной работы $\boldsymbol{A}$, то критерием *прогрессивного* развития таких систем будет являться увеличение полезной работы во времени (производство все большего полезного продукта):

$$dA/dt > 0. \qquad (1.1)$$

Однако системы бывают разные, и использовать один и тот же вещественно-энергетический поток могут по–разному. Отношение полезно используемой энергии, идущей на совершение работы ***A***, и полной энергии, попадающей в систему извне ***E*** будет отражать ее внутренние свойства – коэффициент полезного действия (КПД) или *эффективность*:

$$\eta = A/E. \qquad (1.2)$$

С учетом этого полезная работа выразится как произведение $A=\eta \cdot E$, а ее увеличение во времени, или *критерий прогрессивного развития* (формула 1), с использованием известных правил дифференцирования, запишется как:

$$dA/dt = \eta(dE/dt) + E(d\eta/dt) \geq 0. \qquad (1.3)$$

Отсюда следует, что система может прогрессивно эволюционировать (увеличивать полезную работу во времени) тремя способами:

1) либо на основе *увеличения внешнего потока вещества-энергии*, черпая его из окружения;

2) либо на основе *роста КПД* (эффективности использования ресурсов);

3) либо и первым, и вторым способами одновременно. Иных способов увеличения полезной работы, как следует из формулы, не существует.

В первом случае ($d\eta/dt=0$, $dE/dt>0$), имеет место *экстенсивное* развитие системы – экспансия или рост *только* за счет освоения внешних ресурсов. При этом системе нет нужды совершенствовать внутренние механизмы их использования, так как и без этого обеспечивается ее развитие: истощилось пастбище - перешли на другое, истощилась скважина - пробурили новую. Однако, в реальных системах любой поток энергии конечен. Экстенсивно растущая система рано или поздно достигнет стадии, когда она будет потреблять *весь* внешний поток и дальнейшее развитие по этому пути станет невозможным ($dE/dt=0$) - достаточно вспомнить о том, как «козы съели Средиземноморье» или что рано или поздно все запасы нефти закончатся.

В этой критической точке система либо перестает развиваться, либо может *продолжить* развитие, но уже по принципиально иной стратегии – $d\eta/dt>0$, $dE/dt=0$, совершенствуя *внутренние* механизмы использования энергии (повышая КПД или эффективность). Эта стратегия развития получила название *интенсивной*. Интенсивный тип развития может обеспечивать рост полезной работы даже в условиях ограниченного или уменьшающегося внешнего ресурсного потока. Для развивающихся систем переход от экстенсивной фазы к интенсивной – это безусловный *кризис развития*. Он наступает, когда экстенсивная стратегия безудержного роста потребления упирается в объективную ограниченность ресурсов.

За примерами далеко ходить не надо. В социально–экономических системах экстенсивный этап развития – это захват новых территорий, поднятие Целины, колонизация и т.д. Но когда глобальный передел мира закончился, и в 60–х годах XX столетия произошел обвальный процесс деколонизации, то буквально через десятилетие Запад столкнулся с масштабным энергетическим кризисом ($dE/dt=0$). Условием продолжения развития стало осознание конечности ресурсов, поиск ресурсо-энергосберегающих технологий, совершенствование системы использования энергии ($d\eta/dt>0$). *С середины 70-х годов прошлого столетия человечество ступило на интенсивный путь развития, лозунгами которого стали понятия ресурсо-энергосбережения, эффективности, технической модернизации.*

Однако, это вовсе не означает, что кризисы развития цивилизации позади. Коэффициент полезного использования энергии не может расти до бесконечности и

всегда ограничен соотношением $\eta \leq 1$. Иными словами, нельзя использовать энергии больше, чем ее есть на самом деле, и величина η не может превышать 100%. Это еще один объективный предел развития, вторая *кризисная точка*, в которой $d\eta/dt=0$, $dE/dt=0$. Любой системе, достигшей в своем развитии этой точки, для последующего выживания остается единственный выход – «замкнуться» по веществу–энергии (то есть использовать внешних ресурсов ровно столько, сколько позволяет внешняя среда) и функционировать циклично. Этот этап развития можно назвать *экологическим*, так как он в полной мере реализован в окружающих нас природных экосистемах, которые за сотни тысяч лет естественной эволюции прошли все критические точки и идеально "притерли" вещественно–энергетические циклы.

Все описываемые закономерности наглядно иллюстрируются Рис.1, на котором представлено изменение эффективности эволюционирующей системы во времени и объективно выделяются описанные три стадии развития. Звездочкой помечено примерное местоположение нашей цивилизации на сегодняшний день – переход от экстенсивной стратегии развития к интенсивной.

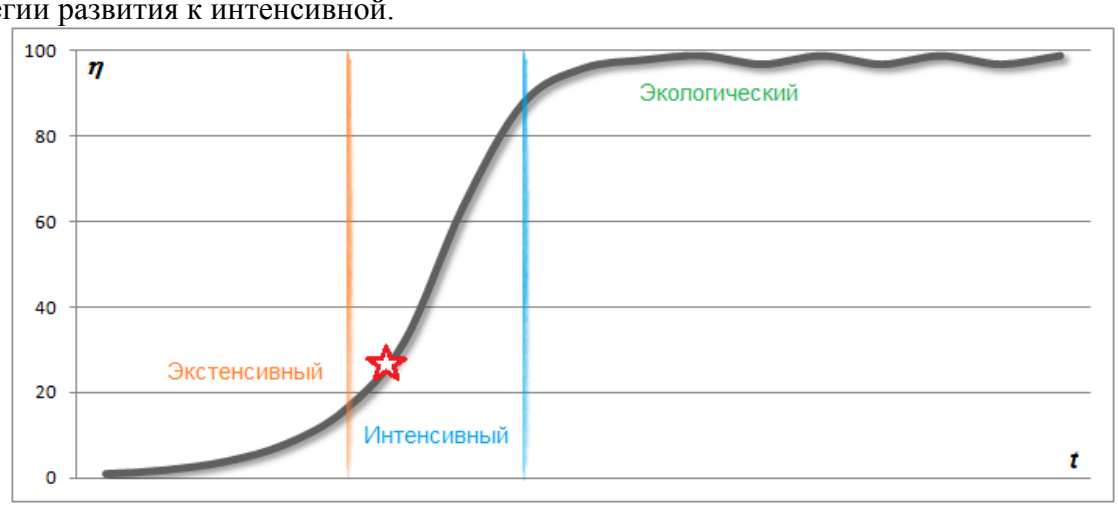

Рис.1. Этапы вещественно-энергетической эволюции открытой системы

Всё сказанное позволяет констатировать, что впереди нашу цивилизацию ждет еще один масштабный планетарный *кризис*, в результате которого селективное преимущество получат те, кто сумеет вовремя перейти на замкнутые, безотходные, «экологические» технологии (синяя линия на графике). Рост потребления прекратится, эффективность производства будет близка к максимально возможной, все изменения ограничатся естественными колебательными процессами.

Будет ли это означать «конец развития» цивилизации, который ей предрекают в целом ряде алармистских прогнозов? С точки зрения вещественно-энергетических критериев, безусловно, да – экологический этап последний, его могут достигнуть лишь наиболее совершенные системы, идеально «притертые» к окружению и потребляющие ровно столько ресурсов, сколько позволяет природная среда. *Это конец «эпохи потребления»*. Масштабный планетарный кризис и подлинная катастрофа для тех систем, которые живут исключительно за счет *роста потребления* - для них все самые худшие прогнозы обязательно сбудутся.

Хотя дальнейший вещественно–энергетический прогресс для этих систем не исключается – но уже на новом эволюционном витке развития, начиная с *экстенсивной* стадии (выход в большой Космос, в глубины Океана, открытие принципиально новых источников энергии и т.д.). Но, может быть, экологическая система недаром *совершенна*, чтобы человечеству однажды объективно осознать себя частью Мира и довольствоваться только той частью вещества–энергии, что «крутится» в доступных биосферно-техносферных циклах? Мы в своих прогнозах исходим именно из этого, поэтому с научно-обоснованным оптимизмом смотрим в будущее и без сожаления рассматриваем

перспективу неизбежной гибели общества потребления. Эволюция – не драка, здесь выживает не сильнейший, а *наиболее приспособленный*.

Что же касается *развития* не в примитивной трактовке неограниченного роста, а в понимании *прогресса вообще*, то здесь никаких объективных ограничений нет – прогресс безусловно будет, но только в иной – *информационной* сфере. И это наглядно демонстрируют нам все те же природные системы. Если на начальном этапе их эволюции внешняя (солнечная) энергия шла на увеличение биомассы, продуктивности, совершенствование механизмов ее переработки, то впоследствии, когда «циклы замкнулись», прогресс пошел в ином, «перпендикулярном» направлении – при неизменной биомассе и продуктивности на планете стали совершенствоваться формы, разнообразие функций биоты и способов их реализации. То есть, по сути, прогресс *экологический* сменился прогрессом *этологическим*, сопровождаемым ростом разнообразия не только самих организмов, но и способов их существования, инстинктов, первичных навыков и т.д. А с появлением человеческого общества стало возможно вести речь о глобальном векторе мирового прогресса – *опосредованной трансформации поступающей энергии в информацию, знания*. Иными словами, на экологическом этапе *основной вектор прогрессивного развития сдвинется в нематериальную, информационную* сферу – с учетом прогресса информационных технологий понимание этого, думается, имеется уже сегодня и вряд ли требует дополнительных обоснований.

Следует особо отметить, что рассмотренная модель определяет лишь общие закономерности развития, и границы между тремя его этапами не являются абсолютными, то есть в рамках одного господствующего на сегодня уклада (экстенсивного), существует множество систем с будущими - интенсивными и даже экологическими (биоресурсные отрасли, информационные технологии) принципами функционирования. Это те «ростки нового», которые при смене условий получат селективное преимущество и будут определять будущее системы. То есть *будущее существует уже сегодня* – надо его только разглядеть. Для этого рассмотрим основные признаки каждой из фаз и их сравнительные характеристики, что позволит представить основные процессы, сопровождающие переход из одной фазы в другую.

1.2. Фазы глобального развития применительно к социально-экономическим системам

Экстенсивный этап. Суть - развитие как чисто *количественный рост* в условиях (почти) неограниченных ресурсов. Доминанты - системы, сумевшие захватить наибольшее количество ресурса - динозавры, колониальные империи, гигантизм. Имеют селективное преимущество через эффект положительной обратной связи – «налипание на инфраструктуру» (богатые становятся богаче, деньги - к деньгам). Наиболее эффективная форма организации - иерархия с практически полной независимостью от других таких же систем (индивидуализм).

Основная стратегия - *экспансия, агрессия* - по отношению не только к внешним ресурсам, но и к соседям (поглощение, завоевание - норма жизни, естественный закон). Главная мотивация - *накопление*, всё то, что не идет на потребление и воспроизводство, омертвляется в золоте, предметах роскоши и прочих пассивах.

Кстати, именно богатство, агрессия, индивидуализм выступают и в дестабилизирующей роли. Накопленное богатство становится лакомым куском для соседнего агрессора, а индивидуализм не позволяет объединиться с соседями для отражения агрессии, тем самым рост богатства (особенно в удобных для грабежа золотых и прочих пассивах) парадоксально становится фактором угрозы - варвары не поработили Рим, а просто его разграбили.

В условиях неограниченных ресурсов (пионерная, первоначальная стадия) накопление ресурсов (богатства) реализуется без ущемления соседей, не отнимая у них ресурсы. На более зрелой стадии (ограничение по ресурсам) помимо захватнической стратегии (отъема у соседей) начинает формироваться новый механизм - рост эффективности их добычи и использования (зачатки интенсивной стадии). Это основной конкурентный механизм, способствующий выживанию в ходе эволюции.

В социальной организации доминируют те же материальные приоритеты - культ накопления, агрессия, индивидуализм. Знания и атрибуты духовной культуры приравниваются к роскоши и доступны только элитам, мировоззрение антропоцентрично, мышление и управление осуществляется в простейших количественных понятиях (поголовье или численность, миллионы тонн, значение ВВП).

Интенсивный этап. Суть - развитие в условиях ограниченности (дефицита) ресурсов путем повышения эффективности их добычи, использования, переработки. Доминантами являются системы с высоким КПД - они могут быть не только большими (мощными по имеющимся ресурсам), но и маленькими, располагающими минимумом ресурсов - их селективное преимущество в смысле выживания и последующего развития одинаковое. Однако разница в количественных характеристиках (размере) систем определяет и разницу механизмов, обеспечивающих селективное преимущество.

Системам «старого типа» (мощным, доминантам экстенсивного этапа) естественно повышать эффективность своих «генетически определенных» механизмов - КПД добычи ресурсов из среды и КПД агрессии по отношению к соседям, что в пределе порождает империи двух типов - сырьевые (Россия) и захватнические (Великобритания, Турция). Системы «нового типа» (маломощные по ресурсам), сумевшие выжить на далекой периферии экстенсивной эпохи за счет высокой эффективности, делают свое преимущество основным механизмом развития и фактором выживания - именно в этих «малых формах» (цехах) зародились паровые машины и прочие инновации, окончательно повернувшие мировое развитие на интенсивную стратегию.

Апофеозом всемирного экстенсивного этапа развития стало объединение трех перечисленных стратегий и появление Германской империи, сочетающей ресурсную и технологическую мощь с агрессией и породившую две мировые (захватнические) войны. Вторая Мировая поставила точку в экстенсивно-агрессивной стратегии, а через пару десятилетий (в 60-е годы XX века) произошла обвальная деколонизация - агрессия перестала быть эффективной. И всего через 10 лет после этих событий (в 70-е годы) мир впервые столкнулся с настоящим энергетическим кризисом - в итоге все экстенсивные механизмы развития (экспансия, агрессия) исчерпали свою эффективность и перестали обеспечивать устойчивость и развитие в изменившемся мире. Этот момент можно считать началом эпохи перехода от экстенсивного к интенсивному развитию - нашей *сегодняшней* эпохи, когда еще во многом доминирует старый экстенсивный уклад, но уже достаточно развиты интенсивные, высокотехнологические формы и существует ясное понимание, что именно за ними будущее.

Основная стратегия интенсивного этапа - не экспансия, а *расширенное производство*, главная мотивация - не накопление, а *потребление*. Место агрессии занимает *конкуренция*, которая становится основным механизмом селективного отбора, намного более прогрессивным, чем агрессия, так как позволяет выжить наиболее технологически продвинутым. Конкуренция подразумевает активное взаимодействие с окружающими системами, поэтому индивидуализм и иерархия уступают место *гибридной* структурной организации - *иерархо-неиерархической*, в которой традиционные иерархические системы объединяются множеством горизонтальных связей. Этот феномен дал еще одну степень свободы для реализации (похоже - последнего) проявления экстенсивной стратегии - мир завоевали *транснациональные корпорации* - результат

экспансии, но не за счет агрессии, а за счет конкуренции и горизонтальных связей. Этим заложен прообраз нового типа структурной организации - *сетевой*.

Расширение - как производства, так и потребления - обеспечивается не только увеличением (там где это еще возможно) добычи природных ресурсов, но и ростом КПД переработки, совершенствованием существующих технологий и появлением новых. Взрывной рост эффективности технологий, который мы наблюдаем сегодня, позволяет из одних и тех же ресурсов с теми же самыми энергозатратами получать все больше и больше полезного продукта. Это создает иллюзию того, что прогресс бесконечен и производство (потребление) будет всегда расти неуменьшающимися темпами. Опасная иллюзия - кривая на Рис.1 наглядно демонстрирует, что рост эффективности закончится так же резко, как и начался - и если не быть к этому готовым, то данное событие может оказаться во многом катастрофическим.

При расширенном производстве (так же, как и на экстенсивном этапе) накопление может производиться без ущерба для окружения (захвата их ресурсов), а просто *расширением выпуска* - то есть и на интенсивном этапе индивидуальное накопление не противоречит естественным процессам и не выступает фактором дестабилизации. Однако «омертвление» накоплений в предметах роскоши и прочих пассивах снижает конкурентное преимущество: повышают его только накопления, пущенные в оборот, расширенное воспроизводство и новации. Успешность (эффективность) оценивается не накопленным богатством, и даже не богатством, запущенным в оборот (активами), а прежде всего прибылью - мерой эффективности отбора в конкурентной среде.

Взрывной рост эффективности порождает еще одну эволюционно обусловленную закономерность - для выпуска *единицы* (натуральной) продукции требуется *все меньше* человеческого труда. Машины, роботы, био-, нано-, агротехнологии все больше заменяют физический труд и высвобождают все больше людей для занятий прочими видами деятельности - услугами (образование, здравоохранение и т.д.) и творчеством (культура, наука и т.д.), среди которых ведущую роль выполняет исследовательская и инженерная деятельность по повышению эффективности производства (инновации). Развитие этой сферы еще больше повышает эффективность и высвобождает еще больше людей - реализуется положительная обратная связь, дающая взрывной рост эффективности на основной фазе, пока не достигнут отмеченный выше предел роста η близкий к максимальному (Рис.1).

Создаваемые в ходе бурного роста дополнительные ресурсы являются аналогом ресурсного избытка, характерного для самой примитивной стадии экстенсивного развития. На этом избытке без особого ущерба могут существовать паразитические или абсолютно бесполезные для прогресса системы - и финансовые спекулянты, делающие состояния из ничем не обеспеченных «пузырей», и современные западные «люмпены» (в основном иммигранты), живущие только на социальные пособия и годами нигде не работающие. Система социального обеспечения - это одно из проявлений горизонтальных связей - новой нарождающейся сетевой структуры общества. Рост материального производства и развитие этой структуры (системы распределения) дают основания полагать, что обещанного катастрофистами «мирового голода» не случится - прокормить получится всю планету, экспоненциальный рост населения остановится, а его численность стабилизируется, что будет подробно показано ниже.

В социальной организации общества на интенсивном этапе доминирует культ потребления, индивидуальные накопления становятся атавизмом, главный лозунг - жить сегодняшним днем (во многих случаях за счет кредитов). Доминируют отношения конкуренции, теория конкурентного отбора Дарвина считается главной теорией Эволюции, мировоззрение механистическое, рациональное. В мышление и практику управления помимо валовых характеристик (отражающих количество) входят удельные, описывающие параметры эффективности (не просто тонны или гектары, а значения: на человека, на тонну продукции, на рубль выручки, на килограмм отходов и т.д.).

В это же время на периферии ведущих мировых процессов закладываются основы фундамента будущего этапа развития - осознание конечности ресурсов и единства с природой (зеленые движения), сетевая организация общества (развитие Интернета), индивидуальное творчество (фрилансеры), новые отношения (краудфандинг), культура, наука, образование.

Экологический этап. Финальный для материального производства человечества. Для точного определения его *сути* еще не возникли устоявшиеся понятия, но в нынешних механистических терминах его можно определить как *сбалансированное* или, точнее - *гармоничное* (не в гуманитарной, а в естественно-научной трактовке) развитие - встраивание материального производства человечества в биосферные циклы, коэволюция согласно всеобщим естественным законам. Доминантами являются наиболее *приспособленные* к внешним условиям системы, функционирующие в вещественно-энергетических пределах природных (точнее естественных природно-антропогенных) экосистем. И объемы материального производства, и численность населения остаются практически неизменными и колеблются вблизи состояния стационарного равновесия.

Вещественно-энергетическая эволюция человеческой цивилизации на этом этапе достигает климаксной стадии, наиболее устойчивой и сбалансированной. Устойчивый фундамент по материальным параметрам открывает возможности для развития на новом уровне - главный вектор развития полностью смещается из материальной в *интеллектуальную* сферу. По сути начинается новый цикл развития - с самой первой, экстенсивной фазы, подразумевающей широкое производство и накопление нового ресурса - *информации, знаний*.

Основная стратегия развития при этом - индивидуальное *творчество*, производство новой информации, знаний, умений. Главная мотивация - *полезность* для других, сопричастность, оценка твоих трудов и тебя, как личности. Организационная структура - *сетевая*, как наиболее устойчивая и эффективная для индивидуального и коллективного творчества. Глобальная сеть, объединяющая множество интеллектов - это и есть прообраз (а может и реализация) той Ноосферы, о которой писали выдающиеся мыслители прошлого века - Пьер Тейяр де Шарден и Владимир Иванович Вернадский.

О формах эволюции Разума сегодня вряд ли можно сказать что-то определенное, намного определеннее видится продолжение привычной нам материальной эволюции. А она, безо всякого сомнения, продолжится - причем, по той же самой схеме, начиная с самого примитивного экстенсивного этапа: освоив свою планету, человечество начнет осваивать Космос, а также мировой Океан. Уже сегодня достигнуты немалые успехи как в космической области, так и в освоении шельфа, так что в будущем развитии этих направлений деятельности можно не сомневаться, особенно с учетом того, что приоритетом экологического этапа является бурный рост знаний.

В основе социальной организации общества на этом этапе лежат принципы самоорганизации и синергизма, мировоззрение системное, в практике управления используются балансовые индикаторы, прообразом которых являются известные межотраслевые балансы, разработанные нобелевским лауреатом Василием Васильевичем Леонтьевым. В отличие от экстенсивной и интенсивной стадий развития, в сбалансированной системе любое накопление возможно только за счет отъема ресурсов у других, что при сетевой организации общества (связь всех со всеми) вряд ли будет иметь успех. Тем самым тенденции к материальному накоплению (в отличие от накопления информации, знаний, авторитета) чужды экологическому этапу развития.

Таковы в целом наиболее общие характеристики стадий развития цивилизации, следующие из теоретической модели. Несмотря на общий характер, их вполне достаточно, чтобы очертить прогнозное будущее и представить основные процессы, сопутствующие переходу от одной стадии эволюции к другой.

2. Свидетельства и признаки фазового перехода развития цивилизации на интенсивный этап

При рассмотрении общей модели развития, следующей из теоретических предпосылок, было констатировано, что сегодня наша цивилизация находится на этапе перехода от экстенсивной к интенсивной модели развития. В качестве индикатора начала этого процесса был принят, пожалуй, первый в истории человечества глобальный энергетический кризис 70-х годов XX века, реально продемонстрировавший пределы экстенсивного развития и инициировавший взрывной рост технологий ресурсо-энергосбережения и в целом мировой тренд на интенсификацию хозяйственной деятельности. Следует, однако, признать, что этот, вроде бы очевидный индикатор, не может считаться научно обоснованным репером точки перехода человечества на новую эволюционную стратегию. Учитывая важность и масштаб происходящих процессов, необходимы дополнительные, объективные и, по возможности, количественные подтверждения того, что процесс фазового перехода: а) действительно имеет место; б) имеет место именно сейчас. Только имея уверенность, что это так, можно предпринимать дальнейшие шаги по изучению и прогнозированию происходящих процессов.

2.1. Численность человечества и демографический переход

Первый и наиболее очевидный параметр, заслуживающий рассмотрения – это численность населения планеты, которое в последние десятилетия растет чрезвычайно высокими темпами, буквально «на глазах» удваиваясь в течение жизни одного поколения. Есть ли признаки эволюционного перелома в этом, без всякого сомнения экстенсивном, процессе?

Детальное исследование этого феномена произведено в работе С.П. Капицы «Общая теория роста человечества» [4]. Автор показывает, что коренным отличием эволюции человека от прочих биологических видов, обитающих на планете, является *информационная* природа ускорявшегося роста.

На ранних стадиях организации живой природы передача информации от поколения к поколению и ее распространение в пределах популяции происходит преимущественно генетически. Только высокоорганизованные виды животных, в т.ч. и человек обладают способностью к передаче информации путем социального наследования. Волки, птицы и т.п. передают информацию через подражание, как и люди, но у человека в определенный момент эволюции социальное наследование перешло в новое качество, допускающее взаимодействие «всех со всеми». Если человек не выделился бы из всего природного животного мира, то его численность была бы порядка 100 тыс. Такие протолюди жили бы в ограниченном ареале, и их эволюция определялась бы медленными процессами, происходящими в результате популяционно-генетических изменений, характерных для видообразования. Столь медленный рост в те далекие времена хорошо известен в антропологии, однако удовлетворительного объяснения он не имел. Скорость роста была такая, что за миллион лет нижнего палеолита численность тех, кого следовало тогда считать человечеством, увеличилась всего на 150 тыс. - на столько же, на сколько сегодня прибавляется за ночь.

Однако с появлением человека разумного произошел качественный скачок в развитии природы на Земле. Есть все основания полагать, что новое качество связано с разумом и сознанием *Homo Sapiens*. Существенно отметить, что по своей численности мы *превышаем* сравнимых с нами по размерам и питанию животных *на пять порядков* - в сто тысяч раз.

Для выявления количественных закономерностей развития автор проанализировал доступные источники информации по численности населения планеты за весь период

существования человечества и предложил феноменологическую модель, наилучшим образом описывающую реальные данные. В предыдущих исследованиях, например известной модели Мальтуса [5], основанной на наблюдениях за ростом численности населения Америки, был установлен экспоненциальный тип роста населения. Однако этот вид зависимости хорошо отражал состояние на XIX век и неудовлетворительно описывает динамику в более поздний, особенно современный период. В модели С.П. Капицы человечество рассматривается как единая демографическая система, скорость роста которой, пропорциональна *квадрату численности* населения. Это приводит к *гиперболическому* закону роста, который быстрее любого экспоненциального и спрямляется не в логарифмических, а в *двойных* логарифмических координатах.

Рост по гиперболе обращается в бесконечность по мере приближения к моменту расходимости - особой точке для функции роста. Именно это соответствует наступлению демографического взрыва и отвечает, так называемому, режиму с обострением – когда численность населения уходит по выражению математиков в «дурную бесконечность» и модель перестает работать. В реальных условиях в этой области вступают в силу факторы, ограничивающие рост. Основным ограничивающим фактором, лимитирующим взрывной рост, является *демографический переход*, [6] который население планеты переживает в настоящее время.

Это явление состоит в резком увеличении скорости роста популяции, сменяющемся затем столь же стремительным ее падением, после чего население стабилизируется в своей численности. Этот переход уже пройден так называемыми развитыми странами, и теперь подобный процесс происходит в развивающихся странах. Демографический переход сопровождается ростом производительных сил и перемещением значительных масс населения из сел в города. По завершении перехода наступает также значительное изменение возрастного состава населения. Изменение скорости роста населения для ряда стран (фактическое) и в целом по миру (модель) представлено на Рис.2.

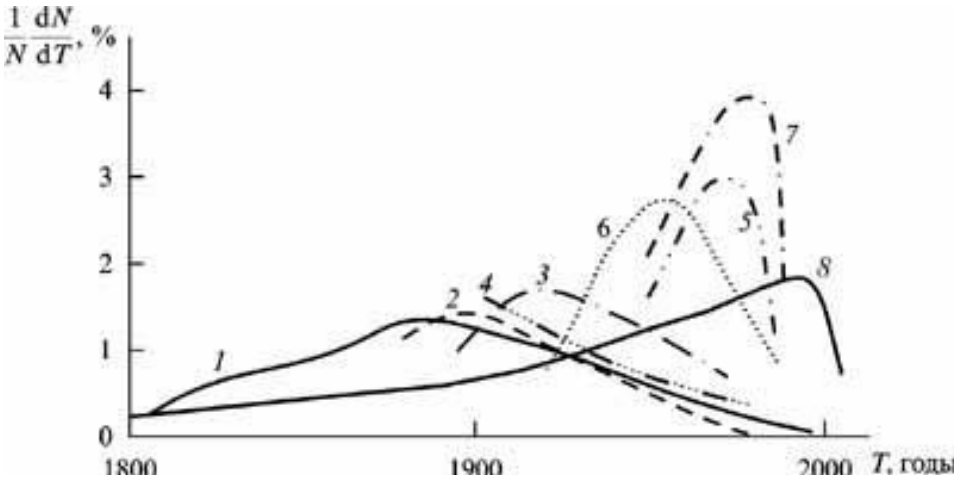

Рис. 2 Прохождение странами демографического перехода

1 - Швеция, 2 - Германия, 3 - СССР (Россия), 4 - США, 5 - Маврикий, 6 - Шри-Ланка, 7 - Коста-Рика, 8 - Модель.

Существенно отметить, что скорость роста проходит именно через максимум, а не устанавливается на своем наибольшем значении. По мере того как скорость роста уменьшается, население Земли выходит на плато и стабилизируется. Население мира в целом четко следует такому развитию в результате суммирования переходов в отдельных странах и регионах. При этом ограничение обязано именно *пределу скорости роста*, а не отсутствию ресурсов – в развитых странах в ходе перехода ресурсов было и остается в избытке. При исследовании модели получен ряд интересных количественных результатов,

имеющих отношение не только к демографическому переходу, но и к процессу развития человеческой популяции в целом.

Самая ранняя и наиболее продолжительная эпоха *линейного* роста ***A*** началась

$T_0 = T_1 - 0.5\pi K\tau$ = 4,5 млн лет тому назад

(Здесь **K**=64 000 - константа роста, τ=45 лет - эффективная длительность жизни поколения).

Длительность этой фазы можно оценить в $\Delta T_A = K\tau$ =2,9 млн лет.

К концу эпохи ***A*** население достигает $N_{A,B} = K\ tg1$=100 000 чел.

Следующая, эпоха *гиперболического* роста ***B***, продолжается $(0,5\pi-1)K\tau$ =4,5 - 2,9=1,6 млн лет и заканчивается за τ =45 лет до критической даты T_1=2005 г. в 1960 г. при населении мира, равным $0,25\pi K^2$=3,22 млрд.

В течение эпохи ***B*** скорость роста пропорциональна квадрату общего числа людей ***N***, населяющих Землю $\tau(dN/dT) = N^2/K^2$, что приводит к гиперболическому росту:

$N=K^2\tau/(T_1-T) = 186.10^9/(2025-T)$.

Демографический переход занимает 2τ =90 лет и заканчивается соответственно в $T_1+\tau$ =2050 г. С демографического перехода начинается эпоха ***C*** - переход к *стабилизированному* пределу, зависящему только от значения ***K***:

$N_\infty = \pi K^2$ = 13 млрд.

В критическом 2005 г. население мира достигает половины предельной величины

$N_1 = 0,5\pi K^2$=6,5 млрд, а скорость роста населения достигает максимума K^2/τ = 90 млн в год. За время демографического перехода население увеличивается в ***M***=3 раза.

В течение всего времени роста от T_0=4,5 млн лет тому назад до T_1=2005 г. на Земле прожило $P_{0.1} = 2K^2\ lnK$ = 90 млрд чел.

Итак, в соответствии с моделью, начало мирового демографического перехода можно отнести к $T_1-\tau$ = 1960 г., конец к $T_1+\tau$ = 2050 г., так что длительность перехода составляет 2τ = 90 лет. За это время с 1960 г. к середине XXI в. население мира возрастет в 3 раза. После завершения перехода в предвидимом будущем население мира будет стремиться к своему асимптотическому значению N_∞=13 млрд, которое вдвое больше, чем население мира в критическом 2005 г. На диаграмме скорости роста населения мира (Рис.3) демографический переход виден как четкий максимум, вершина которого приходится на 2005 г. при длительности перехода 90 лет, определенной по ширине графика перехода на уровне половины его высоты. Но график скорости роста населения мира показывает ясную картину демографического перехода и дает возможность определить его начало и ожидаемый конец в рамках представлений модели.

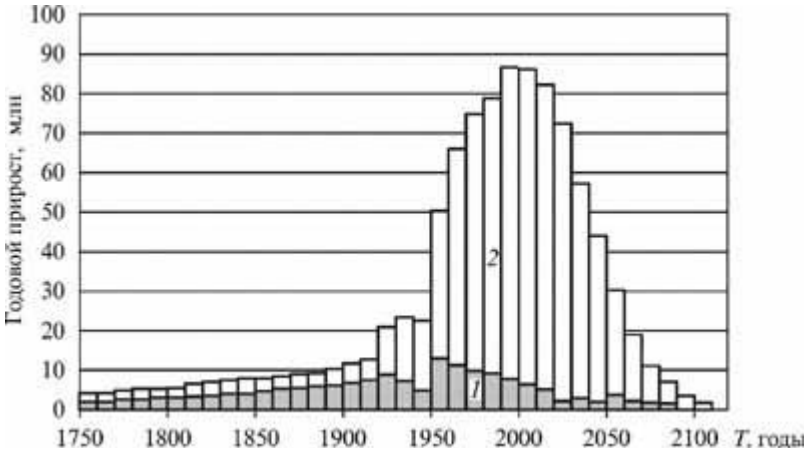

Рис.3 Мировой демографический переход 1750 -2120 гг:

1 -- развитые страны, 2 -- развивающиеся страны. Годовой прирост населения мира усреднен за 10 лет. Видно уменьшение скорости роста при мировых войнах и демографическое эхо войны в начале XXI в.

Таким образом, мировой демографический переход, в самой середине которого мы находимся, продолжается всего 90 лет, однако за это время, составляющее 1/50 000 всей истории человечества, произойдет коренное изменение характера нашего развития. Для того чтобы наглядно представить внезапность и остроту демографического перехода, полезно представить себе, где находится начало графика роста - время T_0=4,5 млн лет тому назад. В линейном масштабе (Рис. 3) эта точка смещена влево на километр! Так становится понятнее, почему следует обращаться к логарифмической шкале времени - это не только вопрос удобства, эта шкала отвечает динамике роста человечества. Если мы обратимся к расчету числа людей, живших на Земле, то, несмотря на краткость перехода, время демографического перехода переживут 1/10 всех людей, когда-либо живших на планете.

Наступление глобального демографического перехода сопровождалось невиданным ранее прогрессом - стремительным ростом городов, промышленной революцией и исключительным ростом производства, развитием транспорта и связи, образования и медицины, становлением мировой финансовой системы и поразительным развитием науки и искусств. Это развитие, прежде всего, началось в Европе и затем распространилось по всему миру.

В качестве социального фактора последствий демографического перехода наиболее серьезным является изменение возрастного состава населения. Распределение населения по возрасту и полу обычно представляют в виде диаграмм, на которых наглядно видно, как с возрастом изменяется состав населения и как, в случае нестационарного развития, происходит переход от пирамиды, характерной для периода роста, к столбообразному распределению, когда рост населения практически прекращается (Рис. 4).

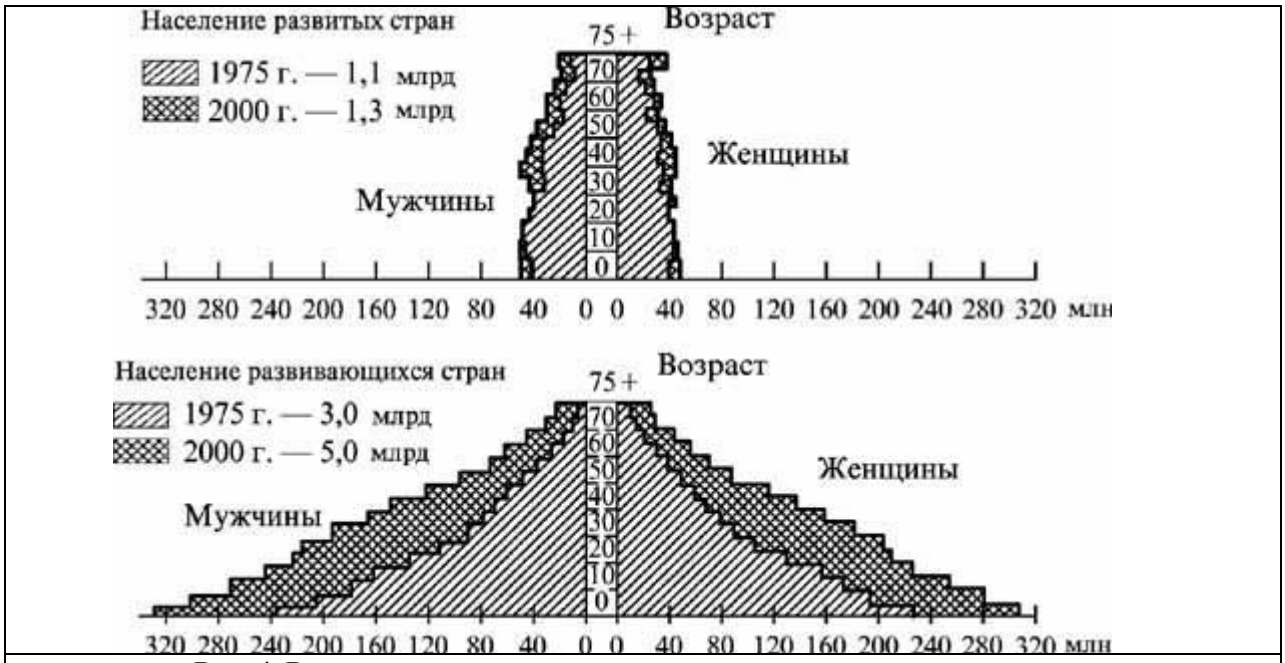

Рис. 4 Распределение населения мира по возрасту и полу развитых и развивающихся стран

Обращает внимание сглаженность глобальных пирамид в результате суммирования распределений для стран, которые изрезаны своей историей. Заметим, что рост населения не связан с формой распределения по возрасту

Если начало перехода сопровождается быстрым ростом и исторически внезапным появлением молодого поколения, то в конце перехода происходит старение населения. Это приводит к глубоким изменениям семьи и отношений поколений, системы образования и социального страхования, всей системы ценностей, управляющих

обществом предвидимого будущего. Изменение возрастного состава общества (рис. 4) и установление новых соотношений между старшим и молодым поколением представляется основным результатом и наступает при завершении демографического перехода. Так предстоящая стабилизация населения мира знаменует переход к новому состоянию человечества, которое можно назвать *асимптотическим*.

Установление нового возрастного распределения завершится только к первой половине XXII века., т.е. на десятилетия позднее конца модельного перехода. К этому времени рост населения мира сильно замедлится, и по расчету, население достигнет 12 млрд, а скорость роста составит 0,3% в год. Тогда же должен завершиться и процесс урбанизации - установления асимптотического соотношения между городским и сельским типами расселения, при котором в городах будет жить не менее 3/4 всего населения мира. В этом состоят внешние, количественные характеристики того нового состояния, к которому в обозримом будущем стремится человечество. Вся эпоха перемен, включая демографический переход (1960-2050) и последующее плавное снижение скорости прироста населения вплоть до асимптотического состояния (≈2100 г.) продолжится около 350 лет (Рис. 3) и в исторических масштабах времени больше всего напоминает революцию.

Действительно, никогда прежде мир не переживал ничего подобного, за исключением самого возникновения человека и человечества. Но антропогенез занял миллионы лет, а главной особенностью демографического перехода стала его краткость. Именно ударность, обостренность перехода, когда его характерное время – 45 лет – оказывается даже меньше средней продолжительности жизни в 70 лет, стала наиболее чувствительной для современников чертой переживаемого времени.

В результате эволюции, ради формирования разума, у человека возникла *задержка в половом созревании* отдельной особи. Более того, эволюционный процесс для человека замедлен и тем, что длительность поколения у человека на порядок длиннее, чем у схожих с ним животных. Практически с появления Homo Sapiens *времени на эволюцию уже нет*, и можно сказать, что *демографический переход происходит из-за несоответствия биологического потенциала человека и* демографического императива *социального развития*.

Вероятно поэтому, сегодня принято говорить, что связь времен разорвана. В этом можно видеть выражение неравновесности процесса роста, сопровождаемого распадом традиционных связей семьи и общества, растущей неустроенностью жизни и характерным для нашего времени стрессом. Происходит нарушение длительных, выработанных за тысячелетия нашей истории, ценностных и этических представлений. В историческом плане это сопровождается разрушением временных и пространственных корреляций, распадом имперских и государственных систем власти и управления обществом. Иными словами, *традиция не успевает за взрывной революцией демографической системы*.

Неравновесность и неустроенность, когда *нет времени на процессы релаксации*, процессы установления относительного общественного и исторического равновесия, адаптации личности к условиям бытия, когда *нет и времени для сколько-нибудь длительной эволюции* и выработки критериев в искусстве и явлениях культуры, стали характерной чертой нашего времени. Многие исследователи культуры рассматривают постмодернизм и ряд веяний современного искусства как симптомы распада. Быть может это происходит из-за того, что *традиционная культура не поспевает за прогрессом*, и разрыв обязан стремительному развитию современного мира, отражая уже в образах искусства стресс переходного периода. *Темп развития материальной цивилизации опережает развитие культуры*, подобно тому как в информатике программное обеспечение - *software* - отстает от *hardware* – «железа».

Без учета этих факторов трудно понять многие черты современности, находящие свое выражение как в исторических событиях, так и в состоянии семьи и поведении личности, и смягчить шок от демографического перехода. Только по мере выхода из

перехода, при стабилизации численности населения, можно ожидать спада стрессовой ситуации и наступления нового этапа развития человечества.

Стоит особо подчеркнуть, что модель эволюции человечества парадоксально указывает на её глобальную *независимость от внешних ресурсов* в течение всей истории развития. Темп роста зависит от *внутренних свойств* системы, а не от внешних условий и ресурсов. Принцип демографического императива, указывающий на независимость, в первом приближении, роста человечества от внешних условий, противоположен популяционному принципу Мальтуса, ставящему рост в зависимость от ресурсов, и требованиям столь популярного ныне экологического императива.

Ведущим *внутренним* фактором развития является его *информационная природа*. Распространение и передача из поколения в поколение информации - знаний и технологий, обычаев и культуры, религии и, наконец, представлений науки - есть то, что качественно отличает человека и человечество в своем развитии от животного мира.

В течение долгого детства, когда при овладении речью, обучении, образовании и социальном воспитании каждый ребенок учится быть человеком, определяется единственный, специфический для человечества способ развития и последующей самоорганизации. При этом информация передается во времени вертикально от поколения к поколению, путем социального наследования, и горизонтально - в пространстве информационного взаимодействия. Физическим образом информационного обмена может быть поле, информационное поле знаний, охватывающее все человечество, которое служит мощным объединяющим фактором и связано с понятием сознания. Так *коллективный опыт* служит основой роста, обязанного информационному взаимодействию всех людей на планете и математически выраженного в виде *зависимости от квадрата численности* всего населения Земли.

Такая зависимость возникает потому, что при обмене и распространении информации происходит *умножение числа ее носителей* в результате разветвленной *цепной реакции*. Обмен и распространение информации отличаются от эквивалентного обмена ценностями, когда, например, при обмене невесты на стадо баранов общее число объектов обмена сохраняется. Разница удачно выражена в анекдоте о том, как хорошо обмениваться идеями: при этом каждый приобретает по идее, ничего не теряя. Очевидно, что распространение информации необратимо, в то время как обмен товарами принципиально обратим.

Сегодня принято выделять информационную составляющую современной цивилизации. Но следует подчеркнуть, что *человечество всегда было информационным обществом*. Иначе трудно понять природу квадратичного роста, так отличающего человека от всех остальных животных. Именно благодаря информации уже очень давно, с самого начала появления человека, шел непрерывный процесс *сапиентации* - развития способности к созданию, накоплению, передаче и использованию информации. Так что информационное общество появилось не после компьютеров и Гутенберга, иероглифов и языка, а на самой заре человечества, миллион лет тому назад. А Интернет и мультимедиа – только последний эпизод в этой долгой истории, когда тысячи лет караваны и купцы, базарная площадь и деревенский колодец, мастера и монахи, барды и старцы, сидящие у семейного очага, служили той же цели - передаче культуры, знаний и размножению информации.

2.2. Биологические предпосылки демографического перехода

Рассмотренная демографическая модель С.П. Капицы постулирует остановку в ближайшем будущем взрывной фазы роста человечества с выходом на асимптотическую фазу, независимость этого процесса от исчерпания внешних ресурсов (что предрекалось Мальтусом и прочими «катастрофистами») и информационную природу этих процессов (в отличие от генетической для прочих видов). При этом именно *информационные причины*

определяют как развитие на стадии ***B*** (взрывного роста), так и переход к стадии ***C*** (асимптотической). Если для первого случая влияние этих причин очевидно в силу умножения числа носителей в результате разветвленной *цепной реакции*, что приводит к гиперболическому росту, то является ли отмеченная связь «всех со всеми» *причиной демографического перехода* – остается вопросом. В модели нет этому подтверждения, постулируются лишь предположения об отставании социальной компоненты развития от биологической, однако фактические данные говорят о том, что во многих странах мира демографический переход уже произошел или происходит в настоящее время, значит процесс это объективный и должен иметь какие-то причины. Попробуем выяснить, являются ли эти причины информационными, для чего рассмотрим результаты чрезвычайно интересных опытов на биологическом материале. Комментарии к тексту даны жирным курсивом в скобках.

Американский ученый-этолог Джон Кэлхаун провел ряд удивительных экспериментов в 60-70-х годах двадцатого века [7]. В качестве подопытных Д. Кэлхаун неизменно выбирал грызунов, хотя конечной целью исследований всегда было предсказание будущего для человеческого общества. В результате многочисленных опытов над колониями грызунов Кэлхаун сформулировал новый термин, «поведенческая раковина» (*behavioral sink*), обозначающий переход к деструктивному и девиантному поведению в условиях перенаселения и скученности. Своими исследованиями Джон Кэлхаун приобрел определенную известность в 60-е годы, так как многие люди в западных странах, переживавших послевоенный бэби-бум, стали задумываться о том, как перенаселение повлияет на общественные институты и на каждого человека в частности.

Свой самый известный эксперимент, заставивший задуматься о будущем целое поколение, он провел в 1972 году совместно с Национальным институтом психического здоровья (NIMH). Целью эксперимента «Вселенная-25» был анализ влияния плотности популяции на поведенческие паттерны грызунов. Кэлхаун построил настоящий рай для мышей в условиях лаборатории. Был создан бак размерами два на два метра и высотой полтора метра, откуда подопытные не могли выбраться. Внутри бака поддерживалась постоянная комфортная для мышей температура (+20 °C), присутствовала в изобилии еда и вода, созданы многочисленные гнезда для самок. Каждую неделю бак очищался и поддерживался в постоянной чистоте, были предприняты все необходимые меры безопасности: исключалось появление в баке хищников или возникновение массовых инфекций. Подопытные мыши были под постоянным контролем ветеринаров, состояние их здоровья постоянно отслеживалось. Система обеспечения кормом и водой была настолько продумана, что 9500 мышей могли бы одновременно питаться, не испытывая никакого дискомфорта, а 6144 мышей одновременно потреблять воду, также не испытывая никаких проблем. Пространства для мышей было более чем достаточно, первые проблемы отсутствия укрытия могли возникнуть только при достижении численности популяции свыше 3840 особей. Однако такого количества мышей никогда в баке не было, максимальная численность популяции отмечена на уровне 2200 мышей

Эксперимент стартовал с момента помещения внутрь бака четырех пар здоровых мышей, которым потребовалось совсем немного времени, чтобы освоиться, осознать, в какую мышиную сказку они попали, и начать ускоренно размножаться. Период освоения Кэлхаун назвал фазой ***A***, однако с момента рождения первых детенышей началась вторая стадия ***B***. Это стадия экспоненциального роста численности популяции в баке в идеальных условиях: число мышей удваивалось каждые 55 дней (***ср. с моделью Капицы***). Начиная с 315 дня проведения эксперимента темп роста популяции значительно *замедлился* - теперь численность удваивалась каждые 145 дней, что ознаменовало собой вступление в третью фазу ***C*** (***по всем признакам – демографический переход***). В этот момент в баке проживало около 600 мышей, сформировалась определенная иерархия и некая социальная жизнь. Стало физически меньше места, чем было ранее.

Появилась категория «отверженных», которых изгоняли в центр бака, они часто становились жертвами агрессии. Отличить группу «отверженных» можно было по искусанным хвостам, выдранной шерсти и следам крови на теле. Отверженные состояли, прежде всего, из молодых особей, не нашедших для себя социальной роли в мышиной иерархии. Проблема отсутствия подходящих социальных ролей была вызвана тем, что в идеальных условиях бака мыши жили долго, стареющие мыши не освобождали места для молодых грызунов (***выравнивание возрастной пирамиды***). Поэтому часто агрессия была направлена на новые поколения особей, рождавшихся в баке. После изгнания самцы ломались психологически, меньше проявляли агрессию, не желали защищать своих беременных самок и исполнять любые социальные роли. Хотя периодически они нападали либо на других особей из общества «отверженных», либо на любых других мышей.

Самки, готовящиеся к рождению, становились все более нервными, так как в результате роста пассивности среди самцов они становились менее защищенными от случайных атак. В итоге самки стали проявлять агрессию, часто драться, защищая потомство. Однако агрессия парадоксальным образом не была направлена только на окружающих, не меньшая агрессивность проявлялась по отношению к своим детям. Часто самки убивали своих детенышей и перебирались в верхние гнезда, становились агрессивными отшельниками и отказывались от размножения. В результате рождаемость значительно упала, а смертность молодняка достигла значительных уровней.

Вскоре началась последняя стадия существования мышиного рая — фаза ***D*** или фаза смерти, как ее назвал Джон Кэлхаун. Символом этой стадии стало появление новой категории мышей, получившей название «красивые». К ним относили самцов, демонстрирующих нехарактерное для вида поведение, отказывающихся драться и бороться за самок и территорию, не проявляющих никакого желания спариваться, склонных к пассивному стилю жизни. «Красивые» только ели, пили, спали и очищали свою шкурку, избегая конфликтов и выполнения любых социальных функций. Подобное имя они получили потому, что в отличие от большинства прочих обитателей бака на их теле не было следов жестоких битв, шрамов и выдранной шерсти, их нарциссизм и самолюбование стали легендарными. Также исследователя поразило отсутствие желания у «красивых» спариваться и размножаться - среди последней волны рождений в баке «красивые» и самки-одиночки, отказывающиеся размножаться и убегающие в верхние гнезда бака, стали большинством.

Средний возраст мыши в последней стадии существования мышиного рая составил 776 дней, что на 200 дней превышает верхнюю границу репродуктивного возраста. Смертность молодняка составила 100%, количество беременностей было незначительным, а вскоре составило 0. Вымирающие мыши практиковали гомосексуализм, девиантное и необъяснимо агрессивное поведение в условиях избытка жизненно необходимых ресурсов. Процветал каннибализм при одновременном изобилии пищи, самки отказывались воспитывать детенышей и убивали их. Мыши стремительно вымирали, на 1780 день после начала эксперимента умер последний обитатель «мышиного рая».

Предвидя подобную катастрофу, Д. Кэлхаун при помощи коллеги доктора Х. Марден провел ряд экспериментов на третьей стадии (фаза смерти сообщества). Из бака были изъяты несколько маленьких групп мышей и переселены в столь же идеальные условия, но еще и в условиях минимальной населенности и неограниченного свободного пространства. Никакой скученности и внутривидовой агрессии. По сути, «красивым» и самкам-одиночкам были воссозданы условия, при которых первые 4 пары мышей в баке экспоненциально размножались и создавали социальную структуру. Но к удивлению ученых, «красивые» и самки-одиночки свое поведение не поменяли, отказались спариваться, размножаться и выполнять социальные функции, связанные с репродукцией. В итоге не было новых беременностей и мыши умерли от старости. Подобные одинаковые результаты были отмечены во всех переселенных группах. В итоге все подопытные мыши умерли, находясь в идеальных условиях.

Джон Кэлхаун создал по результатам эксперимента теорию двух смертей. «Первая смерть» — это смерть духа. Когда новорожденным особям не стало находиться места в социальной иерархии «мышиного рая», то наметился недостаток социальных ролей в идеальных условиях с неограниченными ресурсами, возникло открытое противостояние взрослых и молодых грызунов, увеличился уровень немотивированной агрессии. Растущая численность популяции, увеличение скученности, повышение уровня физического контакта, всё это, по мнению Кэлхауна, привело к появлению особей, способных только к простейшему поведению. В условиях идеального мира, в безопасности, при изобилии еды и воды, отсутствии хищников, большинство особей только ели, пили, спали, ухаживали за собой. Мышь — простое животное, для него самые сложные поведенческие модели — это процесс ухаживания за самкой, размножение и забота о потомстве, защита территории и детенышей, участие в иерархических социальных группах. От всего вышеперечисленного сломленные психологически мыши отказались. Кэлхаун называет подобный отказ от сложных поведенческих паттернов «первой смертью» или «смертью духа». После наступления первой смерти физическая смерть («вторая смерть» по терминологии Кэлхауна) неминуема и является вопросом недолгого времени. В результате «первой смерти» значительной части популяции вся колония обречена на вымирание даже в условиях «рая».

По названию – «Вселенная 25» – понятно, что это был не первый его эксперимент. Свои первые опыты создания «мышиного мира» он начал ещё в 1947 г. Тогда популяция мышиной колонии достигло своего предела при наличии 200 особей, а стабилизировалось – при 150. Потом были ещё, но все они проходили те же этапы, что и «Вселенная 25» 1972 года: после волны насилия и гиперсексуальной активности следовали апатия, асексуальность и самоуничтожение.

Выводы, сделанные Джоном Кэлхауном, основывались на результатах его экспериментов и пессимистического настроения американского общества 60-70 годов XX века. Кэлхаун считал, что исследованный эффект перенаселенности, наблюдавшийся в условиях эксперимента, может рассматриваться как модель будущего состояния для человеческой цивилизации. Это вписывалось в «катастрофическую» модель Мальтуса и соответствовало бытовавшим в то время концептуальным установкам о грядущей перенаселенности и нехватке ресурсов, что позднее было отражено в известных работах «Римского клуба».

Однако последующие работы этологов, основанные, в том числе, на результатах Кэлхауна, показали, что перенаселенность (максимум которой в модели не достигался) в данном случае не первопричина, а ключевой фактор - частота визуальных и, несомненно, запаховых контактов. А наблюдаемое подпороговое, *упреждающее* снижение численности – это *выработанный эволюцией поведенческий механизм*, предотвращающий чрезмерную плотность популяции, чреватую истощением ресурсов. В природе это приводит к уходу части потомства (молодежи) с территории рождения, т.е. к сохранению

генофонда исходной популяции. Известные конфликты «отцов и детей» - из этой же оперы.

Что касается человеческого общества, то для него описанные процессы – есть один из механизмов остановки роста человечества, который уже работает в странах Запада и начал работать в «третьем» мире. С большой вероятностью в основе процессов демографического перехода лежат именно процессы *упреждающего* ограничения численности популяции, которые наиболее выраженно проявляются в современных мегаполисах. Биологическая плотность заселения мегаполисов, похоже, превышает некий критический оптимум, что и приводит к преобладанию факторов, присущих «мышиному раю» и последующей депопуляции.

В этом смысле мегаполисы – являются ранними индикаторами демографического перехода, позволяющими увидеть закономерности развития глобальных процессов в целом. В частности, реальная депопуляция и интенсивный миграционный приток, без которого мегаполисы просто не могут существовать, транслируются на системы уже более высокого уровня. К примеру, те же самые процессы характерны для стран «старой» Европы, давно прошедших демографический переход. Отрицательные демографические тенденции коренных этносов и сильная зависимость от миграционных притоков, порождает известные этнокультурные и социальные проблемы.

Следует, однако, отметить существенную разницу в уровне социальной организации мышиной и человеческой популяции. Если для мышей она сводится лишь к примитивному ухаживанию, заботе о потомстве и т.д., то у человека – это огромный культурный пласт, только на освоение которого уходят первые два десятка лет жизни. Поэтому то, что в условиях перенаселенного «мышиного рая» угнетает и, в конечном итоге, губит популяцию, при наличии разума несет функцию информационного обмена и распространения новых идей, знаний, культурных и культовых феноменов. Возможно, что мегаполисы потому и притягивают людей, что обеспечивают не только удобства общественной канализации, но и высокую частоту социальных взаимодействий, добавляя к телефонным разговорам посещение Большого театра, Болотной площади или посиделки в кафе на Тверской. Эта социальная обусловленность противостоит обусловленности биологической (мышиной).

Такая разнонаправленность биологических и социальных последствий перенаселенности осложняет прогнозирование траектории дальнейшего развития. Можно лишь предположить существенность различий стран и находящихся в них мегаполисов в балансе преимуществ социальных взаимодействий и биологических (поведенческих) последствий перенаселенности. Вероятно, что степень дисбаланса будет определять остроту восприятия обществом последствий демографического перехода и смены экстенсивной модели социально-экономического развития на интенсивную.

Уже сейчас стремительное развитие современных коммуникаций понижает стремление в мегаполисы, давая полноценные возможности для социальных взаимодействий в удаленном режиме. Мобильные телефоны и Интернет работают как средство минимизации биологических издержек плотности населения в пользу социальных выигрышей от контактов «всех со всеми», отмеченных в модели С.Капицы. Тем самым поселения будущего – это скорее всего сочетание мегаполисов и коммун на природе, связанное в систему глобальными информационными и транспортными сетями.

Тем самым наличие разума, культуры, информационных взаимодействий дают основания полагать, что человеческую популяцию не постигнет в конце концов судьба «Вселенной 25» и она не выйдет в своем развитии на летальную фазу ***D***. Однако вовсе не исключено, что именно биологические, «мышиные» причины могут выступить на каком-то этапе естественными ограничителями в распространении мегаполисов – по достижении определенного предела скученности центростремительные тенденции могут остановиться и люди предпочтут селиться «на природе», будучи по-прежнему связаны с миром

глобальными информационными сетями. Их наличие уже сегодня (связь «всех со всеми») является весомым аргументом в пользу того, что демографический переход, уже свершившийся в так называемых «развитых» странах, является глобальной тенденцией и, в полном согласии с моделью Капицы, произойдет во всех остальных странах мира, что ознаменует собой конец эпохи экстенсивного развития человечества и переход цивилизации на интенсивные рельсы.

2.3. Ускоряющиеся эволюционные процессы и точка сингулярности

Напомним, что основной задачей данного раздела является поиск научно обоснованных и, по возможности, количественных подтверждений того, что процесс перехода развития человечества от экстенсивной к интенсивной модели развития: а) действительно имеет место; б) имеет место именно сейчас. Как выяснилось выше, гипотеза находит полное подтверждение на демографических данных и имеет экспериментальные биологические обоснования. Численность человечества, без сомнения, является прекрасным индикатором эволюционных процессов, однако человек – лишь один из элементов глобальной природной системы и, если предложенная в первой главе (раздел 1.1.) системная модель развития претендует на всеобщность, она должна быть справедливой для всех макросистем, включая Биосферу в целом и ее эволюцию. Для поиска возможных подтверждений обратимся к одной из немногочисленных работ, в которой известные палеонтологические и исторические данные не просто представлены и откомментированы в некоей последовательности, а отобраны по единым основаниям, что открыло возможности для установления временн**ы**х закономерностей.

Речь идет о работе физика А.Д. Панова «Сингулярная точка эволюции?» [8], в которой автор исходит из того, что планетарная эволюция хотя и имеет векторный, однонаправленный, монотонный, характер, она отнюдь не является гладкой. История планетарной системы представляет собой последовательность сменяющих друг друга качественно различных фаз, разделенных более или менее отчетливыми *фазовыми переходами*. Фазовые переходы не являются случайными событиями и часто имеют характер революций планетарной системы, они происходят в результате ответа планетарной системы на эволюционные кризисы различного типа – эндогенные, экзогенные, эндо-экзогенные.

В момент фазового перехода решающим фактором во многих случаях оказывается так называемое избыточное *внутреннее разнообразие* системы. Под избыточным внутренним разнообразием понимаются такие формы организации планетарной системы, которые не играют существенной системообразующей роли на данном этапе развития и не дают существенных эволюционных преимуществ. Однако, в момент наступления эволюционного кризиса именно некоторые из форм избыточного внутреннего разнообразия дают адекватный ответ на кризис и становятся новым системообразующим фактором. По сути, это есть не что иное, как одна из форм реализации механизма отбора. Существенно, что момент фазового перехода определяется не первым появлением эволюционно продвинутой подсистемы, а серьезной перестройкой планетарной системы, в результате которой такая подсистема становится существенным или ведущим фактором в эволюции.

В ходе фазового перехода старые эволюционные формы не элиминируются полностью, а продолжают сосуществовать с новыми, часто при этом включаясь в них как составная часть или подсистема (эволюционный консерватизм). Так, наряду со сложными многоклеточными организмами продолжает существовать одноклеточная фауна, причем основой организации многоклеточного организма является клетка - видоизмененный и специализированный одноклеточный организм.

Разрешение эволюционного кризиса означает переход планетарной системы в состояние, более далекое от равновесия, чем предыдущее, то есть для сохранения гомеостаза система должна реализовать некоторые компенсирующие механизмы - сохраняющие реакции. На этапе эволюции цивилизации одним из важнейших механизмов адаптации оказывается совершенствование *культурных регуляторов*, которые противостоят росту разрушительной силы *новых технологий*. Те подсистемы цивилизации, которые не в состоянии ответить на техногенные кризисы выработкой адекватных культурных регуляторов, выбывают из эволюции, выжившие же подсистемы обладают более совершенными культурными регуляторами.

Примечательной особенностью приведенных представлений является то, что одни и те же, по сути, механизмы характерны для эволюции на самых разных уровнях - от древней биосферы одноклеточных прокариот до современной цивилизации. Это и иерархическая структура эволюции, связанная с эволюционным консерватизмом; и организация ее в последовательность качественно различных фаз, разделенных фазовыми переходами; и общий механизм эволюционного кризиса вместе с ролью избыточного внутреннего разнообразия при преодолении кризиса и переходе в более высокую фазу равновесия.

Именно по этим критериям на основе известных палеонтологических и исторических данных был выделен полный набор всех фазовых переходов - революций планетарной системы.

Набор фазовых переходов планетарной системы

0. *Возникновение жизни на Земле* - около $4 \cdot 10^9$ лет назад. Жизнь возникает в форме примитивных безъядерных одноклеточных организмов — прокариот (и, возможно — вирусов). Жизнь возникла на Земле при весьма неблагоприятных условиях (температура около 100 градусов по Цельсию) и первые несколько десятков миллионов лет существования жизни условия на Земле быстро менялись. Температура падала, происходили другие события, и жизнь быстро адаптировалась к новым, более благоприятным условиям. Соответственно, имели место изменения первобытной фауны, имеющие экзогенное происхождение. В частности, уже в самых древних отложениях найдены остатки фотосинтезирующих цианобактерий, которые, однако, не могли бы существовать при высоких температурах. По-видимому, они появились сразу же, как только температура опустилась до 50-60 градусов Цельсия, в порядке заполнения вновь открывшихся экологических ниш. После того как температурные условия установились на значениях, близких к современным, приблизительно в течение 2-2,5 млрд лет эволюция протекала, по-видимому, без существенных потрясений, при этом главным системообразующим фактором биосферы являлась прокариотная фауна. Задолго до конца прокариотной эры возникли первые эвкариоты и, возможно, даже примитивные многоклеточные организмы, однако эвкариоты не играли заметной роли в глобальных биохимических циклах вплоть до кислородного кризиса около 1,5 млрд лет назад (см. ниже). Эвкариотная фауна на фоне прокариотной существовала в форме избыточного внутреннего разнообразия.

1. *Кислородный кризис или неопротерозойская революция* - $1{,}5 \cdot 10^9$ лет назад. Цианобактерии обогатили первоначально восстановительную атмосферу Земли кислородом, который был сильным ядом для анаэробных прокариотов. Анаэробные организмы стали вымирать, что видно, в частности, по резкому замедлению седиментогенеза в этот период. Другим фактором, вызвавшим кризис прокариотной биосферы, было выведение из активного круговорота тяжелых элементов (W, Co, V, Ni и т. д.), которые входили в состав многих ферментов примитивных прокариотов. Это тоже было следствием ускорения окислительных процессов в атмосфере, обогащенной

кислородом. Кислородный кризис является типичным примером эндо-экзогенного кризиса и был первым глобальным экологическим кризисом в истории Земли. На смену анаэробным прокариотам пришли аэробные формы жизни, которые были представлены в основном одноклеточными эвкариотами и примитивными многоклеточными (тканевыми) существами. По разным данным это событие имело место от 2,0 до 1,0 млрд лет назад, но при этом, фактически, имеются в виду разные фазы этого перехода. Пик революции можно связать приблизительно с 1,5 млрд лет назад.

2. *Кембрийский взрыв* - 590-510·10^6 лет назад. Вымирает примитивная многоклеточная фауна Венда. В течение нескольких десятков миллионов лет возникают практически все современные филогенетические стволы многоклеточных животных, включая позвоночных. Кембрийский взрыв совпадает с началом палеозойской эры. В течение палеозоя жизнь *постепенно* выходила на сушу и осваивала ее, уже в кембрии обнаружены первые попытки выхода беспозвоночных на сушу. Палеозойская эра заканчивается господством на суше земноводных, чрезвычайно разнообразных и, часто, гигантских и высокоспециализированных, среди растений — хвощи, плауны и папоротники. За несколько десятков миллионов лет до окончания Палеозоя возникают первые пресмыкающиеся (избыточное разнообразие), которые становятся системообразующим фактором следующей фазы развития планетарной системы.

3. *Начало мезозойской эры, революция пресмыкающихся* — 235·10^6 лет назад. Внезапно и быстро вымирают практически все отряды палеозойских земноводных, лидерство на суше переходит к пресмыкающимся — сначала звероподобным и зверозубым ящерам, потом динозаврам. Мезозой — эра пресмыкающихся, в мире растений господство переходит к голосеменным (хвойные, гинковые и др.). Уже в юрском периоде (середина мезозоя) появляются первые примитивные млекопитающие, но в экосистемах играют подчиненную роль (избыточное многообразие).

4. *Начало кайнозойской эры, революция млекопитающих и птиц* — 66·10^6 лет назад. Полностью вымирают динозавры, на суше — гигантский всплеск разнообразия млекопитающих, в воздухе господствуют птицы, среди растений голосеменные вытесняются покрытосеменными (цветковыми) растениями. То, что вымирание динозавров вызвано исключительно последствиями падения гигантского метеорита, вызывает серьезную критику, так как вымирание динозавров длилось 1-2 млн лет, а пыль и сажа могла держаться в атмосфере максимум несколько месяцев, при этом длительных глобальных климатических изменений не отмечается. Более того, на протяжении мезозоя скорость вымирания динозавров была примерно постоянной, но им всегда на смену приходили новые виды. Уникальность же верхней границы мезозоя состоит только в том, что на смену вымершим видам не пришли новые. Скорее, вымирание динозавров вызвано естественными причинами, хотя падение метеорита могло, конечно, ускорить развязку.

5. *Начало неогена* — 25-20·10^6 лет назад. Начало неогена сопровождается резким обновлением фауны на территории Европы, флора и фауна приобретают практически современный вид. Вымирают сумчатые, древние хищники-креодонты, примитивные группы копытных. Возникают гоминоиды — человекообразные обезьяны, причем это событие имеет характер сильнейшего эволюционного взрыва. Между 22 и 17 миллионами лет назад Африку населяли не менее 14 родов гоминоидов, что составляет десятки видов (много больше, чем сейчас).

6. *Начало четвертичного периода (антропоген)* — 4,4·10^6 лет назад. Первые примитивные люди (гоминиды) отделяются от обезьяноподобных (гоминоидов). Подобно началу неогена, начало антропогена сопровождалось всплеском разнообразия Homo.

7. *Олдувай, палеолитическая революция* — 2,0-1,6·10^6 лет назад. Появление первых очень грубых обработанных каменных орудий труда — так называемые чопперы. Галечные культуры, Homo habilis.

8. *Шелль* — 0,7·10^6-0,6·10^6 лет назад. Овладение огнем, топоровидные орудия с поперечным лезвием (кливеры), грубые рубила. Основной носитель культуры — Homo erectus.

9. *Ашель* — 0,4·10^6 лет назад. Ашель характеризуется стандартизованными овальными, треугольными, круглыми и другими симметричными рубилами. Основной представитель Homo — по-прежнему Homo erectus. На фоне ашельской культуры появляется неандерталец (Homo sapiens neandertalensis) и, около 160 тыс. лет назад — Homo sapiens sapiens или очень близкий вид. Однако, по-видимому, оба не играют пока существенной роли в планетарной системе (избыточное разнообразие).

10. *Мустье (культурная революция неандертальцев)* — 150-100 тыс. лет назад. Лидером планетарной системы становится неандерталец. Каменные и костяные орудия тонкой обработки — скребла, остроконечники, сверла, ножи. Жилища из костей мамонта и шкур. Захоронение мертвых (примитивные религии). Homo sapiens sapiens по-прежнему не играет существенной роли в планетарной системе.

11. *Верхнепалеолитическая революция (культурная революция кроманьонцев)* — 40 тыс. лет назад. Вымирают неандертальцы, носителем культуры становится человек современного вида Homo sapiens sapiens. Многократно возросла продуктивность использования каменного сырья, заметно усовершенствовались знаковые системы коммуникации. Широкое развитие охотничьей автоматики (копья, ловушки, в конце периода — луки), широкое распространение искусства (наскальные рисунки).

12. *Неолитическая революция* — 12000-9000 лет назад. В конце верхнего палеолита развитие охотничьих технологий привело к истреблению популяций и целых видов животных, что подорвало пищевые ресурсы палеолитического общества и привело к ужесточению межплеменной конкуренции и глубокому демографическому спаду. Ответом на кризис был переход от присваивающего (охота, собирательство) к производящему (земледелие, скотоводство) хозяйству и смена нормативного геноцида зачаточными формами коллективной эксплуатации. Уже в неолите появляются предки городов, такие, как Чатал-Хююка (6-7 тыс. до н. э.), Иерихон (7 тыс. до н. э.). Однако, на этом этапе они еще не являются существенным системообразующим фактором (избыточное многообразие).

13. *Городская революция, начало древнего мира* - 4000-3000 лет до н. э. Массовое распространение крупных человеческих агломераций, возникновение письменности и первых правовых документов, настоящей бюрократии и классового общества, возникновение ремесел. Революция последовала за распространением бронзовых орудий, демографическим взрывом и обострением конкуренции за плодородные земли. Цивилизация перешла в фазу «войны всех со всеми». К концу IV - началу III тысячелетия до н. э. в Месопотамии исчезают мелкие населенные пункты и практически все население вынуждено скрыться за стенами городов. Видимо, в значительной степени Городская революция была следствием нарушения техно-гуманитарного баланса, вызванного появлением оружия из бронзы.

14. *Железный век, эпоха империй, революция Осевого времени* - 800-500 лет до н. э. Возникновение технологии получения железа около 1000-900 года до н. э. привело к тому,

что оружие стало намного более дешевым, легким и эффективным. Следствием этого стало крайнее кровопролитие в войнах. Ответом на этот кризис техно-гуманитарного баланса было, во-первых, объединение мелких государств в более крупные образования — империи, и, во-вторых, авторитарное мифологическое мышление стало вытесняться личностным, возникли представления о личности как суверенном носителе морального выбора. Это привело к практически одновременному появлению в разных местах Земли мыслителей и полководцев нового типа — Заратустра, иудейские пророки, Сократ, Будда, Конфуций и др., и к культурному взрыву античности.

15. *Гибель древнего мира, начало средневековья* — 400-630 год (здесь и далее новой эры). Начало перехода условно связывается с деятельностью Святого Августина и осуждением пелагианства на Карфагенском соборе в 417 году, что означало конец эллинистической философии, а конец перехода — с деятельностью пророка Мухаммеда (570-632). Основное содержание перехода состоит в кризисе и гибели Римской империи с последующим распространением феодальных государств и княжеств под ведущей ролью мировых тоталитарных религий. Тяжелый демографический спад первой половины первого тысячелетия н. э. сменяется демографическим подъемом, что обычно является признаком преодоления цивилизационного кризиса. Возникший феномен тоталитарных религий, в виде, главным образом, христианства и ислама, является существеннейшим структурообразующим фактором цивилизации вплоть до нашего времени. Кроме того, средневековье в культурном поле породило такие титанические фигуры как Бируни, Аль-Хорезми, Святой Августин, Фома Аквинский, Данте Алигьери, Пьер Абеляр, Уильям Оккам. Возможно, тоталитарные религии были существенным и, на определенном этапе развития, необходимым интегрирующим фактором человеческой цивилизации и культуры.

16. *Первая промышленная революция* — 1450-1550 год. Начало так называемого «Нового времени» — стабильно-абсолютистского постсредневековья. Возникновение промышленного производства (мануфактуры), Великие географические открытия, возникновение книгопечатания и культурный переворот нового времени.

17. *Вторая промышленная революция* — 1830-1840 год. Возникновение механизированного производства, эпоха пара и электричества. Начало глобализации в области информации — в 1831 году изобретен телеграф. В культурной области начинает формироваться устойчивое негативное отношение к войне как к средству решения политических вопросов (Л. Н. Толстой и др.) — изменение уровня техно-гуманитарного баланса.

18. *Информационная революция* — 1950 год. Начало перехода промышленно развитых стран в постиндустриальную эпоху, когда большая часть населения занята не в материальном производстве, а в сфере обслуживания и в переработке информации. Распространение компьютеров и автоматизированных баз данных. Войны между промышленно развитыми супердержавами вытесняются в виртуальную область, принимая форму холодной войны (изменение уровня техно-гуманитарного баланса).

19. *Кризис и распад социалистического лагеря, информационная глобализация* — 1991 год. Распад мировой системы тоталитарной плановой экономики, резкое снижение уровня глобального военного противостояния, становление мировой сети Интернет, означающее завершение информационной глобализации. Распад соцлагеря и становление мировой сети вряд ли являются независимыми событиями. Первое в значительной степени является следствием информационной глобализации, второе — самым заметным ее проявлением. Система тоталитарной плановой экономики не только оказалась

экономически несостоятельной в постиндустриальном мире, но и не устояла против Горбачевской гласности, неразрывно связанной с общей тенденцией роста информационной открытости общества в планетарном масштабе. Резкое снижение уровня военного противостояния в мире есть изменение уровня техно-гуманитарного баланса в планетарном масштабе, так как именно таков масштаб возможной ядерной катастрофы. 19-я революция не является общепринятой, но, как будет видно, по некоторым чисто формальным признакам имеет тот же статус, что и предыдущие.

При сопоставлении выделенных исторических событий нетрудно заметить, что длительности исторических эпох (промежутков времени между фазовыми переходами) последовательно сокращаются. Это явление есть проявление хорошо известного эффекта «ускорения исторического времени». Более того, промежутки между революциями не просто сокращаются, а сокращаются в среднем в *одной пропорции*, порождая сходящуюся геометрическую прогрессию. Это дает последовательность точек, обладающую свойством "*масштабной инвариантности"*, уже отмечавшейся выше в модели С.П.Капицы (двойная логрифмическая шкала). Как это ни удивительно, масштабная инвариантность охватывает не только весь период человеческой истории или, отдельно, фазовые переходы биосферы, но и всю эволюцию планетарной системы длительностью около 4-х млрд. лет, включая чисто биологическую и, затем, социальную эволюцию, как нечто единое. Социальная история оказывается гладким масштабно-инвариантным продолжением биологической эволюции.

Сравнение длительности исторических эпох позволило обнаружить, что каждая *последующая* фаза эволюции планетарной системы в среднем в $\boldsymbol{a}$ = 2,67+0,15 раз *короче предыдущей*. Режим масштабно-инвариантного ускорения приводит к неожиданному, но, по-видимому, совершенно неотвратимому выводу: так, как эволюция протекала в течение 4-х миллиардов лет, с момента возникновения жизни и до наших дней, она может продолжаться лишь конечное время, причем сегодня мы вплотную подошли к точке *окончания* масштабно-инвариантной планетарной истории, которая получила название *точки сингулярности*.

Эта сингулярность относится не только к человеческой истории, но и ко всей планетарной эволюции, так как всю ее охватывает масштабная инвариантность. Длительность фаз развития вблизи сингулярности должна стремиться к нулю, а количество переходов в единицу времени - к бесконечности. Как реально растет плотность планетарных революций показано на Рис. 5. Непосредственно видно как скорость эволюции уходит в бесконечность вдоль вертикальной асимптоты. Экстраполяция последовательности фазовых переходов показывает, что ожидаемая точка сингулярности лежит в **2015** году с ошибкой в **15-20** лет - то есть практически в настоящем или же самом ближайшем будущем.

Формулировка полученного результата такова. Среди всех планетарных событий имеется последовательность событий, отличающихся особенной глубиной перестройки планетарной системы, и именно эти события образуют последовательность, обладающую свойством масштабной инвариантности. Этот результат устойчив относительно имеющейся неопределенности в датировке этих событий. Предел последовательности приходится на 2000-2030 год.

Очевидно, что сегодня мы находимся в непосредственной близости от сингулярности аттрактора истории. Что это означает?

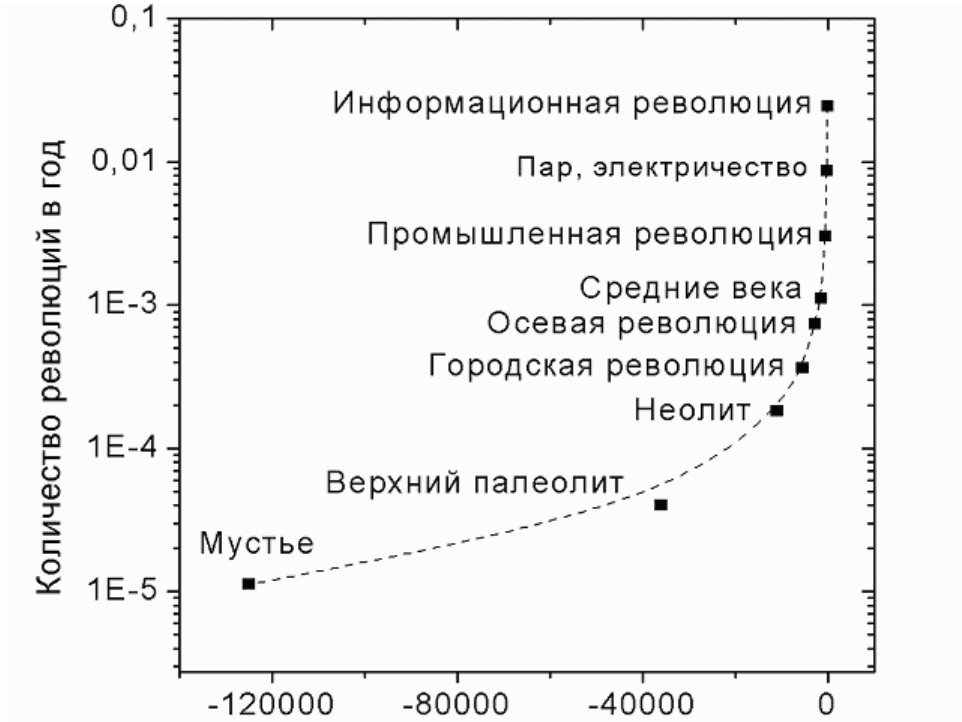

Рис. 5: Увеличение плотности планетарных революций в режиме с обострением
Пунктирная кривая - результат сглаживания экспериментальной зависимости.

Реально, конечно, эволюция не может приблизиться вплотную к точке сингулярности, так как ситуация, когда последовательные фазовые переходы разделяют дни или часы, не имеет смысла. *Сингулярность истории - математический артефакт*. Но, тем не менее, очевидно, что и в масштабно-инвариантном режиме эволюция не может продолжаться бесконечно долго. Это может означать только одно: масштабная инвариантность эволюции неизбежно должна быть каким-то образом нарушена. Так как сингулярность предсказывается уже около 2015 года, можно с уверенностью сказать, что *время масштабно-инвариантной истории уже истекло* или истекает в ближайшем будущем. Уже в настоящем нужно искать признаки нарушения былого ускорения истории. Поэтому приближающийся эволюционный кризис, по всей видимости - это не обычный эволюционный кризис, каких было много в истории планетарной системы, это кризис всего четырехмиллиардолетнего эволюционного пути. Можно сказать, что это кризис самого предшествующего кризисного характера эволюции, *кризис кризисов*.

Вместе с концом масштабно-инвариантного аттрактора весь характер эволюции планетарной системы, включая, быть может, и ее движущие силы, должен глубочайшим образом измениться. История должна пройти через точку сингулярности и пойти по совершенно новому руслу. Важно отметить, что *проход через точку сингулярности ни в коем случае не означает неминуемую катастрофу для человечества*. Это означает только, что цивилизация входит в новый рукав истории. Скорее всего, точка кризиса глобального аттрактора истории является и точкой бифуркации - возможны разные результаты преодоления точки сингулярности и возможны разные траектории развития в постсингулярной стадии.

Существенно, что из-за процессов глобализации надвигающийся системный кризис, связанный с проходом через сингулярность, человеческая цивилизация вынуждена будет преодолевать *как единое целое*. Либо она как единая система его преодолеет, либо ее ждет глобальная катастрофа. Это существенно *отличает механизм преодоления кризиса сингулярности от предыдущих цивилизационных кризисов*. Тогда эволюция всегда имела возможность принести в жертву недостаточно гибкие подсистемы цивилизации, и, воспользовавшись избыточным разнообразием, передать лидерство более удачливым

подсистемам. Сейчас такого механизма не осталось и остается лишь бинарный выбор – глобальная катастрофа или переход на новые принципы развития.

Признаки того, что не все столь фатально и эволюция уже пошла не катастрофическим путем, имеются. Одним из наиболее замечательных явлений этого рода является полное завершение демографического перехода в постиндустриальных странах (рассмотренное в предыдущих разделах). Все живое всегда характеризовалось стремлением к неограниченной количественной экспансии при наличии соответствующих условий - и вот впервые этот закон нарушен. *В развитых странах население стабилизировалось в условиях материального изобилия* - физические факторы, ограничивающие рост населения, отсутствуют, но население не растет. Пик демографического перехода пройден, так что дело идет к глобальной стабилизации населения Земного шара. Видимо, стремление к *количественному* росту начинает сменяться стремлением к росту *качественному*, что, возможно, является указанием на наличие тенденции перехода от *экстенсивного пути* развития цивилизации, а, вместе с ней - и всей планетарной системы, к *интенсивному*.

Альтернативой интенсивному пути развития, как нам представляется, является либо распад цивилизации, либо путь развития, который в настоящее время следовало бы назвать *парадоксальным*, то есть такой путь, который связан с очень существенным *выходом за пределы современной научной парадигмы*. Однако от обсуждения парадоксальных сценариев мы воздержимся.

2.4. Выводы

Рассмотренные в этой главе материалы убедительно свидетельствуют, что системная модель развития, изложенная в разделе 1.1, из которой следует необходимость перехода цивилизации от экстенсивной к интенсивной модели развития, находит теоретические и практические подтверждения. Примечательно, что если в демографических исследованиях С.П. Капицы характер дальнейшего развития просто обозначается как «асимптотический», то в работе А.Д. Панова дальнейшая после фазового перехода («за точкой сингулярности») перспектива человечества однозначно формулируется как *интенсивная*, а суть трансформации – как *переход от экстенсивного к интенсивному* пути развития. Единственной альтернативой интенсивной модели автору видится распад системы, т.е. гибель человеческой цивилизации, что является дополнительным свидетельством необходимости такого перехода и объективности нашей теоретической модели развития, из которой этот вывод был получен.

Важность получения доказательства справедливости модели состоит в том, что переход от экстенсивного к интенсивному пути развития, который мы переживаем в настоящее время, имеет глобальный масштаб и цивилизационное значение – он подводит черту под исторической эпохой существования Биосферы и человечества на протяжении более чем 4 млрд. лет. Это *глобальный слом*, в ходе которого кардинально меняются *принципы развития человеческой цивилизации* и ее взаимоотношений с прочими биогеосферными элементами. Многие закономерности, законы, догмы, казавшиеся незыблемыми на предыдущем, экстенсивном, этапе развития, перестанут адекватно отражать действительность и должны быть заменены на новые, свойственные интенсивному этапу. Формируется новый мир и, если представлять хотя бы в общих чертах новые признаки, принципы и механизмы его функционирования, то можно с минимальными издержками пережить кризис слома и неизбежные «болезни роста».

Чрезвычайно важными *результатами*, полученным в ходе поверки модели на практике, являются *количественные* придержки по срокам «фазового перехода». Напомним, что чисто феноменологически при описании модели за начало периода «осознания» цивилизацией необходимости перехода на интенсивные рельсы были

приняты 1960-70-е годы, ознаменовавшиеся масштабным процессом деколонизации и глобальным энергетическим кризисом. Эти сроки практически совпадают с началом первой фазы демографического перехода по модели С.П.Капицы – 1960 годом, что в силу масштабности тех и других процессов, вряд ли можно считать совпадением. Но наиболее интересными и важными даже с практической точки зрения являются даты начала-конца второй, финальной, фазы демографического перехода (2005 – 2050 гг), а также фазы «сингулярности» (2015 – 2030 гг). Столь разительное совпадение результатов, полученных принципиально различными способами, позволяет утверждать, что сегодня мы действительно находимся в начале (2005-15) кризисного этапа в развитии цивилизации, который будет длиться не столь уж и долго (2030-50) и завершится выходом на асимптотическое развитие примерно к 2100 году. К моменту завершения демографического перехода в 2050 г. современная численность населения удвоится – преимущественно за счет стран третьего мира (Рис.3) и составит по модели С.П.Капицы порядка 12-13 млрд. чел. Сопоставление с современными демографическими моделями показывает, что эти оценки, сделанные еще в конце XX столетия, вполне адекватны. В частности по моделям ООН численность населения планеты в 2050 году оценивается следующими величинами [15]:

Параметры модели	**Оценка (тыс)**
Средняя рождаемость	9 550 944
Высокая рождаемость	10 868 443
Постоянная рождаемость	11 089 178
Тренды без изменений	10 210 375
Низкая рождаемость	*8 341 706*
Полное замещение	*9 050 698*
Нулевая миграция	*9 55 3163*
Постоянная смертность	*8 796 312*

Наиболее адекватны действительности первые 4 оценки, т.к предполагать глобальную низкую рождаемость или отсутствие миграции причин нет. Поэтому оценку Капицы можно слегка скорректировать вниз и предположить, что к концу демографического перехода численность населения планеты может составить **10-12 млрд** чел. Тем самым рассмотренная демографическая модель подтверждается современными данными, более того – анализ конкретной динамики модельных расчетов по странам или группам стран подтверждает общий тренд к глобальному демографическому переходу.

В исторических масштабах оставшиеся 15, 35, путь даже и 50 лет – это *мгновение*, особенно если сравнить с предыдущими 4 млрд. лет эволюции. Однако *плотность событий* в эти сроки будет чрезвычайно высока – достаточно вспомнить, что численность населения планеты за эти годы *удвоится* и произойдет великое множество других событий, о которых мы можем только догадываться. Мы вошли в глобальный кризис и то, какими мы из него выйдем (и выйдем ли вообще) во многом зависит от наших действий, которые при такой плотности событий будут иметь очень высокую цену. Поэтому столь же ценны любые знания о кризисах – их признаках, свойствах, стратегиях поведения – от этого, в конечном счете, зависит будущее.

3. Системное понятие о кризисах и их свойствах – основа прогнозов в период фазового перехода

На сегодняшний день в науке отсутствует сколь-нибудь серьезно проработанная теория кризисов. Есть отдельные узкоспециальные исследования – в физике твердого тела, в металлургии, есть математическая теория катастроф, в рамках которой классифицированы отдельные переходные явления, но теория, способная хоть как-нибудь описать масштабный биосферно-техносферный кризис, переживаемый сегодня человечеством, отсутствует. Однако для понимания происходящих процессов и разумного целеполагания пригодятся любые, пусть даже неполные и фрагментарные знания о механизмах кризисных процессов, их свойствах и индикаторах. Начнем с наиболее фундаментальных, для чего вновь обратимся в Общей теории систем, в концептуальных рамках которой построена модель развития, представленная в первой главе. Однако в данном случае не ограничимся ссылкой, а рассмотрим отдельные элементы этого учения, необходимые для выявления кризисных индикаторов и понимания их смысла.

3.1. ОТС, объект-система и системное сходство

В расхожем и наиболее популярном понимании слово *система* - это что-то большое и сложное. В широких научных кругах словом *системный* принято называть междисциплинарные работы, а во многих случаях и просто исследования, в которых наличествует хоть какой-то математический аппарат. Мнений много, поэтому подчеркнем, что везде в дальнейшем под этими понятиями мы будем иметь в виду только применение *Общей теории систем*, то есть, буквальное и строго научное следование системной терминологии.

Что такое ОТС? Это ближайшая родственница традиционной философии – «науки обо всем сущем», оперирующая такими же абстрактными категориями, но предпринимающая попытку их формализации, перевода на точный математический язык. Наиболее продвинутым и развитым вариантом общесистемной теории сегодня является ОТС московского философа Ю.А. Урманцева – так называемая ОТСУ [1][2]: именно она лежит в основе всех последующих построений и выводов.

Основой ОТСУ является ***принцип системности***, гласящий, что *любой объект материальной или идеальной действительности является системой.* Для описания (читай понимания) ***объекта-системы*** необходимо выделение трех основных атрибутов:

$\{m\}$ - множества элементов, составляющих систему;

$\{r\}$ - отношений между этими элементами;

$\{z\}$ - правил (законов композиции), определяющих эти отношения.

Это определение является универсальным и описывает любой объект или явление окружающей действительности. Возьмем три примера из абсолютно разных областей.

1. Игра в футбол - первичными элементами $\{m\}$ здесь выступают игроки обеих команд, мяч, ворота, судьи. Все они связаны принадлежностью к полю, *отношениями* соперничества между командами и партнерства внутри команды $\{r\}$. Отношения эти не любые - они ограничены определенными *правилами* игры $\{z\}$, отличающими футбол, например, от регби или волейбола.

2. Экономическая система. Первичными элементами $\{m\}$ здесь являются субъекты хозяйствования, связанные между собой товарными, денежными, информационными отношениями (потоками) $\{r\}$, которые ограничиваются известными законами $\{z\}$ - спроса, стоимости и т.д.

3. Формула $a+b=c$, в которой первичные элементы a, b и c, т.е. $\{m\}$ связываются между собой отношениями в виде арифметических действий $\{r\}$, причем, только в единственном сочетании $\{z\}$ - чтобы сумма a и b равнялась c.

Тем самым с точки зрения ОТСУ даже столь разные объекты, как футбол, экономика и формула $a+b=c$ имеют сходные черты, а именно - все они состоят из первичных элементов $\{m\}$, объединенных определенными отношениями $\{r\}$, которые ограничены заданными условиями $\{z\}$.

Существенно, что все три необходимых системных атрибута равнозначны - изменив хотя бы один из них, мы получим уже другую систему. Например, варьируя только правилами игры $\{z\}$, мы можем получить множество всех игр с мячом, подмножествами которого являются конкретные игры - футбол, волейбол, баскетбол, регби и т.д. Точно так же только по элементам и отношениям мы можем иметь множество экономик, отличающихся между собой законами функционирования или множество алгебраических преобразований, различных по последовательности операций.

Отсюда следует первый практический вывод. Обычно неблагоприятные изменения связывают с *элементами* (износ фондов, падение производства, снижение уровня жизни, рост заболеваемости). *Отношениям*, а тем более *законам* композиции, почти не придают значения. А это, на самом деле, более подвижные и изменчивые атрибуты системы - намного легче установить новые отношения (например, найти поставщиков), чем создать новое предприятие. Поэтому в ходе мониторинга кризисных процессов не меньшее (а с учетом сказанного даже большее) внимание следует уделять изменениям *отношений* между элементами системы и *правил*, их определяющих. Это в ряде случаев сложнее, но зато позволяет получить более раннюю диагностику на стадиях, когда изменения элементов только «зреют».Вторым не менее ценным для практического применения является открытое в ОТСУ понятие *системного сходства*, суть которого выражается известным авторским афоризмом *"Сходно не всегда сходно по причине родства или одинаковых условий существования или по причине того и другого"*. Несколькими абзацами выше выяснилось, что даже столь разные объекты, как «футбол», «экономика» и «формула $a+b=c$» *сходны* между собой хотя бы потому, что описываются тройкой системных атрибутов - $\{m\}$, $\{r\}$, $\{z\}$. Конечно это слишком уж общий уровень сходства, чтобы проводить параллели и строить умозаключения, однако в окружающей действительности существует бесчисленное множество объектов, сходство которых далеко не очевидно, но его установление позволяет проводить важные параллели. В основе этого сходства лежит, по выражению известного эволюциониста Л.С. Берга, «известное единообразие законов природы» [9].

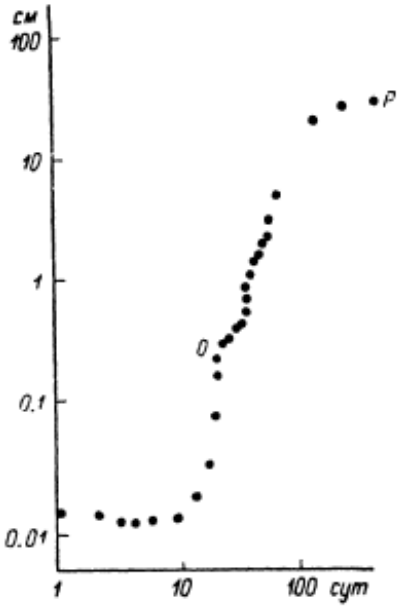

Рис. 6. Динамика линейных размеров эмбриона человека
О – организменное развитие, Р - рождение

Примерами подобного «единообразия» могут служить планетарная модель атома Н.Бора, удивительное сходство (с точностью до обозначений) формул, описывающих Закон Всемирного тяготения и Закон Кулона ($\boldsymbol{F=C\cdot a_1 a_2/r^2}$), математический изоморфизм между 16–ю изомерами листьев липы и 16–ю изомерами альдогексоз (Урманцев), сходство гомологических рядов развития растений и животных (Вавилов, Коп) [1]. Стоит также обратить внимание на очевидное сходство динамики эффективности, следующей из системной модели развития, изложенной в первой главе (Рис. 1) и представленной на Рис. 6 экспериментальной динамики линейных размеров эмбриона человека [10]. И в том, и в другом случае кривая имеет *S*-образную форму, характерную для целого класса процессов с насыщением: линейное развитие – взрывной рост – стабилизация. К примеру эту же форму имеет динамика роста численности человечества по модели С.П. Капицы, а также динамика биомассы планеты в ходе эволюции. Биологами данное сходство подмечено в виде *биогенетического закона* Э. Геккеля: индивид в своем развитии повторяет (в сокращенном и закономерно измененном виде) историческое (эволюционное) развитие своего вида [11]. Тем самым *системное сходство* – это далеко не всегда очевидные параллелизмы в структуре или функционировании систем различного рода, никак не связанных между собой. Обнаружение подобных сходств во многих случаях имеет характер научного открытия, т.к. позволяет *переносить известные закономерности из одной предметной области в другую*. Эта возможность очень ценна для малоисследованных объектов и явлений, к которым со всей очевидностью относится феномен кризиса, поэтому она также будет использована для потенциального выявления закономерностей кризисных процессов.

Как ясно из приведенных примеров, все проявления системного сходства можно разделить на две категории, которые можно условно назвать теоретической и эмпирической. К теоретической категории относятся различные проявления какой-либо формальной модели – например, системной модели развития (формула 1.3 в первой главе). Модель эта предельно общая, не ограничена практически никакими условиями и описывает *любые* системы, способные к обмену с окружающей средой веществом-энергией. К таким системам относится и цивилизация в целом, и отдельно ее техносферная компонента, и отрасль производства, и региональный комплекс, и даже Биосфера – все эти объекты удовлетворяют условиям модели (формула 1.3), а, значит, функционируют по описанным в ней закономерностям, что придает их развитию много общих *сходных* черт.

Вторая, эмпирическая, категория иллюстрируется на примере приведенного выше *биогенетического закона* – на основе феноменологического опыта и знаний обнаруживаются параллелизмы между двумя явлениями, которые устойчиво подтверждаются на практике. Они закрепляются в научном обиходе в виде некоторых «правил», «законов» или «принципов», которые с успехом используются в практической работе. Довольно большой пласт таких обобщений накоплен в биологических науках, где в силу огромной сложности объектов изучения мало что можно описать формулами. При исследовании кризисного поведения систем будет использован этот ценный багаж неформализованных знаний, причем, не столько для интерпретации биологических закономерностей, сколько для поиска социо-техносферных аналогий. Следует сразу отметить, что основания для этих аналогий дает единая как для природных, так и для природно-техносферных объектов модель (формула 1.3) – принципиальные особенности их развития сходны, значит, в не слишком детальном приближении, справедливы будут и аналогии их функционирования. Начать же исследование кризисов необходимо с теоретической модели, так как она дает общее представление об объекте и понимание причин проявления тех или иных его свойств.

3.2. Развитие систем и эволюционное место кризисов

Первое, что можно сказать наверняка, так это то, что *кризис* - это период, когда в системе что-то серьезно *изменилось*. Поэтому для понимания свойств и особенностей кризисов следует, прежде всего, разобраться с *изменениями* и порождаемыми ими процессами.

Само понятие *изменения* интуитивно ясно. Это *разница между двумя количественно измеримыми состояниями* системы. Примечательно здесь то, что изменения по своей природе *относительны* и всегда могут быть выражены в безразмерных единицах (например, процентах). А это дает возможность непосредственно сравнивать между собой поведение принципиально различных систем, даже не сопоставимых друг с другом в абсолютных единицах (например, производство упало на 5%, а безработица выросла на 20%).

Согласно ОТСУ, элементарное *изменение* выступает первичным элементом процесса более высокого уровня - *развития*. Тем самым *развитие - это тоже система*, пусть не физическая, но столь же реальная, как, например, игра в футбол или производство. И определяется развитие не чем иным, как *последовательностью изменений*. Эта последовательность устанавливает *отношения* между элементарными изменениями во времени и характеризуется через соответствующий закон композиции - своего рода «схему процесса». Именно по этой схеме мы судим о процессах развития, присваивая им категории «быстро-медленно», «прогрессивно-регрессивно», «циклично» и т.д.

Существенно, что *первичными элементами* при этом являются *сами изменения*, а не их материальные носители, поэтому по одной и той же «схеме» в принципе могут развиваться абсолютно разные системы. Прогресс, например, может быть научно-техническим, личным, социальным, духовным и т.д. - независимо от природы объектов этот тип развития имеет одни и те же особенности. Именно эти системные особенности с успехом могут быть использованы для оценки и мониторинга таких трудно формализуемых показателей, как, например, социальная напряженность.

Если теперь, следуя ОТСУ, представить и само *развитие* в качестве *первичного элемента* некоторой динамической системы, то получим своего рода «суперразвитие», по смыслу совпадающее с понятием *эволюции*. Отличительной его особенностью будет *смена разных типов развития*, задаваемых соответствующими «схемами», согласно некоторому *общему закону*. Существование этого закона непосредственно следует из *принципа системности*, согласно которому любой объект, в том числе и процесс эволюции, является *системой* и должен состоять из:

- первичных элементов (в данном случае типов развития),
- отношений (их смене во времени),
- и определяющих последние правил (того самого закона смены типов развития).

Наличие общего закона свидетельствует о том, что любое развитие носит вовсе не случайный характер - объективно существуют закономерности, общие для процессов преобразования и развития систем любой природы.

Одна из таких закономерностей следует непосредственно из понятия «суперразвития». Смена одной «схемы» процесса на другую представляет собой серьезное *качественное* изменение в системе, которое воспринимается не иначе, как *кризис* (вспомним хотя бы изменения «схемы» развития России в 1917 и 1991-92 гг.).

Поскольку необходимость этих смен заложена в самом «суперразвитии», следует признать, что *бескризисного развития не существует* - рано или поздно наступит момент, когда системе для продолжения эволюции необходимо будет сменить тип развития, иначе оно просто не состоится. *Кризис - необходимый и естественный этап в развитии всякой системы*. Многовековой опыт показывает, что эволюция природы и общества - это череда кризисов, перемежающихся относительно длительными этапами спокойного развития.

Вывод. Любой кризис следует рассматривать не как следствие злого умысла, промашек в управлении или рокового стечения обстоятельств. Кризис возникает как естественная закономерность развития системы и предопределяется ее свойствами и историей развития. Конкретные обстоятельства могут выступить «спусковым механизмом» кризиса, но никак не его основной причиной.

3.3. Классификация и свойства кризисов

Выше уже было подмечено, что смена одной «схемы развития» на другую, то есть *качественное* преобразование в развитии системы, воспринимается как кризис. Действительно - с общетеоретикосистемной точки зрения *кризис - это* ***качественные*** *изменения в системе* - появление новых или исчезновение старых элементов, отношений, законов композиции. Что нового дает это определение и чем оно отличается от традиционного?

Привычное (расхожее) понятие кризиса, подразумевающее *ухудшение* каких-либо количественных показателей, по сути субъективно. Его применение требует введения пороговой шкалы (ниже которой кризис, а выше еще не кризис), выработки единых критериев сравнения (кому хуже - шахтерам или учителям) и решения еще массы столь же неоднозначных задач. Как показывает опыт, все эти задачи просто не могут найти разумного практического решения, поэтому каждый решает их по-своему.

Определение кризиса как *качественного* преобразования однозначно и объективно, так как не привязано к проблеме формирования критериев «ухудшения-улучшения». Если в системе зарегистрировано коренное преобразование (что-то было, а затем исчезло или вдруг появилось что-то принципиально новое) - это кризисная точка. Двух мнений, в отличие от прежнего случая, здесь быть не может. В этом отношении ОТС-определение *кризиса* совпадает с математическим понятием *катастрофы*, существующем в соответствующих теориях.

Системное понятие кризиса приводит еще к одному важному, но во многом непривычному выводу, имеющему отношение к типологии кризисов. Дело в том, что *качественные* изменения в системе могут быть не только *отрицательными* (что-то исчезает), но и *положительными* (что-то, наоборот, появляется). Мы привыкли ассоциировать с кризисом только первый случай, когда у нас на глазах что-то «разваливается» или становится «совсем плохо». И поэтому с трудом воспринимается тот факт, что *появление чего-либо нового - это тоже кризис*. Однако с системной точки зрения оба варианта абсолютно равноценны и, как показывает практика, в обоих случаях поведение систем в кризисной точке одинаково. Первый тип кризиса (когда что-то исчезает) получил название *деструктивного*, второй тип (что-то появляется) - *конструктивного* кризиса.

Вспомним момент, когда в США рухнула система деривативов. Вряд ли кто станет сомневаться, что в этом случае в финансовой системе этой страны, да и мира в целом, мы имели подлинный кризис. С системной точки зрения здесь также налицо все признаки кризиса - рынок потерял уникальный финансовый инструмент, деструктивный характер кризиса не вызывает сомнений.

Однако, вспомним не столь уж далекое прошлое, когда появление в обороте деривативов считалось удачной финансовой схемой, позволявшей решить кучу проблем, и уж никак не ассоциировалось с кризисом. С системной точки зрения это был типичный *конструктивный кризис.* Финансовая система страны обрела принципиально новый инструмент, но это, опять же, не воспринималось как кризис. Разрешились многие проблемы, стало в чем-то лучше - какой же это кризис? Тем самым, невосприятие конструктивного типа кризисов - проблема исключительно психологическая (или даже

терминологическая). *Кризис может приводить не только к ухудшению, но и к улучшению ситуации*.

Это следующий вывод, который чрезвычайно важен при планировании управляющих решений. Создавая в системе что-то принципиально новое (неважно, будь то деривативы, новая валюта, отрасль производства и т.д.), следует отдавать себе отчет в том, что этим самым управляемая система *искусственно вводится в кризис*. При этом необходима тщательная предварительная проработка возможных последствий этого действия, предполагающая знание не только собственной предметной области, но и общих закономерностей протекания кризисных процессов.

Несмотря на отмеченные типологические различия, всем кризисным процессам присущи сходные черты, что дает определенные основания для их диагностики и прогнозирования. Полная количественная теория кризисов пока еще далека от завершения, поэтому сегодня можно уверенно описать лишь основные свойства кризисных процессов и предложить отдельные алгоритмы для их диагностики. Итак, основные свойства.

1. Прежде всего, следует отметить, что смена «схемы процесса» в первую очередь затрагивает *системы управления* - старые управляющие механизмы уже ослаблены и исчезают, новые только формируются и не окрепли. В этих условиях, независимо от того, какой была старая система и какой будет новая, сама система, будучи «предоставлена самой себе», ведет себя наиболее «естественно», то есть в соответствии с самыми общими законами развития, знание которых делает ее поведение в какой-то мере предсказуемым.

Более того, здесь следует отметить, что для *управляемых* систем кризис - это чуть ли ни единственный момент в их развитии, когда можно достоверно прогнозировать их будущее. В теории прогнозирования известен парадокс, заимствованный от советских плановиков 1930-х годов американцами при разработке Лунной программы - *управляемые системы в принципе не прогнозируемы*! Поведение управляемой системы целиком зависит от нас (куда хотим - туда и воротим), поэтому проблема прогнозирования системы по своей сути сводится к прогнозированию нашего поведения. А, как известно, чужая душа - потемки...

Кризисное ослабление управления для таких систем будет означать существенное снижение субъективных факторов и повышение роли общих законов функционирования и развития. Если знать эти законы, то можно прогнозировать будущее системы, причем, именно в кризис, как бы парадоксально это ни звучало.

Иными словами, достоверно прогнозировать можно именно саморазвитие ситуации при отсутствии управления, а когда ситуация управляема, человеку, играющему, например, на фондовой бирже куда как выгодней полагаться на конфиденциальную информацию о планируемых управленческих решениях, получаемую за деньги от чиновников или иных инсайдеров.

2. Ослабление старой схемы отношений приводит к тому, что в системе существенно *возрастает разнообразие*. Это происходит за счет повышения доли «периферийных», окраинных подсистем, ранее встречавшихся редко (уродства, отклонения), и размывания «ядра» из преобладавших до того подсистем (составлявших «норму»). Порождая широкое разнообразие структур, система тем самым как бы «ищет» селективно ценную, которая в новых условиях и станет доминантой.

3. Точка кризиса по свойствам сходна с моментом *фазового перехода* (вспомним модель «сингулярности» А.Д. Панова) - все состояния равновероятны, возможны бифуркации в любом направлении. Причиной их могут послужить даже случайные внешние факторы, выступающие как своеобразные «ядра кристаллизации». После возникновения последних процессы идут лавинообразно и завершаются в короткие сроки. Поэтому любой кризис всегда быстротечен в сравнении с последующими периодами бескризисного развития.

Особенного внимания заслуживают «ядра кристаллизации» как основные *спусковые механизмы* кризиса. (Помните – «настоящих буйных мало, вот и нету вожаков...»). Это - мощнейшие нелинейные механизмы управления, не имеющие себе равных с точки зрения энергозатрат - достаточно в нужный момент внести необходимые «ядра кристаллизации», а все остальное система «сделает сама». Очевидно, что в роли *спусковых механизмов* могут выступать не только заранее *спланированные* действия, но и *ошибки* управления, а, зачастую - и просто *случайные* факторы. Более того, даже в случае заранее спланированных действий велик риск получить неадекватный результат. Это связано с тем, что в сложных системах практически никогда не удается просчитать *все* возможные последствия и иногда даже случайный фактор в определенный момент может оказаться сильнее управляющего воздействия.

Можно ли прогнозировать кризис? Теоретически - да, можно. Можно даже вводить систему в управляемый кризис и получать на выходе желаемое состояние. В металлургии давно пользуются фазовыми диаграммами для получения нужных сплавов, физики успешно используют свойства точки Кюри для получения веществ с заданными магнитными свойствами. В принципе кризисными процессами мы уже умеем управлять, и у нас неплохо получается. Однако есть одно существенное препятствие - *сложность* системы.

Социальные и экономические системы на много порядков сложнее физических растворов и расплавов. Они намного слабее изучены, точный математический аппарат для их описания отсутствует. Именно по этой причине точно *спрогнозировать* или реализовать *управляемый кризис* на сегодняшний день практически *невозможно*. Кроме того, в отличие от простых физических систем, здесь намного сложнее поставить эксперимент, а в случае неудачи повторить его, слегка изменив параметры...

3.4. Кризис как потеря устойчивости

Сформулированный выше вывод про потерю управляемости вблизи критической точки в контексте рассмотрения кризисов выводит на первый план понятие *устойчивости* системы. Очевидно, что в критической точке система менее всего устойчива - ее могут потрясти даже случайные возмущения, действие которых в стабильных условиях осталось бы попросту незамеченным. То есть, по мере приближения к кризису система становится все менее устойчивой. В этом смысле основной, системной, *причиной кризиса* является именно *потеря устойчивости*, а все остальные кажущиеся факторы (ошибки управления, злой умысел, нелепая случайность и т.д.) играют роль лишь спусковых механизмов.

Устойчивость - категория многоплановая и столь же неоднозначная, как рассмотренные выше понятия «системы» или «кризиса». Поэтому из множества существующих будем использовать лишь понятие устойчивости, следующее из системной теории: *устойчивость - это способность системы сохранять себя во времени*. Иными словами, быть *устойчивым* - значит *существовать*: неустойчивые системы попросту прекращают свое существование и мы про них ничего знать не можем.

Важный момент. В определении не говорится, каким способом достигается сохранение себя во времени - это может быть абсолютно *любой* способ, приводящий к желаемой цели. В этом отношении расхожее представление об *устойчивости* как *стабильности* в принципе неверно. Канатоходец устойчив лишь до тех пор, пока движется, балансирует. Стабильность, неподвижность для него - предел неустойчивости, когда даже малейшее дуновение ветерка способно вывести из равновесия и попросту оборвать его существование. Верно и обратное - низкая инфляция, стабильные цены и т.д. еще не означают *устойчивости* системы, в чем мы имели возможность сами убедиться на примере СССР.

Устойчивость - понятие эволюционное, формирующееся в ходе развития системы. Поэтому для выявления факторов устойчивости полезно обратиться к системным теориям

развития, эволюции, самоорганизации [3]. Всякая развивающаяся система активно взаимодействует с окружающей средой, откуда черпает необходимые ей ресурсы. Как показано в разделе 1.1 первой главы, основной вектор эволюции таких систем - *увеличение запаса свободной энергии*, который может быть использован на совершение полезной работы. Как следует из системной модели развития (формула 1.3), у существующих (выживших в ходе эволюции) систем в ходе развития формируются два основных класса механизмов устойчивости:

На экстенсивном этапе (***dη/dt=0, dE/dt>0***), формируются *экстенсивные* механизмы – в первую очередь за счет связывания и накопления внешних ресурсов. Наглядным примером этого вида устойчивости являются борцы сумо, обладающие такой массой, что вытолкнуть их за ринг, да и просто сдвинуть с места обычному человеку чрезвычайно затруднительно. Другими примерами могут служить отложения жировой ткани, золотовалютные резервы и прочие накопления, которые могут расходоваться при наступлении неблагоприятных условий на поддержание системы.

На следующем, интенсивном этапе развития (***dη/dt>0, dE/dt=0***), формируются *интенсивные* механизмы устойчивости через совершенствование использования энергии (повышение КПД или эффективности). К примеру, интенсивный механизм устойчивости реализует боксер, тренирующий силу (эффективность) удара – за счет этого механизма он, пожалуй, может лишить устойчивости даже борца сумо. В общем виде этот вид устойчивости реализуют системы, ориентированные не на накопление, а на эффективное использование ресурсных потоков.

Из модели (формула 1.3) следуют только эти два механизма обеспечения устойчивости, которые можно назвать энерговещественными. Однако существует еще один столь же фундаментальный механизм, суть которого станет ясна, если вспомнить, что реальные системы всегда используют не один, а *несколько разных* ресурсных потоков (источников). Уменьшение одного вида ресурсов система может компенсировать наращиванием использования другого – вот смысл данного механизма, позволяющего системе сохранить свое состояние. Обязательным условием для этого является наличие *разных* внутренних механизмов, использующих *разные* ресурсные потоки, что непосредственно выводит на задачу исследования *разнообразия*.

О роли разнообразия в обеспечении устойчивости систем всерьез задумались лишь в последние десятилетия, поэтому точные науки пока не могут дать работоспособных механизмов его оценки. Однако в экологии эту проблему осознали как минимум сто лет назад и, не сумев создать теорию, по крайней мере накопили достаточно фактического материала, позволяющего проделать широкие обобщения.

Результатом этих обобщений явилась *ОТС-теория адаптивности* [3], основные элементы которой излагаются далее. Эта теория позволяет количественно определить разнообразие систем, произвести их классификацию, оценить адаптационные возможности по отношению к разным видам внешних возмущений.

Прежде всего, отметим, что в реальных системах, взаимодействующих с окружающей средой, необходимых потоков вещества и энергии всегда несколько и они *разные*. Именно этот факт приводит к постановке задачи об изучении разнообразия и его влияния на устойчивость. Интуитивно понятно, что чем шире, например, спектр поставщиков у какого-либо предприятия, тем большую свободу маневра имеет его руководство для обеспечения устойчивого выпуска продукции. Обратный пример демонстрирует нам не столь давняя история, когда во времена заката СССР вся страна осталась без традиционного ассортимента сигарет из-за конфликта в Абхазии, где находился единственный в стране завод по выпуску сигаретных фильтров.

Проиллюстрируем связь разнообразия и устойчивости на формальных моделях, состоящих, например, из разных букв, каждая из которых будет обозначать элемент системы, использующий один из внешних потоков. Сразу возьмем реальный случай, предусматривающий наличие в системе не только *разных*, но и *одинаковых* элементов:

AABBC.

Это необходимо для учета *разной эффективности* систем – например, система AABBC в два раза более эффективна по использованию потока A, чем система ABBC. В этом смысле используемые буквы - это своего рода естественное квантование ресурсного потока, аналог понятий *минимальной зарплаты* или *прожиточного минимума.*

Общее число элементов в системе AABBC равняется пяти (n=5), три из которых разные - A, B и C (m=3). Примем *наиболее жесткое* определение устойчивости: ***n,m=Const***, то есть будем считать устойчивыми не только такие состояния, в которых не происходит *качественных* изменений, свойственных кризису (полное исчезновение A, B или C, появление D), но и *количественных* - суммарный размер системы должен быть постоянным. Иными словами, под воздействием внешних возмущающих факторов система не только не должна терять сложность (кризис), но и поддерживать неизменным свой вещественно-энергетический потенциал (например - сохранять не только все отрасли производства, но и неизменный ВВП).

Однако даже при столь жестких условиях у системы остается способность реагировать на изменение внешних потоков (например, сокращение одного из них) - первоначальная структура может трансформироваться в один из следующих вариантов:

ABBBC, AAABC, AABCC, ABCCC.

Понятно, что если снять чисто количественные ограничения на изменение общего числа элементов, то таких структур будет намного больше. Отсюда становится ясным *механизм адаптивной стратегии* обеспечения устойчивости - в ответ на неблагоприятные внешние изменения система *реагирует перестройкой структуры*, в принципе сохраняя исходный состав и, до определенного предела - даже размер. При этом *мерой* адаптивной устойчивости является *число потенциально возможных комбинаций*, которые способна породить система в данных условиях. Количественно оценить ее для реальных систем можно расчетом по имеющимся формулам.

Серьезный прогностический потенциал дает исследование зависимости устойчивости системы от ее структуры. В следующей таблице для введенных выше предельно жестких ограничений представлены все возможные комбинации, которые могут породить системы, состоящие из одинакового числа элементов, но различающиеся по составу - от монотонной (m=1) до крайне разнообразной (m=6).

m=1	m=2	m=3	m=4	m=5	m=6
AAAAAA	ABBBBB	ABBBBC	ABBBCD	ABBCDE	ABCDEF
	AABBBB	ABBBCC	ABBCCD	ABCCDE	
	AAABBB	ABBCCC	ABCCCD	ABCDDE	
	AAAABB	ABCCCC	ABBCDD	ABCDEE	
	AAAAAB	AABBCC	ABCDDD	AABCDE	
		AABBBC	ABCCDD		
		AABCCC	AABBCD		
		AAABBC	AABCCD		
		AAABCC	AABCDD		
		AAAABC	AAABCD		

Как видно из таблицы, число потенциальных комбинаций (адаптивная устойчивость) зависит от разнообразия элементов нелинейно: *наибольшей устойчивостью* обладают не самые разнообразные системы, а те, в которых существует своего рода «баланс» между разнообразием и однообразием. Поскольку эти системы в силу повышенной устойчивости в реальных системах встречаются чаще, они названы *ядром*, а крайние, менее устойчивые - *периферией*. Что касается последнего типа систем, то из таблицы видно, что к периферии относятся два абсолютно полярных структурных типа -

крайне разнообразные системы m=6 (которые названы *кризисными*) и предельно однообразные m=1 (названные *консервативными*).

Численное моделирование поведения трех типов систем в ответ на разные виды внешних возмущений позволило получить следующие результаты.

- *Консервативная периферия* (малоразнообразная, но энергетически мощная система) плохо воспринимает изменения, связанные с исчезновением разнообразия. Конечное ее состояние обладает существенно меньшей адаптивной устойчивостью, чем начальное, и она с большой вероятностью просто деградирует. Зато появление нового для этого класса систем типов элементов благоприятно как ни для каких других - адаптивность конечного состояния у них повышается столь значительно, что в результате изменений они наверняка будут иметь селективное преимущество. Монотонно-однородный и мощный Газпром не напрасно с самого начала диверсифицировал производство и активы – это существенно повышало его устойчивость, выводя с «периферии» на уровень «ядра» экономики, которым его сегодня официально признают.

- *Кризисная периферия* (сильно разнообразная, но с маломощными элементами) при деструктивных изменениях (исчезновение элемента разнообразия) проявляет парадоксальные свойства - вместо понижения адаптивной устойчивости, она ее наоборот повышает, причем, достаточно резко. Понятно, что именно она получает в этих условиях селективное преимущество. Добавление же группы разнообразия влияет на ее будущее неблагоприятно - адаптивность конечного состояния понижается. В 2000-ных годах не напрасно сложилась тенденция слияния и поглощения мелких бизнесов более крупными – избыточное разнообразие «дикой» эпохи 90-х для повышения устойчивости (выживания) системы требовало сокращения разнообразия и укрупнения составляющих структур.

- Системы, относящиеся к *ядру* (среднее разнообразие, средняя мощность) более всего инерционны и предсказуемы - с уменьшением разнообразия немного понижают адаптивность, с увеличением - немного повышают, не проявляя никаких экстремальных свойств. Ядро - наиболее гармоничное, сбалансированное состояние структуры, обладающее максимальной устойчивостью. Это своего рода «аттрактор», к которому стремятся эволюционирующие системы в ходе своего развития. Данную особенность необходимо учитывать для любой реальной системы с выраженными ядерными свойствами - она не терпит искусственного развития какой-либо одной из своих подсистем, поэтому для ядра если и развивать, то не какую-то отдельную часть, а всю *систему целиком*.

Даже столь краткое описание особенностей поведения систем, относящихся к различным структурным типам, дает вполне достаточное представление о прогностическом потенциале, заложенном в теории разнообразия, тем более что по формальным алгоритмам любые системы могут быть отнесены к тому или иному типу.

Комплексная оценка устойчивости включает в себя все рассмотренные компоненты - энерговещественный, производящий (эффективность) и структурный.

Все три перечисленные составляющие устойчивости систем формируются в ходе их эволюции, каждая на своем этапе развития. Соответственно, при возникновении неблагоприятных условий (кризиса) эти механизмы подключаются также не одновременно, а в той самой эволюционно обусловленной последовательности, но в обратном порядке. А именно - для компенсации неблагоприятных воздействий:

- *в первую очередь* подключаются адаптивные механизмы (сформированные на информационном этапе развития). Система «пробует» сохранить свой вещественно-энергетический потенциал и эффективность путем перестройки структуры, пытаясь «подстроиться» к изменившимся условиям. Если это удается, то все вещественно-энергетические параметры системы сохраняются даже в количественном отношении, меняется лишь структура связей. Это наиболее «безболезненный» механизм, при котором можно даже не почувствовать, что система прошла через неблагоприятные изменения. Если же воздействия достаточно мощные, то:

- *во вторую очередь* подключаются механизмы эффективности (сформированные на интенсивном этапе развития). Стремясь сохранить накопленный вещественно-энергетический потенциал, система уменьшает эффективность, снижает производительность. Иными словами, если стало меньше исходных ресурсов, то ровно на столько же сокращается «выпуск продукции». Сокращение метаболизма - если выражаться биологическим языком. С наступлением зимы медведи впадают в спячку, с наступлением кризиса падают объемы производства - вот примеры сокращения метаболизма. Если же и это не приводит к желаемым результатам, то:

- *в третью очередь* подключаются вещественно-энергетические механизмы (сформированные на экстенсивном этапе развития). Система начинает «пожирать себя», расходуя на самоподдержание те запасы вещества и энергии, которые идут на совершение полезной работы. Расходуются запасы подкожного жира, истощается мышечная ткань, система слабеет и прямым ходом движется к дистрофии. Это типичный *стресс* - явный признак приближающегося кризиса.

Как было показано выше, потеря управляемости системы в кризис приводит к тому, что она становится наиболее «естественной», функционирует по общим законам развития и вследствие этого становится более прогнозируемой. Рассмотренные теоретические особенности поведения систем при потере устойчивости позволяют использовать эту особенность и предсказывать их состояние, а также тренды развития в кризисные периоды.

3.5. Мониторинг кризисов. Поляризация

Как было отмечено выше, в разделе 3.3, всякий кризисный момент сопровождается существенным ростом разнообразия. Это происходит за счет снижения доли доминировавших до этого элементов и увеличения доли периферийных, ранее являвшихся отклонениями от некоторой средней «нормы». Происходящий при этом рост числа потенциально возможных состояний необходим системе для поиска селективно ценных, наиболее приспособленных к изменившимся условиям, которые и составят в будущем «ядро» новой системы.

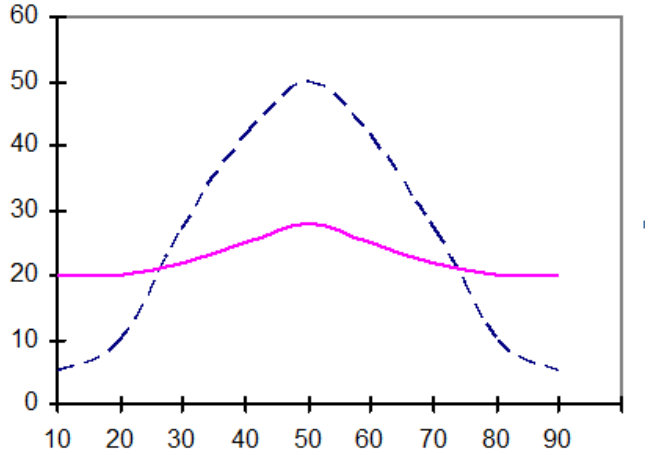

Рис. 7. Поляризация - размывание распределения

Графически процесс «размывания» структуры можно представить как переход от нормального распределения к практически равномерному. Ранее доминировавшее на распределении ядро (пунктир) расплывается, «приподнимает» оба края и превращается в достаточно неопределенную структуру (сплошная линия), близкую к горизонтальной прямой. Эти особенности позволяют предложить чрезвычайно простую процедуру

количественного определения близости системы к кризисной точке. В хорошем приближении этот показатель, который называется *поляризацией*, рассчитывается по следующей формуле:

$$P = (L*R) / N,$$

где L и R- это число элементов на левом и, соответственно, правом краях распределения, N-общее число элементов в системе. По смыслу *поляризация - это произведение показателей, отражающих крайне противоположные, полярные состояния системы*. Например, если по каким-то критериям разделить общество на богатых, бедных и средний класс, то уровень имущественной поляризации рассчитывается простым перемножением числа богатых на количество бедных, а затем, для получения относительной величины, результат делится на общее число людей. Поляризация фиксирует одновременный подъем *крайностей*, а не рост разрыва между ними, как это делает применяемый экономистами индекс Джини (Gini).

Несмотря на простоту расчета, показатель поляризации является хорошим интегральным индикатором назревающих критических процессов, так как одновременно улавливает изменения двух экстремальных состояний системы.

Практический момент. Само по себе расчетное значение поляризации содержит мало информации, оно обретает смысл в *сопоставлениях*, когда по изменению этой величины можно судить о характере протекания критических процессов в системе. Рост этого значения будет свидетельствовать о том, что кризис зреет и приближается критическая точка процесса. Вопрос о том, что при этом «сломается» или как поведет себя система, остается открытым, однако, хотя бы то, что кризис не будет неожиданностью, уже представляет немалую практическую ценность.

4. Феноменология развития и кризисов

В предыдущих главах понятия развития, эволюции, кризисов рассматривались с теоретической точки зрения – в рамках Общей теории систем, сопутствующих теорий и частных моделей. Модель роста человечества С.П. Капицы, хоть и заявлена как феноменологическая, но на самом деле является таковой лишь в своих основаниях, а по сути является количественной и согласуется со многими теоретическими моделями развития. Однако помимо рассмотренных *формальных* подходов, позволяющих получить *количественные* результаты, существует целый пласт знаний чисто *феноменологической*, описательной природы, несущий информацию в основном *качественную* – в виде отдельных правил, законов, закономерностей. Сюда в первую очередь относятся знания, накопленные науками о Биосфере – биологией, экологией, теорией эволюции, где сложность объекта даже на сегодняшнем уровне науки не позволяет построить количественные теории и приходится довольствоваться закономерностями, выявленными опытным путем.

Стоит отметить, что багаж знаний, накопленный биологическими науками, не стоит недооценивать – за ним стоят сотни лет работы естествоиспытателей по познанию закономерностей окружающей действительности, а эти закономерности напрямую относятся к интересующей нас теме – эволюции, эволюционным кризисам, их признакам и свойствам. Биосфера в своей истории не раз проходила через разнообразные кризисы. Результаты изучения этих процессов запечатлены в научных работах и обобщены в виде известных биологических законов и закономерностей, поэтому последние представляют собой ценный багаж знаний, позволяющий как получить новую информацию, так и подтвердить (либо опровергнуть) ту, что получена из теории или моделей. В этой главе будет представлена попытка использования этого ценного багажа неформализованных знаний, причем не столько для интерпретации биологических закономерностей, сколько для поиска социо-техносферных аналогий. Напомним, что основания для этих аналогий дает рассмотренный в разделе 3.1 принцип *системного сходства*, а также единая как для природных, так и для природно-техносферных объектов, системная модель развития (формула 1.3). Принципиальные особенности развития этих систем сходны, значит в не слишком детальном приближении справедливы будут и аналогии их функционирования – по крайней мере на уровне качественных закономерностей.

В качестве источников информации по закономерностям биологической природы использованы работы известного энциклопедиста Н.Ф. Реймерса [11][12]. Из множества собранных в этих источниках правил, законов, закономерностей были выбраны те, которые представляют интерес в рамках рассматриваемых процессов, каждый сюжет рассмотрен и прокомментирован несколькими экспертами и, при совпадении мнений, помещен в соответствующий тематический раздел. Безусловно, точка зрения экспертов не претендует на звание истинной, с приведенными аналогиями кто-то может не согласиться, кто-то поспорить, а у кого-то возникнут и новые блестящие ассоциации – сколько людей, столько мнений. Но в целом – это некий пласт новой информации в мало исследованной области знаний и, хотя бы поэтому, представляет несомненный интерес. Везде далее закономерности представлены в авторском изложении и заключены в рамку, комментарии к ним – обычным шрифтом ниже.

4.1. Процесс развития макросистем

4.1.1. Закон снижения энергетической эффективности природопользования: с ходом исторического времени при получении из природных систем полезной продукции на ее единицу затрачивается все больше энергии, а энергетические расходы на жизнь

одного человека все время возрастают.

Совершенно очевидно, что обсуждаемый закон имеет весьма важное практическое следствие: рост энергетических затрат не может продолжаться бесконечно. Значит, можно рассчитать вероятный момент неизбежного перехода на новые технологии промышленного и сельскохозяйственного производства, избежав тем самым термодинамического (теплового) кризиса и ослабив ход современного экологического кризиса.

Тезис находится в полном согласии с системной моделью развития – количественный рост в какой-то момент заканчивается, начинается эпоха интенсификации.

Повышение расхода энергии на единицу продукции в ходе развития в общем случае связано не со снижением энергоэффективности технологий, а с ростом запаса потенциальной энергии, приходящейся на 1 человека, технологию, производственный процесс. Эта энергия идет в обеспечение не столько эффективности, сколько устойчивости, надежности системы (здравоохранение, соцобеспечение, службы МЧС и т.д.), а также в ее развитие. И если при «замыкании» производственных циклов энергетическая цена чисто физической продукции стабилизируется, то для интеллектуальной продукции она по-прежнему будет расти. *Информация - это потенциальная энергия*, она обеспечивает энергетическое содержание «ноосферы», эволюционно она будет возрастать, индикатором её является наукоемкость продукции.

4.1.2. Закон падения природно-ресурсного потенциала: в рамках одной общественно-экономической формации, способа производства и одного типа технологий природные ресурсы делаются все менее доступными и требуют увеличения затрат труда и энергии на их извлечение, транспортировку, а также воспроизводство.

В момент приближения природно-ресурсного потенциала к общественно неприемлемому уровню сменится технология и изменится общественная реакция, т. е. окончательно сформируется новая общественно-экономическая формация. Именно так идет образование постиндустриального общества "информированного социалистического капитализма", для которого характерны наивысшая значимость адекватной информации и наукоемкие отрасли хозяйства.

В явном виде приводится обоснование объективности перехода от экстенсивной на интенсивную фазу развития. В полном соответствии с теоретической моделью подчеркивается особенная роль информации и наукоемких отраслей.

4.1.3. Разные эволюционные стратегии развития.

1. В растительном мире, как правило, наблюдается максимальное заполнение пространства и использование солнечной энергии при сохранении запасов минерального питания. Лимитирующими факторами служат физическая заполненность территории, поток лучевой энергии, предшествующие события, материализованные в процессах почвообразования, собственное воздействие растений на среду (например, аллелопатия) и сложные взаимосвязи с представителями других царств природы — микроорганизмами, грибами и животными. *Превентивных механизмов саморегуляции плотности населения не наблюдается*. Однако существует мощный рычаг ее восстановления в случае изреживания — почвенный запас семян, спящие почки и т. п. И, параллельно этому, *имеется генетический механизм ограничения размеров индивидов*. В противном случае одно растение было бы способно занять всю площадь и не оставалось бы места для процессов дублирования как инструмента обеспечения надежности системы. *Емкость местообитания используется растениями максимально полно в рамках совокупности экологических ограничений*. Основной их биотический механизм перенесен в область взаимодействия собственных размеров, межвидовых отношений и индивидуального воздействия на среду жизни. *Свободный запас вещества и энергии минимален*. В

основном действуют факторы, непосредственно зависящие от плотности населения популяции.

Однако, *по отношению к минеральному питанию*, т. е. к «пище» растений, *они ведут себя подобно животным*, имея механизм эволюционной преадаптации, препятствующий истощению почв. Этот механизм ориентирован на скорость почвообразовательных и шире — биогеноценотических процессов. В одних случаях запас велик (например, черноземы), в других он очень мал (тропические леса). Чем интенсивнее круговорот веществ в экосистеме, тем ниже положительный баланс соотношения ресурсов минерального питания растений и скорости роста их популяций. *Растения «**берут в основном числом, а не умением**».*

2. В царствах дробянок (бактерий), грибов и животных, как правило, существует иная закономерность: *потенциальный запас жизненных ресурсов огромен* — обычно используется не более 30 — 60% наземной луговой растительности (крупные млекопитающие) и 10% лесной растительности. Более интенсивно и полно утилизируется растительноядными животными чистая продукция водных растений. Как хорошо известно, *пирамида биомасс в водной среде как бы перевернута* — продуценты размножаются столь интенсивно, что консументы могут превышать их по биомассе. Однако это касается лишь мелких обитателей водной среды. *Для рыб, птиц и млекопитающих общая их биомасса всегда намного ниже, чем потребляемых ими растительных кормов.*

Пункт 1 (растительность) - это в чистом и компактном виде изложение признаков и свойств *экстенсивной* стратегии развития. Для построения аналогий с экономическими системами можно использовать общие свойства, отмеченные в тексте выше курсивом, а именно – системам экстенсивного типа свойственны:

— Максимальное заполнение пространства и использование солнечной энергии (ресурсов);
— Отсутствие превентивных механизмов саморегуляции плотности населения (популяции);
— Имеется генетический механизм ограничения размеров индивидов;
— Емкость местообитания используется максимально полно в рамках совокупности экологических ограничений;
— Свободный запас вещества и энергии минимален.

Стоит особо отметить последний пункт – свободный запас вещества и энергии минимален, значит, все циркулирующие потоки вещества-энергии идут только на *поддержание самой системы*, ни на какую внешнюю *полезную работу энергии в принципе нет.* Для растительного сообщества (*экстенсивной* системы) климакс - это эволюционный предел, когда *система работает только на саму себя*.

Растения «берут в основном числом, а не умением» - в этом образном сравнении очень хорошо отражается вся суть систем экстенсивного этапа, для которых ведущими факторами развития являются количественные, а о совершенствовании качества (эффективности) нет и речи.

Пункт 2 - это ключевые признаки *интенсивной* стратегии развития. Запас свободной энергии тут огромен (см. приведенные выше проценты) и он может идти как на поддержание *устойчивости* системы в неблагоприятных условиях, так и на совершение *полезной работы*. Оба фактора существенны.

В отличие от экстенсивных (растительных) систем, системы интенсивные («животно-растительные») априори имеют намного более высокую устойчивость – она им *изначально* присуща в виде большого запаса свободной энергии, который можно использовать в неблагоприятной ситуации. То есть, *производственно-экономические*

системы интенсивного этапа будут существенно устойчивее, чем нынешние экстенсивные.

Использование же избытка *свободной энергии* на совершение *полезной работы* (например, развитие) есть не что иное, как аналог современного понятия *инвестиций*. Это приводит к тому, что *понятие «инвестиций» на интенсивном этапе меняет свой смысл*. Нынешнее – экстенсивное – понимание подразумевает чисто количественное *перераспределение:* ресурсы изымаются откуда-то и отдаются кому-то, чтобы у него ресурсов стало больше (чисто количественно) и, значит, он бы вырос. На интенсивном этапе этих свободных ресурсов – в избытке (см. проценты выше), значит, они не представляют какой-то особой ценности, а при необходимости реализовать что-то новое, полезное и т.д., такие системы *инвестируют свой труд* – просто побольше работают и получают необходимый (для полезных дел) избыток ресурса. Такое понимание инвестиций для интенсивного этапа уже отмечалось как вывод из теоретической модели развития – см. раздел 1.2 «Фазы глобального развития», т.е. в данном случае мы имеем феноменологическое подтверждение этим чрезвычайно интересным теоретическим выводам.

И последний вопрос – а *почему* существует избыток ресурсов, который может пойти на рост устойчивости или полезную работу, почему интенсивные системы не наращивают КПД до максимальных 100%? Думается, что это им эволюционно и экологически не выгодно, т.к. возникает жесткая конкуренция за ресурс. Скорее всего максимум КПД соответствует некоторой предельной величине, являющейся оптимальной для всех – природные примеры весьма показательны (см. приведенные выше проценты).

4.1.4. Закон глобального замыкания биогеохимического круговорота - обязательное свойство биосферы любого этапа развития. Видимо, это непреложный закон ее существования. Особо следует обратить внимание на увеличение доли биологического (а не геохимического) компонента в замыкании биогеохимического круговорота веществ. Это уже закон эволюции биосферы, смыкающийся с законом биогенной миграции атомов.

По сути это тот самый *экологический* этап развития цивилизации, который следует из теоретической модели развития. Аналогом (преемником) «биологического компонента» является «технологический», т.е. по аналогии можно вести речь о правиле увеличения доли *технологического* компонента в замыкании вещественно-энергетических циклов. А это определяет основной эволюционный *вектор развития технологий* - замкнутые производственные циклы и технологические цепочки, копирование природных аналогов (бионика), биотехнологии.

4.1.5. Закон однонаправленности потока энергии: энергия, получаемая сообществом (экосистемой) и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой передается консументам первого, второго и т. д. порядков, а затем редуцентам с падением потока на уровне в каждом трофическом результате процессов, сопровождающих дыхание. Поскольку в обратный поток (от редуцентов к продуцентам) поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (не более 0.25, максимум 0.35%), говорить о "круговороте энергии" нельзя. Существует лишь круговорот веществ, поддерживаемый потоком энергии.

Это очень глубокая научно-философская констатация: *вещество конечно, а энергия – нет* (в наших масштабах времени). После экстенсивного и интенсивного этапов развития вещество на планете просто «кончается» и его можно использовать только через кругооборот. А вот энергия продолжает поступать (от Солнца), концентрироваться, перерабатываться, т.е. основной вектор развития цивилизации является однонаправленным, это – концентрирование энергии. Причем, начиная уже с нынешнего этапа развития, довольно существенная часть энергии трансформируется в информацию – залогом чему является бурное развитие IT-сферы. А информация – это не нечто, куда

энергия «проваливается» как в черную дыру, *информация – это потенциальная энергия*, это *знания о том, как получить энергию* (механизм ядерного синтеза, например). Это свидетельствует о том, что *каждая фаза развития*, в т.ч. «информационная эпоха», *является все более энергонасыщенной*, хотя это на первый взгляд не очевидно. Вещество *не бывает* потенциальным, а *энергия бывает*. *С термодинамической точки зрения* ***информация –это потенциальная форма энергии****, которая становится преобладающей в ходе эволюции.*

Стоит подчеркнуть, что речь идет именно о *термодинамическом* аспекте, а не об информации вообще – понятно, что томик Пушкина в этом смысле очень серьезно отличается от тома технической документации на ядерный реактор, хотя с точки зрения теории информации они чрезвычайно схожи, хотя бы по набору использованных символов. Разница в *смыслах* – у Пушкина основное содержание это *эмоция*, а в документации – потенциальная *энергия*, которую способно дать сконструированное по ней устройство. Достаточно вспомнить какую ценность представляли для всех разведок мира чертежи первой атомной бомбы – вот сколько потенциальной энергии могут содержать несколько страниц информации.

4.1.6. Закон пирамиды энергий, или закон (правило) 10%: с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий ее уровень (по «лестнице»: продуцент — консумент — редуцент) в среднем около 10% поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды энергии. Обратный поток, связанный с потреблением веществ и продуцируемой верхним уровнем экологической пирамиды энергии более низкими ее уровнями, например, от животных к растениям, намного слабее — не более 0,5% (даже 0,25%) от общего ее потока, и потому говорить о круговороте энергии в биоценозе не приходится.

Количественные значения в производственно-экономических системах вряд ли будут те же, но сама закономерность очень ценна. Она свидетельствует не столько о канализированности потоков вещества-энергии «снизу-вверх» (что тоже интересно), сколько о том, что самый верхний уровень пирамиды является наиболее энергетически насыщенным - по сути, он строится на всем том, что внизу. А в современной экономике на самом верху пирамиды сейчас располагаются IT-технологии! Это говорит о том, что *IT-технологии* - это не игрушка цивилизации, а *наиболее мощная сфера мировой экономики*, на которую работает всё остальное. Это серьезно, и к влиянию этих технологий на ход эволюции цивилизации надо относиться столь же серьезно.

Кстати, инструмент «10%» вполне может оказаться пригодным для реальных оценок, что можно проверить если найти цифры для построения «пирамиды», хотя даже качественная иллюстрация ведущей роли информации на современном этапе развития сама по себе очень показательна. К примеру, с учетом теневой части доходов физических лиц реальный объем НДФЛ находится в России на уровне 10%.

4.1.7. Правило ускорения эволюции**:** с ростом сложности организации биосистем продолжительность существования вида в среднем сокращается, а темпы эволюции возрастают. Например, можно построить такой ряд: средняя продолжительность существования вида птиц — 2 млн. лет, млекопитающих — 800 тыс. лет, предковых форм человека — 200 — 500 тыс. лет, современного человека пока не более 50 тыс. лет (а уже возникли многие экологические кризисы, и генетики считают генетические резервы человека исчерпанными). Среди «живых ископаемых» нет высокоорганизованных видов.

Это известный феномен *ускорения биологического времени*. Те же закономерности должны проявляться и в ускорении технологического, экономического, социального времени – тут тоже в среднем сокращается время существования «вида» (технологического, экономического, социального). Подробно эти процессы рассмотрены

выше в разделах 2.1, 2.2 и 2.3: данное правило можно рассматривать как одно из многих свидетельств объективности процессов ускорения развития макросистем.

***4.1.8. Правило ускорения исторического развития*:** чем стремительнее под воздействием антропогенных причин изменяется среда обитания человека и условия ведения им хозяйства, тем скорее по принципу обратной связи происходит перемена в социально-экологических свойствах человека, экономическом и техническом развитии общества (знак процесса может быть положительным и отрицательным).

Поскольку производительные силы общества опосредуют связь между природой и обществом (при этом человек входит как в первую, так и во второе), а антропогенные воздействия являются движущей силой в действии закона ускорения эволюции и быстро меняют среду развития самого общества, трехчленная система «*природа — производительные силы — производственные отношения*» развивается с тенденцией к самоускорению процессов. В ответ на ухудшающиеся показатели среды жизни возникают механизмы, стремящиеся ее улучшить (смена поколений техники, ресурсосберегающее наукоемкое производство, демографическое регулирование).

По сути это правило аналогично предыдущему феномену ускорения биологической эволюции, но только применительно к человеческой цивилизации, что также было отмечено выше в разделе 2.3 про сингулярность. Помимо очередного свидетельства справедливости процессов ускорения развития, данное правило содержит еще один интересный момент.

В тройке выделенных в формулировке курсивом понятий обращают на себя внимание слегка подзабытые в последнее время *производственные отношения*. Они не материальны, а, значит, наименее инерционны и должны в первую очередь подстраиваться под изменившиеся условия. Поэтому, если стоит задача мониторинга каких-то изменений в системе (например, ростков интенсивного уклада), надо начинать с анализа не материальных элементов, а отношений. Каких конкретно – зависит от объектов, условий и постановки задачи, но, в общем случае, мониторинг отношений – это ключ к ранней диагностике происходящих в системе изменений.

4.2. Структура и функции

***4.2.1. Правило основного обмена*:** любая большая динамическая система в стационарном состоянии использует приход энергии, вещества и информации главным образом для своего самоподдержания и саморазвития. Таково соотношение основного метаболизма и производимой организмом работы, таково положение в экосистемах и хозяйстве. Это правило нередко не учитывают и сетуют, что де государственный аппарат работает лишь на себя, промышленность делает то же и т. д. Иной ситуации при системном застое и быть не может...

Правило интересно тем, что объясняет необходимость *дополнительных* затрат энергии на перестройку сложившейся структуры любой системы. Полную энергию системы можно представить как сумму $\boldsymbol{E = E_i + E_p}$, где $\boldsymbol{E_i}$ – энергия самоподдержания системы, а $\boldsymbol{E_p}$ - полезно используемая энергия. Соответственно, для преобразования системы необходимо затратить энергию, сопоставимую с $\boldsymbol{E_i}$, чтобы разрушить старую структуру, противящуюся новациям по принципу Ле-Шателье (см. далее).

Тем самым, планируя некие изменения в системе, абсолютно *недостаточно* будет прикинуть энерго- или ресурсо- затраты на *создание* новой, желаемой структуры. Гораздо больше ресурсов может потребовать *перестройка* (слом) старой структуры, особенно в случае консервативных и масштабных макросистем, к которым без сомнения относится человеческая цивилизация. В ходе масштабного цивилизационного кризиса на поддержание существующих отношений и законов композиции система будет тратить

(видимо, безуспешно, но отчаянно) огромные ресурсы, включая жизни людей (войны, революции и т.п.). В отдельных случаях, если изменения еще недостаточно «вызрели», ресурсов на создание нового может просто не хватить – все они будут затрачены только на слом старых отношений. Подобное «внутреннее сопротивление» обязательно следует учитывать, чтобы имеющиеся ресурсы «неожиданно» не оказались растрачены впустую и ушли «неизвестно куда».

***4.2.2. Правило максимума энергии поддержания зрелой системы*:** сукцессия идет в направлении фундаментального сдвига потока энергии в сторону увеличения ее количества, направленного на поддержание системы.

По мере развития системы *все большая доля* энергии идет на *поддержание ее равновесной структуры*, иными словами по мере «вызревания» система становится все более и более устойчивой. Это правило по смыслу смыкается с п. 4.1.1, согласно которому в природно-антропогенных системах дополнительная энергия идет в обеспечение не столько эффективности, сколько устойчивости, надежности системы (например, здравоохранение, соцобеспечение, службы МЧС, на экстенсивной фазе – армия и т.д.).

Из этого правила следует тот же самый вывод, что и из предыдущего – если стоит задача изменить существующую систему, необходимо планировать *дополнительные* затраты на перестройку ее имеющейся структуры. По сути данного правила следует добавить, что эта энергия должна быть тем больше, чем более зрелой, близкой к равновесию (климаксу) является система. Стоит заметить, что это общее правило и относится к любой системе – если она экстенсивная, то все больше энергии тратится на поддержание экстенсивных свойств, а если они интенсивная, то стремится сохранить свою интенсивную структуру. Т.е. по мере «созревания» *всякую* систему все сложнее столкнуть с избранного ею пути независимо от того экстенсивная она или интенсивная.

***4.2.3. Энергетическое правило поверхностей*:** отношение продуцируемого особью гомойотермного животного тепла к единице площади поверхности ее тела приблизительно одинаково. Оно колеблется около величины в 1000 ккал/м^2/сутки. Относительная теплоотдача у всех организмов растет с их измельчанием, что следует из того, что масса тела пропорциональна кубу, а поверхность лишь квадрату его диаметра (объема).

Переформулируя это правило – чем крупнее организм, тем объективно меньше теплоотдача с его поверхности. Примеры его применения к техногенным системам хорошо известны в энергетике, где наиболее энергоэффективным в северных широтах является строительство крупных котельных, намного эффективнее выходит отопить один крупный город, чем множество мелких поселений с тем же общим числом жителей.

Не столь очевидным, но, тем не менее, имеющим место следствием этого же правила является стягивание населения из поселков в крупные города и концентрирование поселений вокруг мегаполисов. По этой же причине следует ожидать более высокой энергоэффективности крупных предприятий по сравнению со средними и мелкими.

4.2.4. Закон удельной продуктивности: Если измельчание особей, согласно правилу Ю. Одума, ведет к производству относительно меньшего объема биомассы, то удельный ее выход с единицы площади в силу более полного заселения пространства увеличивается. Никогда слоны не дадут той биомассы и продукции с единицы площади, какую способна дать саранча и, тем паче, еще более мелкие беспозвоночные.

Кстати, закон справедлив для многих системных образований. Так, мелкие предприятия и фермы в сумме могут производить большую хозяйственную продукцию, чем крупные, а тем более крупнейшие, В этом успех мелкого предпринимательства наших дней. Именно *более полное использование дисперсной энергии* составляет подоснову действия закона удельной продуктивности.

Этот закон постулирует наиболее оптимальную организацию структуры любой производящей системы. Фундамент ее обычно составляют крупные предприятия, однако основное ядро – средний и мелкий бизнес, который составляет в экономиках развитых стран тот самый «средний класс», который обеспечивает экономическую стабильность. В качестве иллюстрации достаточно вспомнить задачу про плотную укладку бревен и заполнение проемов между ними колотыми на четвертушки и осьмушки поленьями. Крупные предприятия, «бревна» нужны системе для решения тех задач, которые малый бизнес в принципе потянуть не может (в силу своей «малости», например), а вот освоение всех остальных экологических ниш, которыми располагает пространство ресурсов – это задача исключительно среднего и малого бизнеса, никто другой так эффективно это сделать не сможет. Без достаточной доли средних и малых предприятий экономика не может быть эффективной и устойчивой.

Второй аспект этого закона имеет отношение к малой энергетике. Если для *экономии имеющейся* энергии системе выгодно стягиваться в агломерации (см. п. 4.2.3), то для наиболее *эффективной добычи* всей доступной энергии из пространства ресурсов наилучшим образом подходит малая энергетика. Особенно важен этот тезис для нового интенсивного этапа – на экстенсивном вполне достаточно было грести то, чего много и что наиболее доступно (нефть, газ), а вот для интенсивного этапа роль «малых форм» добычи и производства энергии становится ключевой.

К примеру, в 2014 г. в Германии 28% произведенной электроэнергии получено на объектах ветровой и солнечной генерации, только 4% которых принадлежат крупным компаниям. При этом стоимость солнечной энергии с 2007 года сократилась на 60-80%, а мощность ветротурбин возросла в 40 раз: в Германии одна из самых дешевых электроэнергий в Европе, страна стала ее экспортером.

***4.2.5. Принцип, или теорема В. Людвига*:** вопреки стабилизации экологических ниш вновь возникшие внутри популяции генотипы могут образовывать экологические субниши, расширять использование ресурсов среды. Их прежний экологический статус при этом не имеет значения: ранее они могли быть слабыми конкурентами.

Этот принцип описывает классический малый бизнес, рассмотренный в предыдущем пункте. Никому не конкурент, в силу слабости легко подвержен мутациям, расширяет (по-новому использует) возможности среды – идеальный объект для зарождения чего-то принципиально нового. Любой стартап – это по определению малый бизнес. Именно здесь, в массе мелких предприятий, следует ожидать зарождения новаций, в том числе имеющих отношение к формированию облика будущей, закризисной эпохи.

***4.2.6. Закон баланса консервативности и изменчивости*:** любая саморазвивающаяся система состоит из двух рядов структур (подсистем), один из которых сохраняет и закрепляет ее строение и функциональные особенности, а другой способствует видоизменению и даже саморазрушению системы с образованием новой функционально-морфологической специфики, как правило, соответствующей обновляющейся среде существования системы. *Чем жестче организована система, тем сильнее в ней механизмы консервации, прямолинейней и непосредственней их действие.*

Двуединство «консерватизм-изменчивость» - это, пожалуй, главный механизм устойчивости систем во времени. Консервативная часть сохраняет фундаментальную структуру системы, а изменчивая обеспечивает оперативное реагирование, адаптацию к изменчивым условиям среды. Если в системе доминирует консервативная часть (курсив), то имеет место отмеченный в пп. 4.2.1 – 4.2.2 феномен роста дополнительной энергии, необходимой на перестройку структуры, т.е. жестко организованные системы гораздо хуже поддаются модернизации и менее подвержены изменениям.

С точки зрения общей структуры техногенных систем не исключено, что консервативной частью являются доминанты экономики – крупный бизнес, а изменчивой

частью – малый и средний бизнес, заполняющий ниши между доминантами. Доминанты неизменно существуют десятилетиями и определяют собственно облик системы и ее основные свойства, а малые-изменчивые адаптируются к изменению условий, неся не только собственный функционал, но и являясь своеобразным интерфейсом между доминантами и внешней (экономической) средой. При изменении условий доминанту выгоднее будет создать при себе новое малое предприятие, ориентированное на новые условия, чем изменять свою чрезвычайно консервативную структуру. В общем же виде закон баланса консервативности и изменчивости является одним из фундаментальных законов организации больших систем.

4.3. Отношения и их формирование

***4.3.1. Аксиома, или закон системного сепаратизма*:** разнокачественные составляющие системы всегда структурно независимы. Например, организм состоит из органов. Каждый из них «не заинтересован» в ухудшении работы другого органа или в уменьшении его размеров. Наоборот, в составе системы организма каждый орган тесно связан с другими гуморально и общей судьбой. Вместе с тем, печень не может быть частью сердца, но лишь функциональной составляющей пищеварительной системы.

Эта аксиома описывает критерий *оптимума* в противоречии «единство» – «независимость» через условие, что каждый элемент «не заинтересован» в ухудшении работы другого. Считается, что если вы с соседом разнокачественны, то имеете шанс создать с ним единую систему с общей судьбой, а если вы одинаковы, то начнете проявлять интерес в ухудшении его работы. Иными словами, функциональное различие систем – есть фактор, повышающий прочность их союзов. По смыслу верно, но разнокачественность – необходимое, но еще не достаточное условие для создания союза. Данной аксиомой абсолютно верно вводится еще один обязательный критерий – *«незаинтересованность» в ухудшении работы другого*, то есть *не*-отрицательное на него влияние.

Данная аксиома задает, пожалуй, наиболее мягкое условие, способное удержать «независимые» элементы в единой системе – не-отрицательное (положительное или нейтральное) взаимное действие друг на друга, т.е. неантагонистические отношения.

4.3.2. Первый биоценотический постулат В. Тишлера: биоценотическая система возникает из сочетания готовых частей, а не в результате дифференциации внутренних зачатков. Сложение и эволюция ценозов происходят на основе *готовых* элементов, однако в длительном интервале времени эти биосистемы начинают формироваться на основе «эволюции многих эволюций» — изменений популяций, пищевых сетей, сообществ (синузий и консорций), биоценозов в целом.

Этот постулат концептуально пересекается с теорией адаптивной устойчивости, элементы которой изложены в п. 3.4. В основе всего нового лежит комбинаторика, порождающая устойчивое новое (целое) из *разных* частей. Именно этой разницей (разнообразием) и порождается устойчивость – через комплементарность составляющих, подходящих как ключ к замку. *Ключ и (пусть даже немного измененный) ключ не дополняют друг друга, попытки скроить систему из родственных, но немного разных (через «дифференциацию зачатков») элементов не дадут устойчивого целого. Для этого необходимы разные элементы, связанные между собой (согласно п. 4.3.1) неантагонистическими отношениями*

Следует обратить внимание на понятие *готовых* элементов, из которых строится устойчивая композиция, что приводит к чрезвычайно интересному в практическом плане следствию. *Модульный конструктор – это наиболее быстрый и эффективный способ*

построить (даже на пустом месте) устойчивую и эффективную систему, даже из «старых» (имеющихся) элементов, не создавая новые.

4.3.3. Закон увеличения размеров (роста) и веса (массы) организмов в филогенетической ветви Э. Копа и Ш. Депере: «По мере хода геологического времени выживающие формы увеличивают свои размеры (а, следовательно, и вес) и затем вымирают».

Происходит это от того, что чем мельче особи, тем труднее им противостоять процессам энтропии (ведущим к равномерному распределению энергии), закономерно организовывать энергетические потоки для осуществления жизненных функций. Эволюционно размер особей поэтому увеличивается (хотя и является очень стойким морфофизиологическим явлением в коротком интервале времени).

Крупные организмы с большой массой тела, естественно, требуют для поддержания этой массы значительных количеств энергии, получаемой с пищей. Возрастающая потребность в пище увеличивает давление укрупненных особей на среду. Одновременно усложняются процессы гуморальной и нервной регуляции в особях, затрудняется их передвижение, в том числе в поисках пищи. В целом укрупнение входит в противоречие с законом оптимальности. Это, как правило, приводит к вымиранию слишком крупных организмов при минимальных изменениях среды жизни.

Поскольку понятие «крупный» и «мелкий» имеют относительное (системное) значение (по отношению к факторам среды и морфофизиологическим характеристикам организмов), могут вымирать и не гиганты, а лишь организмы, вышедшие за рамки закона оптимальности для данных условий.

Закон увеличения размеров по смыслу перекликается с энергетическим правилом поверхностей (п. 4.2.3) и может рассматриваться как дополнительное подтверждение сделанных там выводов. Однако кроме этого, он сам по себе позволяет провести несколько интересных параллелей и аналогий.

Похоже, что именно этот закон лежал в основе появления, роста, а затем гибели империй. Ресурсная причина (несоответствие «кормовым» возможностям среды), скорее всего, не единственная. Думается, что не меньшую роль играли внутренние, *информационные* факторы – снижение собственного разнообразия при неизбежном (по мере роста) усилении контролирующей «вертикали», а также «затухание» информационных сигналов с ростом системы – т.е. все большая потеря контроля и управляемости.

Занятно, что «увеличение размеров (роста)» (см. формулировку) – это типичная *экстенсивная* фаза (механизм) развития. Значит, всякие «империи» (государственные, бизнесовые в виде транснациональных корпораций) неизбежно должны закончиться с ее окончанием – на интенсивной стадии империй в принципе возникнуть не может.

С другой стороны, на интенсивной стадии развития возможны новые формы самоорганизации – симбиотическое сосуществование функционально (по размерам) разных государств и негосударственных образований в рамках некоего «союза», который, очевидно, не является «империей» в традиционном ее понимании. «Симбиотическое существование» - это реализация не «вертикальной», а «горизонтальной» модели организации: тут нет иерархии, а взаимодействие происходит по вектору *полезных* (взаимно дополняющих) *функций*. В то же время, если потребность в этих функциях исчезла, взаимодействие естественным образом может прекратиться или переключиться на другой субъект. Если так, то главный вывод – подобные «симбиотические СНГ» *не могут быть стабильно устойчивыми* образованиями – ни территориально (как Евросоюз), ни функционально (как транснациональные корпорации). Это коренное отличие от существующего порядка вещей, выглядит оно сегодня, безусловно, непривычно, но теоретически вполне допустимо в качестве одной из моделей политико-экономической организации.

***4.3.4. Правило географического оптимума*:** условия обитания вида наиболее оптимальны для него в центре ареала. Очевидно предполагается, что абиотическая и биотическая среда тут наиболее благоприятна, а экологическая ниша выработана с наибольшим совершенством. Часто имеется в виду не пространственно-геометрический центр ареала, а его экологический «центр».

Как правило «центр» – это локус в любом фазовом пространстве (не только в географическом), содержащий наиболее выраженные *специфические* признаки системы, а «периферия» – в силу пограничного эффекта – примеси свойств *соседних* систем. Именно поэтому по свойствам периферия, порой, резко отличается от центра и ее иногда даже не рассматривают (не осознают) как часть системы. Это общая закономерность, носящая системный характер.

Периферия – она на то и периферия, что *не сильно* связана с каким-то ядром. Поэтому вполне допустим случай, когда *одна и та же* подсистема может *служить периферией одновременно у двух ядер,* т.е. участвуя *одновременно в двух системах*! Соответственно, периферия может служить связующим звеном между двумя (даже антагонистическими) системами. *Периферия – как системообразующий фактор для формирования макро-систем* – к такой новой и интересной постановке задачи приводит данное правило, что может дать немало интересного в приложении к реальным объектам.

***4.3.5. Принцип континуума, или принципа Раменского — Глизона*:** широкое перекрытие экологических амплитуд и рассосредоточенность центров распределения популяций вдоль градиента среды приводят к плавному переходу одного сообщества в другое, поэтому, как правило, не образуется *строго фиксированных* сообществ.

Из этого принципа следует, что, если система не изолирована, то она не может быть в чистом виде реализацией «китайской модели», «англосаксонской системы», особого «русского пути». Любая, сколь угодно «уникальная» модель, принципиально конвергентна, подвержена влиянию других систем (хотя бы через пограничный эффект) и обладает частью их признаков.

А в особо ярко выраженных случаях подобные «конвергентные» пограничные (периферические) системы могут обладать столь выраженным набором *общих* признаков, что их даже выделяют в отдельное таксономическое образование – например *лесостепь*, которая является *общей периферией* для чистого леса и чистой степи (см. предыдущий п. 4.3.4). Поэтому теоретически вовсе не исключены такие модели развития или симбиотические образования, как, например, «русско-китайская» или «китайско-европейская» через Россию как общую периферию (см. выше). По крайней мере возможность создания подобных образований не следует скидывать со счетов, поскольку они не противоречат общим теоретическим закономерностям.

***4.3.6. Второй фитоценологический принцип* П. Жаккара:** экологическое разнообразие возрастает с увеличением рассматриваемого пространства и падает с возрастанием однообразия условий.

Если про однообразие условий очевидно, то первое надо бы отметить: *с увеличением размеров системы растет и ее разнообразие*. Это вроде бы тоже очевидная вещь – в б**о**льшей по размеру системе б**о**льше вероятность присутствия новых элементов. Но не следует забывать про приложение этого правила и к социально-экономическим системам: чем больше страна (экономика), тем она потенциально (в естественных условиях) разнообразнее.

Следует также иметь в виду, что необходимое разнообразие однообразной стране можно не создавать внутри себя (внутренний механизм), а захватить, колонизировать, войти в экономический союз (внешний механизм). Две однообразные (но разные) системы образуют вполне разнообразный симбиоз, если они объединяются на непротиворечивых

отношениях. Это вполне эффективный способ повышения разнообразия (а, значит, и устойчивости), причем даже для «периферийных» систем, которые могут выступить в качестве *системообразующего фактора*, объединяющего два разных «ядра» (см п. 4.3.4).

4.4. Разнообразие и устойчивость

4.4.1. Закон генетического разнообразия: все живое генетически различно и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности. Естественно, что при известном условии отсутствия в природе двух генетически идентичных особей (кроме однояйцевых близнецов) варианты преадаптации неисчислимы. Столь же множественны и экологические особенности каждого из индивидов в составе любого вида.

В ходе эволюции имеет место тенденция к глобальному росту разнообразия – генетического, биологических форм, экологических ниш. При переходе на интенсивную стратегию развития и сетевую организацию отношений следует ожидать реализации этого закона и в социально-экономических системах. В первую очередь это будет реализовано через увеличение разнообразия проявления способностей индивидуумов: «покосит-попашет – попишет стихи», «днём огородник – вечером IT-дизайнер» и т.д. Сетевые отношения, как противоположность отношениям подчинения и принуждения, дают фантастический простор для создания устойчивых и в то же время лабильных взаимодополняющих коалиций. Именно они являются основной предпосылкой для проявления закона роста разнообразия.

4.4.2. Четвертый биоценотический постулат В. Тишлера: *с*уществует лишь количественная, а не качественная способность к регуляции выпадающих компонентов биоценоза. Это положение можно принять полностью, так как процессы дублирования количественно, а не качественно восстанавливают ценоз. К тому же микроэволюция все время его обновляет, меняет изначальные его качества.

Постулат очень тесно пересекается с теорией адаптивной устойчивости, элементы которой изложены в п. 3.4. Действительно – согласно модели адаптивности, при *сохранении разнообразия* (ABC) регуляция может быть *только количественной*: (AAABBBCC) → (AABCCCCC), что сохраняет общие энерговещественные параметры системы. А вот если выпадают элементы разнообразия (например, отрасли производства в стрессовых условиях), регуляция нарушается, адаптивная устойчивость падает. Данный постулат является практическим подтверждением адекватности и работоспособности теории адаптивной устойчивости.

***4.4.3. Правило происхождения новых видов от неспециализированных предков Э. Копа* (1896)**: новые крупные группы организмов берут начало не от специализированных представителей предков, а от их сравнительно неспециализированных групп.

Иными словами, новые крупные системы берут начало с *периферии***,** причем *кризисной*, отличающейся отсутствием специализации и высоким разнообразием приспособлений. Значит и новые доминанты в (интенсивной) экономике появятся не «отпочковыванием» от сегодняшних производственных «столпов», а откуда-то с периферии нынешней экономики, где чтобы выжить, они вынуждены иметь кучу приспособлений: «и швец, и жнец…». По всем признакам «периферия» представляет собой те самые малые предприятия, роль которых уже была отмечена выше в п .4.2.5.

Если рассматривать данное правило системно, то его можно применить не только к элементам, но и к отношениям. То есть *новые отношения* будущей интенсивной эпохи зарождаются на периферии экономики, среди малых форм, поэтому для поиска «ростков

нового» надо представить отношения как элементы системы и высматривать в них *кризисную периферию* (универсальные отношения), противостоящую ядру, состоящему из преимущественно специализированных отношений. Задача это принципиально новая, сложная, не имеющая аналогов, но, без сомнения, перспективная.

***4.4.4. Принцип подвижного равновесия*:** биотическое сообщество сохраняется как единое целое вопреки регулярным колебаниям среды его существования, но при воздействии необычных факторов структурно изменяется с переносом «точки опоры» на другие растительные компоненты (группы растений). Если необычные, нерегулярные факторы оказывают многолетнее воздействие, то сообщество формирует иную структуру. Однако следует заметить, что, как правило, сохраняются элементы дублирования в виде малочисленных в ценозе видов, которые могут быть мобилизованы в случае новых резких изменений среды.

Дублирование — один из механизмов поддержания надежности ценозов. Это наиболее мобильный способ их адаптации.

Хорошее смысловое описание адаптивной устойчивости, что свидетельствует о корректности принятой теоретической модели. И дублирование, и ядро, выдавливаемое обстоятельствами на периферию, и мобилизационная роль последней при восстановившихся условиях – все до деталей вписывается в теорию. Относительно новым является тезис о смене структуры системы при нерегулярном, но многолетнем, воздействии, однако условие «сохранения элементов дублирования» оставляет и этот случай в рамках теоретической модели, что доказывает ее полную работоспособность.

***4.4.5. Принцип «сукцессионного очищения», или стабилизации и минимизации видового состава климакса*:** разнообразие стремится к пику на ранних или средних фазах сукцессии, а затем снижается в климаксе.

Точно по модели адаптивности – разнообразная и мелкая кризисная периферия эволюционирует в сбалансированное по количеству-качеству ядро, которое обладает наибольшей адаптивной устойчивостью – см. таблицу в разделе 3.4.

Этот и ряд других пунктов в данном разделе имеют отношение к теории адаптивной устойчивости, представленной в теоретической главе, являясь подтверждениями ее справедливости в том или ином аспекте. На самом деле это не просто констатация, а весьма важный для практики результат. Дело в том, что именно в биологических науках сегодня наиболее продвинуто понимание связи устойчивости большой системы с ее разнообразием. И то, что теория адаптивной устойчивости в основных своих аспектах находит подтверждение в эмпирических правилах и законах биологии, свидетельствует о полной ее работоспособности. Наиболее важным является то, что теория основана на предельно общих, системных предпосылках и описывает не только биологические системы (как частный случай), но и любые другие, в которых наличествует обмен веществом-энергией. Подтверждение справедливости теории на множестве биологических систем дает все основания для ее плодотворного использования при описании систем социально-экономических – вплоть до расчетов по имеющимся формулам и получения количественных оценок разнообразия-устойчивости.

4.5. Фазовый переход и управление

***4.5.1. Принцип Ле Шателье — Брауна*:** при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

Один из наиболее фундаментальных общенаучных принципов. Про компенсацию внешних возмущений вывод общеизвестен - куда интереснее является преломление в интересующем нас ключе фазового перехода от экстенсивной к интенсивной модели развития. Для сложившейся (экстенсивной) экономической системы переход на интенсивную модель является нарушающим воздействием, и она, согласно этому принципу, объективно ему противится. Тем самым недостаточно будет подготовить и запустить механизмы интенсификации, нужно еще затратить дополнительные силы и энергию на перестройку старой системы. *Для успешной реализации любого крупного системного проекта необходимо планировать дополнительный излишек энергии (средств) на мероприятия по демонтажу старой системы*. Этот вывод пересекается с теми, что уже были получены ранее в п. 4.1.1 и 4.2.2, то есть в данном случае, похоже, мы имеем дело с объективной закономерностью, которую необходимо учитывать при изучении условий и планировании преобразований.

Хорошим историческим подтверждением данного правила является успех плана Маршалла для послевоенной Европы – там практически не требовалось средств для «демонтажа» прежней системы, почти до основания разрушенной войной: поэтому все ресурсы шли на созидание и план сработал очень быстро и эффективно. Кстати, этот пример наглядно демонстрирует, что для ряда систем само-разрушение – это не маленькая добавка, а основной поглотитель ресурсов. Недаром выше в разделе 3.3 подчеркивалось, что управление в кризис – самое эффективное, т.к. имеющиеся связи предельно ослаблены и нет нужды тратить на это дополнительную энергию. Может отчасти и по этой причине все качественные скачки в развитии цивилизации предварялись войнами и кризисами...

4.5.2. Закон минимума диссипации (рассеивания) энергии Л. Онсагера, или принцип экономии энергии: при вероятности развития процесса в некотором множестве направлений, допускаемых началами термодинамики, реализуется то, которое обеспечивает минимум диссипации энергии (или минимум роста энтропии).

Это одно из проявлений *принципа наименьшего действия* – также одного из фундаментальных общенаучных принципов. К примеру, в 1990-е система российской экономики «пошла» по самой простой траектории в сторону нефтедобычи – усилий минимум, а экономически жизнеспособных компаний масса, бюджет наполнен, все работает. Да, это было пресловутое «подсаживание на нефтяную иглу», но оно случилось из-за того, что с нее вовремя не «слезли», а в тех условиях ориентация на нефть была наиболее оптимальным решением, позволившим не только выйти из кризиса, но и накопить ресурсы. Поэтому не исключено, что в условиях кризиса вполне можно пустить (экономические) процессы на самотек, и система «сама вывезет» наиболее оптимальным путем. Независимо от этого, при исследовании вариантов возможного саморазвития системы (особенно в кризис) наиболее вероятным, согласно данному принципу, является самый экономный, требующий минимальных ресурсозатрат.

***4.5.3. Правило замещения экологических условий*:** любое условие внешней среды в некоторой степени может замещаться другим; внутренние причины экологических явлений при аналогичном внешнем проявлении могут быть различными.

Например, макроклиматические воздействия могут быть компенсированы биоклиматическими — вечнозеленые виды растут под защитой верхних ярусов растительности, многие виды животных находят микроусловия для существования.

Образно говоря, под «крышей» крупного предприятия (на его продукции, инфраструктуре, энергии и даже отходах) существует масса мелких. Это типичное «замещение» экологических условий – государство лишило малый бизнес непосредственной поддержки – нашли её у менее мощных, но вполне себе зажиточных структур. Не здесь ли – в недрах Газпромовских или Роснефтевских «сопутствующих» предприятий вызревают будущие доминанты интенсивного этапа, та кризисная

периферия, о которой шла речь выше? Это правило покрывает еще одно условие рождения новаций – наличие хорошего ресурсного обеспечения. Дефицит ресурсов не создает, а лишь отбирает удачные новации, а их рождение и вызревание вполне возможно в «сопутствующих» малых формах на ресурсных потоках мощных структур. Тем самым пионеры интенсивного этапа – это, скорее всего, малые формы, которые зреют «на задворках» государственных монополистов или просто богатых структур, где концентрируются ресурсы.

4.5.4. Принцип отклонения условий существования от нормы — чем больше отклонения условий существования от оптимума (нормы) в пределах биотопа, тем беднее видами становится заселяющий его биоценоз и тем относительно больше особей имеет каждый присутствующий вид. Число особей внутри вида и число видов в ценозе обратно пропорциональны. Во всем этом нетрудно убедиться, сравнивая ценозы тундры и тропических лесов.

Данный принцип – следствие из закона константности биомассы: ***M=m*N*R=Const***, где ***M*** – биомасса, ***N*** – число особей, ***R*** – число видов, ***m*** – условная масса особи. Здесь интересна связь этой закономерности с «нормой» внешних условий. Чем больше отклонения от этой нормы (*хуже инвестиционный климат* или просто экономические условия), тем *менее разнообразной* становится экономическая система и тем *больше* в ней появляется *однотипных* хозяйствующих субъектов – по сравнению с такой же системой, находящейся в лучших условиях.

Это один из признаков, по которым можно прогнозировать свойства и состояние системы при ухудшении обычных для нее условий существования.

4.5.5. Правило увеличения видового разнообразия по мере продвижения с севера на юг, или правило Уоллеса. Оно касается как видов, так и составляемых ими сообществ: в тропиках значительно больше абсолютное число видов, чем на Севере, и в составе южных сообществ их также намного больше.

Подтверждение предыдущего принципа – в «плохих» экономических условиях разнообразие систем всегда ниже, чем в «хороших». Отсюда следует и вывод, что разнообразие не возникает на (ресурсной) периферии экономики, там, где плохие условия, т.е. «пионеры нового» придут не из «провинции», а скорее всего, как и отмечено в п. 4.5.4, вырастут на «сопутствующих» ресурсных потоках условных «Газпромов», «Роснефтей» и прочих мощных структур. Новое рождается и доживает до подросткового возраста (когда уже просматривается потенциал) в условиях относительной сытости, а в условиях жесткого дефицита идет отбор на жизнеспособность. Поэтому искать «ростки нового» следует скорее всего среди (непрофильных) предприятий, находящихся на ресурсных «задворках» госмонополий или богатых частных структур.

4.5.6. Правило (принцип) экологического дублирования: исчезающий или уничтожаемый вид живого в рамках одного уровня экологической пирамиды заменяет другой, функционально-ценотически аналогичный, по схеме: мелкий сменяет крупного, эволюционно ниже организованный более высокоорганизованного, более генетически лабильный и мутабельный менее генетически изменчивого. Поскольку экологическая ниша в биоценозе не может пустовать, экологическое дублирование происходит обязательно.

Это важное правило, поскольку оно относится к *критическим ситуациям* («исчезающий или уничтожаемый вид...») и дает признаки того «нового», которое естественным путем попытается заполнить нишу «старого», которое «выбивается» из системы искусственно или исчезает вследствие неблагоприятных условий. В ходе подобных неблагоприятных изменений: мелкий сменяет крупного, ниже организованный более высокоорганизованного, более лабильный и мутабельный менее изменчивого. В

результате на месте прежней системы мы получаем функциональный аналог, который *мельче, ниже организованный* и *более изменчивый*.

Показательной иллюстрацией данного правила может служить, например, судьба (прежде советской) розничной торговли после кризиса 1991 года – повсеместно пустели, перепрофилировались (в провинции просто забрасывались) крупные универмаги, а их место занимали старушки на ящиках и мелкие будки-киоски, которые и составили основу розничной торговли тех времен.

***4.5.7. Принцип «за битого двух небитых дают»*:** Как правило, быстро развивающиеся (кратковременно-производные), сравнительно недавно нарушенные экосистемы оказываются надежнее климаксовых из-за повышенной устойчивости к внешним воздействиям.

Универсальный принцип, имеющий отношение к широкому кругу систем. В нарушенных системах после воздействий появились новые элементы и, в то же время, сохранилась «сукцессионная память» предыдущих стадий вместе с элементами характерными для климакса, т.е. они стали более разнообразными, чем были ранее. Сравнительная недавность (и надо добавить – невысокая степень) нарушения сохранила основной аттрактор, предшествующую сукцессионную стадию, к которой ускоренными темпами и стремится «тренированная» система, восстанавливая прежнее состояние. Однако, в силу относительно большего разнообразия, она стала более устойчивой к действию внешних факторов. Небольшие *нарушения – это аналог вакцинации*, после них система становится разнообразнее и адаптивно устойчивей.

***4.5.8. Закон необратимости взаимодействия человек — биосфера*:** возобновимые природные ресурсы делаются невозобновимыми в случае глубокого изменения среды, значительной переэксплуатации, доходящей до поголовного уничтожения или крайнего истощения, а потому превышения возможностей их восстановления.

Полезная управленческая аналогия с экономикой – поступления в бюджет становятся невозобновимыми в случае «глубокого изменения среды», т.е. если «пережать» с налоговой, административной и прочими «нагрузками». Потенциальные доходы уйдут в тень. Всему своя мера.

4.5.9. Принцип (правило) разнообразия условий биотопа — чем разнообразнее условия жизни в рамках биотопа, тем больше число видов в заселяющем его биоценозе.

Принцип связывает собственное разнообразие системы с разнообразием «условий среды», в которой она существует. Правило это, очевидно, системное, поэтому если стоит цель сформировать что-то разнообразное, нужно создавать ему разнообразные условия существования. Т.е. наиболее эффективная *диверсификация – это не создание каких-то новых структур* на монотонной среде, а *формирование разнообразных средовых условий*, на которых эти структуры, скорее всего, прорастут и сами. В социально-экономических системах разнообразие среды – это правовая база всех уровней, особые экономические зоны (наиболее эффективно сработали в Китае), разнообразие базовых ресурсов (типов топлива для энергоснабжения), вариативность налогообложения и т.д.

По смыслу задачи фазового перехода это один из ключевых вопросов для построения новых отношений с точки зрения устройства общественно-экономической жизни. Государство, экономическая практика, местное самоуправление и общественная жизнь рано или позже сформируют желаемые (перспективные) *условия* и для будущей интенсивной модели, и просто для повышения устойчивости экономики. По сути, эти условия и есть те самые *отношения* (зоны с особой правовой базой, различия в налогообложении, региональные и отраслевые институты ведения бизнеса, местные традиции и деловая этика и т.д.), на которых будет вырастать реальный новый бизнес и

новый потребитель результатов его работы. Разнообразие условий (отношений) – пусть вырастают все цветы – предпосылки к тому, чтобы на них «сами собой» проросли новые структуры. *Создавать надо не бизнес-структуры, а условия для их появления* (отношения + законы композиции) – главное следствие из данного правила.

4.5.10. Правило «мягкого» управления природой: Как дипломатические переговоры желательней войны, так и «мягкое» управление природными процессами, системное направление их в необходимое русло с учетом законов природы, в конечном итоге эффективнее грубых техногенных вмешательств. Такое управление построено на *инициации полезных природных цепных реакций*, в том числе процессов восстановления, возобновления ресурсов. Так построены биологизированные методы ведения «органического» сельского хозяйства, наиболее прогрессивные методы ведения лесного хозяйства и т. д. На этом же принципе «мягкого» управления была основана широкая мелиорация, проводившаяся в прошлом веке генералом И. И. Жилинским в Белоруссии и в Сибири. Та же идея заложена в основе культивации полезащитных лесных полос, в докучаевской системе земледелия.

Вот он настоящий *системный* подход к управлению – *знание и использование нелинейных механизмов*: создаем «ядра кристаллизации», а все остальное система «делает сама». Понятно, что относится это не только к природопользованию, но и ко всем остальным сферам деятельности цивилизации. Порой простейшее «лобовое» решение, которым достигается быстрый эффект, чревато такими отдаленными последствиями, что лучше бы это решение не принималось…

«Мягкое управление» во всех сферах – это идеал управления, идеал развития, идеал жизни, к которому необходимо стремиться. Одна из форм этого вида управления – это представленный выше в п. 4.5.9 принцип формирования не самой системы (жесткое управление), а *условий* для ее развития (мягкое), в которых система сформируется «сама» наиболее оптимальным и эффективным образом.

***4.5.11. Законы Б. Коммонера*:**

1) Все связано со всем
2) Все должно куда-то деваться
3) Природа «знает» лучше
4) Ничто не дается даром.

Комментировать эти четыре блестящих афоризма нет смысла – это глубокие по смыслу общенаучные обобщения, относящиеся к широчайшему множеству объектов и явлений. Достаточно просто иметь их в виду – и они обязательно проявятся то в одном, то в другом, то в третьем контексте.

5. Кризис и посткризисное будущее

Рассмотренные в предыдущих четырех главах материалы позволяют не только взглянуть на происходящие сегодня процессы с теоретической точки зрения и понять роль и место происходящих событий в эволюционной картине мира, они дают достаточно научных оснований для более детального описания идущих процессов, практического выявления их индикаторов, прогнозирования и разработки стратегий развития. Этому и будет посвящена данная глава, в которой все описанные выше теоретические закономерности, эмпирические правила и следующие из них выводы будут применены для поиска решений практических задач, наиболее актуальных не только в переходный кризисный период, но и на более отдаленную перспективу. Безусловно здесь не будет конкретных рекомендаций «сделать то-то в такой-то отрасли» – без конкретной информации такие рекомендации невозможны, но уровень обобщения будет вполне достаточным для понимания сути явления и его главных особенностей, что откроет возможности дальнейшей практической детализации.

5.1. Механизмы и причины кризиса, модель новых отношений

5.1.1. Фазовый переход – реальность. Итак, системная модель развития, изложенная в разделе 1.1, из которой следует необходимость перехода цивилизации от экстенсивной к интенсивной модели развития, во второй главе получила убедительные теоретические и практические подтверждения. Примечательно, что А.Д. Пановым дальнейшая после фазового перехода («за точкой сингулярности») перспектива человечества однозначно формулируется как *интенсивная*, а суть трансформации – как *переход от экстенсивного к интенсивному* пути развития, что однозначно свидетельствует о том, что теоретическая модель адекватна, а сам фазовый переход – реальность.

Важно и то, что переход – это не просто реальность, а наша *текущая реальность*! Напомним, что по результатам двух различных исследований получены даты начала-конца второй, финальной, фазы демографического перехода (2005–2050 гг), а также фазы «сингулярности» (2015– 2030 гг). Столь разительное совпадение результатов, полученных принципиально различными способами, позволяет утверждать, что сегодня мы действительно находимся в начале (2005–2015) кризисного этапа в развитии цивилизации, который будет длиться не столь уж и долго (до 2030–2050). В исторических масштабах несколько десятилетий – меньше срока жизни одного поколения, однако плотность событий в эти сроки будет чрезвычайно высока. Достаточно вспомнить, что и по модели Капицы, и по современным демографическим моделям (см. раздел 2.4) численность населения планеты за эти годы может *удвоиться* и произойдет великое множество других событий, о которых мы можем только догадываться.

Переход – это кризис, *глобальный слом*, в ходе которого кардинально меняются *принципы развития человеческой цивилизации* и ее взаимоотношений с прочими биогеосферными элементами. Многие закономерности, законы, догмы, казавшиеся незыблемыми в течение всей (экстенсивной) истории человечества, перестают адекватно отражать действительность и должны быть заменены на новые, свойственные интенсивному этапу. Формируется новый мир и, если представлять хотя бы в общих чертах новые признаки, принципы и механизмы его функционирования, то можно с минимальными издержками пережить кризис слома и неизбежные «болезни роста».

5.1.2. Причины возникновения кризиса – фазового перехода. Для того, чтобы понять суть явления и осознанно производить поиск его признаков и свойств, крайне

желательно знать причину его возникновения. Причина – ключ к исследованию любого явления, поэтому попытаемся из того, что нам известно, определить хотя бы в общих чертах причину перехода от экстенсивной к интенсивной модели развития и сопутствующего этому переходу кризиса.

Прежде всего отметим, что, по теоретической модели (формула 1.3), причиной перехода может являться исчерпание доступных ресурсов, после чего развитие возможно только через рост эффективности их использования. Однако из модели не следует, что переход должен происходить только после того, как ресурсы будут исчерпаны, более того, автор демографической модели С.П. Капица особо обращает внимание, что в странах Европы демографический переход реализовался при избытке ресурсов. Тем самым дефицит ресурсов – не причина фазового перехода. Поищем ее в рассмотренных выше работах, цитаты из которых приводятся далее.

Д. Кэлхаун: *«...перенаселенность (максимум которой в модели не достигался) в данном случае не первопричина, а ключевой фактор - частота визуальных и, несомненно, запаховых контактов. А наблюдаемое подпороговое,* ***упреждающее*** *снижение численности – это выработанный эволюцией поведенческий* ***механизм, предотвращающий чрезмерную плотность популяции****, чреватую истощением ресурсов».*

Отсюда следует вполне справедливая аналогия, что и в развитии цивилизации фазовый переход с экстенсивной на интенсивную модель носит *упреждающий* характер – это *системная преадаптация, предотвращающая полное исчерпание ресурсов* и последующую глобальную катастрофу. Вспомним знаменитое (4.5.11) «Природа знает лучше»... Почему это происходит?

А.Д. Панов: *«На этапе эволюции цивилизации одним из важнейших механизмов адаптации оказывается совершенствование* ***культурных регуляторов****, которые противостоят росту разрушительной силы* ***новых технологий****. Те подсистемы цивилизации, которые не в состоянии ответить на техногенные кризисы выработкой адекватных культурных регуляторов, выбывают из эволюции, выжившие же подсистемы обладают более совершенными культурными регуляторами».*

Иными словами, уровень технологии должен ограничиваться некими «культурными регуляторами», т.е. предполагается их некий баланс и причиной кризиса является нарушение этого баланса, отставание развития регуляторов от регулируемых систем.

С.П. Капица: *«Практически с появления Homo Sapiens* ***времени на эволюцию уже нет****, и можно сказать, что демографический переход происходит из-за* ***несоответствия биологического потенциала*** *человека и демографического императива* ***социального развития****».*

...«Иными словами, ***традиция не успевает за взрывной революцией демографической системы****».*

...«Быть может это происходит из-за того, что ***традиционная культура не поспевает за прогрессом*** *и разрыв обязан стремительному развитию современного мира, отражая уже в образах искусства стресс переходного периода.* ***Темп развития материальной цивилизации опережает развитие культуры****, подобно тому как в информатике программное обеспечение - software - отстает от hardware – железа».*

И в данном случае во всех трех цитатах мы видим констатацию того, что причиной кризиса является то, что некие регуляторы (социальное развитие, традиция, культура) отстают в развитии от регулируемых объектов (биологический потенциал, демографическая система, материальная цивилизация). Это уже похоже на закономерность, которую лучше рассматривать с теоретико-системной точки зрения, что и будет сделано далее, а пока сформулируем предварительные выводы.

Кризис перехода цивилизации с экстенсивной на интенсивную модель является системной *преадаптацией*, которая носит *упреждающий* характер и *предотвращает*

полное исчерпание ресурсов с последующей глобальной катастрофой. Возможным механизмом запуска этой преадаптации является *отставание* уровня развития *регулирующих* систем от *регулируемых*, которые в норме должны быть сбалансированы.

5.1.3. Механизмы возникновения кризиса. Рассмотрим теперь выявленную закономерность с точки зрения ОТСУ, для чего представим анализируемый объект (современную цивилизацию) как объект-систему и рассмотрим взаимоотношения между основными системными атрибутами. Как показано в разделе 3.1, всякая система может быть описана тремя системообразующими атрибутами:

$\{m\}$ - множества элементов, составляющих систему;

$\{r\}$ - отношений между этими элементами;

$\{z\}$ - правил (законов композиции), определяющих эти отношения.

В качестве примера была рассмотрена *экономическая* система, первичными элементами $\{m\}$ которой являются субъекты хозяйствования, связанные между собой товарными, денежными, информационными отношениями (потоками) $\{r\}$, которые ограничиваются известными законами $\{z\}$ - спроса, стоимости, административного и уголовного права и т.д. Цивилизация – понятие более широкое, чем экономика, но смысл описания системы из данного примера ясен, поэтому не будем придумывать лишние иллюстрации, а сразу обратимся к интерпретации рассмотренных выше примеров. Итак, первичными элементами $\{m\}$ цивилизации по очень наглядному образу Капицы, очевидно, является «железо» (в примерах – технологии, материальная цивилизация), а регулирующий его «софт» (социум, традиции, культура) – это и есть отношения $\{r\}$, а точнее – определяющие их законы композиции $\{z\}$.

Примем за начало интересующих нас событий не однажды отмечавшийся выше рубеж 1960-70-х годов и рассмотрим что изменилось с того времени, а что осталось прежним. Эволюция элементов $\{m\}$ цивилизации (технологий) была фантастической – за эти годы человечество вышло в космос, спутниковое TV стало обычным делом, произошло зарождение и взрывной рост сначала компьютеров, а затем Интернета, который связал каждого со всем миром, сделав его единой информационной сущностью, а мобильные телефоны дали всему этому практически не ограниченную свободу. Вычислительные возможности стали безграничны, а коммуникационные охватили всю планету – налицо кардинальный качественный скачок технологий, без преувеличения цивилизационного масштаба.

Всякий новый элемент, появляясь в системе, несет с собой и новые, специфические для него отношения – если отношения элемента с системой отсутствуют, то она его просто не замечает (т.е. он не принадлежит системе). Перечисленные новации, безусловно, дали миру множество *новых, доселе не виданных отношений* – он-лайновые телеконференции, электронные платежи и удаленная работа на дому – лишь малая их толика. В цивилизации реально зародился и начал бурное развитие новый тип отношений – *сетевой* – «всех со всеми» по терминологии С.П. Капицы, который он рассматривает как один из факторов демографического перехода (являющегося одним из этапов общецивилизационного). В общем виде отношения $\{r\}$ – сущность абстрактная, они обязательно реализуются в виде потоков (товарных, энергетических...), связей (между объектами), а конкретнее – условий, правил, законов взаимоотношения между ними $\{z\}$, ***в том числе*** непосредственно законодательства – международного, национального, экономического, политического, гуманитарного и т.д.

Изменились ли за рассматриваемый период в мировой системе эти самые «регуляторы» $\{z\}$ с появлением мощного пласта принципиально новых отношений? Возникли ли адекватные по масштабу изменения в системе регуляторов – правил, законов, принципов, договоров и т.д.? Ответ однозначен – нет. Никаких сравнимых по масштабу, да и просто существенных изменений система регуляторов современной цивилизации за этот период не претерпела. В геополитике осталась практически неизменной

послевоенная система Потсдамских соглашений и принципов ООН, в экономической продолжает доминировать ФРС и доллар как основная мировая валюта (введение евро не изменило диспозиции), не было заметно революций ни в научной, ни в культурной, ни в какой другой сфере человеческой деятельности. Никто не сможет привести ни одного примера радикальных изменений в сфере мирового регулирования (экономики, права и т.д.), равных по масштабу полету в космос, созданию компьютера, изобретению Интернета – но ведь эти события реально произошли, породили огромный пласт новых отношений, которые неизбежно должны изменить мировую систему «регуляторов» $\{z\}$. Но этих изменений сегодня нет – в этом и состоит главная причина возникшего кризисного противоречия, того самого «отставания регуляторов», о котором писал С.П. Капица.

Итак, главная причина возникновения текущего кризиса – это порождение *RZ-противоречия*, при котором возникшие в системе *новые отношения* $\{r\}$ *- не соответствуют старым законам композиции* $\{z\}$, которые остались прежними и не соответствуют изменившимся реалиям. Подобного рода противоречия в истории известны, и в качестве иллюстрации можно привести не столь давний пример экономики бывшего СССР начала 90-х годов. К этому моменту в результате «перестройки» в стране возникли, выросли и укрепились почти полноценные рыночные отношения $\{r\}$ в форме пресловутых НТТМ, посредников-снабженцев, кооперативов, индивидуалов и т.д., они сформировали костяк новых экономических отношений, но система управления $\{z\}$ осталась той же самой административно-командной, что и была все эти десятилетия. О том, к чему привело это *RZ*-противоречие известно, поэтому и в нашем случае мировую систему регуляторов ожидает серьезный кризис.

Для скептиков следует отметить, что в СССР были приняты законы и «о кооперации», и «об индивидуальной трудовой деятельности», но они никак не изменили ситуацию, поскольку были своего рода «заплатками» на жестком управляющем ядре системы, которое осталось неизменным и было, в принципе, не адаптируемо к новым отношениям. Точно так же «регулируются» и вновь возникающие глобальные отношения: «увидели проблему – решили ее законодательно», что в принципе является теми же самыми «заплатками», лечением следствий, а не причин. С развитием космической техники возник договор о противоракетной обороне, с появлением электронных платежей – система SWIFT, с появлением хакеров – новые статьи в уголовный кодекс и т.д., но все эти новации имеют целью *адаптировать новые отношения к имеющейся системе регуляторов*, а отнюдь не изменить ее под новые назревшие отношения. В этом основная причина кризисных противоречий.

Вывод. С появлением новых (по своей сути революционных) космических, компьютерных, интернет-технологий в мировой цивилизации появился огромный пласт новых отношений, требующих адекватных изменений в системе регулирования (управления). Но необходимость этих изменений не осознается, а новые отношения пытаются адаптировать к старой системе управления, что порождает *RZ*-противоречия, которые и являются источником масштабного кризиса.

5.1.4. Модель новой системы отношений. Сформулированные выше выводы ставят естественный вопрос о том, какими должны быть те гипотетические регулирующие (управляющие) механизмы, чтобы соответствовать изменившимся отношениям. Это коренной вопрос, так как от его решения зависит стабильность (либо нестабильность) будущего состояния цивилизации, поэтому попытаемся найти на него хотя бы приблизительный ответ. Необходимо сразу подчеркнуть, что конкретных ответов на вопросы о том, какими должны быть новые регуляторы сформулировать невозможно – это безумно сложная задача, охватывающая практически все системы управления на планете, поэтому ограничимся лишь общими представлениями о *новых отношениях*, которые помогут понять суть и наметить направления решения этих проблем.

Завершающаяся экстенсивная эпоха может быть с полным правом названа «вещественно-энергетической» – на всем ее протяжении безусловно действовал Закон сохранения вещества-энергии, благодаря которому любое *управление было линейным*, к примеру общая энергия какой-то системы из $\boldsymbol{n}$ элементов с энергией $\boldsymbol{E_o}$ без труда определялась простым суммированием:

$$E_n = \Sigma E_o\, n \qquad (5.1)$$

Это позволяло легко подсчитать необходимые тонны сырья, суммы денег, число солдат, запас, расход, баланс, прибыль и еще миллионы показателей, потребных для управления. Элементы системы (тонны, солдаты, рубли) *не зависят* друг от друга и *аддитивны* – это основной принцип, на котором построено управление в экстенсивную эпоху.

Однако, еще до появления компьютеров стало понятно, что основой развития человечества является информация (коллективный опыт), а с их появлением и развитием Интернета стало очевидно, что мы реально вступили в информационную эпоху, когда *информация* – это не только знания, это *потенциальная энергия* (см. 4.1.5), которая может использоваться на совершение полезной работы и обладает своими особенностями. Последние хорошо иллюстрируются известным афоризмом Бернарда Шоу: «*Если у вас есть яблоко и у меня есть яблоко, и если мы обмениваемся этими яблоками, то у вас и у меня остается по одному яблоку. А если у вас есть идея и у меня есть идея и мы обмениваемся идеями, то у каждого из нас будет по две идеи*». То есть *информация* и та *потенциальная энергия*, которая за ней стоит, не подчиняется законам сохранения, она не сохраняется, а *умножается* в процессе передачи. Это делает (обменивающиеся) *элементы* системы *зависимыми* друг от друга, а конечный результат – *неаддитивным*, т.е. происходящие при этом процессы принципиально *нелинейны*.

Таковы основные признаки новой – *сетевой* – организации отношений, зарождающейся в современном мире, рассмотрим их модель. В предположении связи «всех со всеми», общее число прямых и обратных связей между $\boldsymbol{n}$ элементами будет равно

$$m = n(n-1) \approx n^2 \qquad (5.2)$$

Здесь уместно будет вспомнить С.П. Капицу : «... *коллективный опыт* служит основой роста, обязанного информационному взаимодействию всех людей на планете и математически выраженного в виде *зависимости от квадрата численности* всего населения Земли. Такая зависимость возникает потому, что при обмене и распространении информации происходит *умножение числа ее носителей* в результате разветвленной *цепной реакции*». Теперь ясен смысл именно квадратичной (а не иной) зависимости, а тема численности населения позволяет дать интересную сравнительную иллюстрацию.

Современная численность населения планеты составляет 7 млрд человек и к концу демографического перехода, как выяснилось выше в разделе 2.4, практически удвоится до 10-12 млрд, то есть возрастет на величину порядка 5 млрд чел. В экстенсивном (линейном) приближении сложность управления аддитивна и возрастет на величину $\boldsymbol{m = \Sigma n = 5 \cdot 10^9}$. А реально, с учетом глобальных информационных взаимодействий (по сетевой модели), число связей в системе составит $\boldsymbol{m = n^2 = (5 \cdot 10^9)^2 = 2.5 \cdot 10^{19}}$. Отношение между этими величинами составляет 10 порядков! Именно во столько раз будет сложнее управлять системой с новым типом отношений – цифра в 10 000 000 000 весьма показательна, вот почему старая система управления объективно обречена на кризис, она просто не справится с такой сложностью.

Если же вспомнить, что информация – помимо прочего, еще и *потенциальная энергия,* то можно утверждать, что к концу периода примерно в том же масштабе

возрастут и *созидательные возможности* человечества. Здесь уместно будет напомнить, что пока в качестве послевоенных репараций СССР вывозил из Германии «железо» – машины, станки, оборудование, целые заводы, союзники взяли себе патенты, а также лучших ученых и инженеров. То есть уже тогда осознавалась ценность информации как потенциальной энергии, а в нынешних условиях она становится доминирующей. Понятно, что приведенные цифры достаточно приблизительны, но при всей условности модели, речь все равно идет о разнице, выражающейся многими порядками.

Теперь от количественных прикидок перейдем ближе к свойствам модели и рассмотрим ее вещественно-энергетический аспект. Очевидно, что для всякой материальной системы, состоящей из элементов $\boldsymbol{n}$ и отношений (связей) между ними $\boldsymbol{m}$ общий вещественно-энергетический потенциал определяется суммой энергии всех элементов и энергии всех связей: $\boldsymbol{E = E_n + E_c}$. Первое слагаемое $\boldsymbol{E_n}$ – это, по сути, формула (5.1) для экстенсивных систем, а второе – та добавка, которая обеспечивается энергией связей, число которых определяется по формуле (5.2). Для систем интенсивного типа первое слагаемое (энергия элементов) будет присутствовать всегда – оно унаследовано с экстенсивного этапа и является общим для двух типов систем. Поэтому, не искажая смысла, его можно оставить за скобками и далее рассматривать только второе слагаемое $\boldsymbol{E_c}$, т.е. энергию связей в чистом виде.

Основной характеристикой *интенсивного* этапа развития является *эффективность*, поэтому исследуем не валовую энергию связей $\boldsymbol{E_c}$, а показатель *энергии одной связи* $\boldsymbol{E_c/m}$, которая является непосредственным индикатором эффективности. Система, которая в одном и том же числе связей смогла связать больше энергии, без сомнения может считаться более эффективной, поэтому показатель энергии одной связи без всяких натяжек является искомым индикатором. Исходя из этого, эффективность системы можно связать с числом элементов через следующее соотношение:

$$\boldsymbol{f = E_c/m = E_c/n^2} \qquad (5.3)$$

Из этой формулы следует, что эффективность системы прямо пропорциональна связанной энергии и обратно пропорциональна общему числу элементов. Если построить распределение энергии для разных $\boldsymbol{n}$ (систем разного размера), то можно увидеть, что эта зависимость носит нелинейный характер и имеет вид так называемого *краевого* распределения (Рис. 8). Полученный результат интересен тем, что аналогичный вид имеют известные распределения Лотки (число научных работников от количества публикаций), Парето (распределение граждан и предприятий по величине дохода), Саймона (распределение городов по численности населения), Ципфа (встречаемость слов в языке). Этому же закону следует распределение вкладчиков сберкасс по величине вкладов, филателистов по размерам и стоимости коллекций, стран по числу издаваемых журналов и т.д. [13]. Обширный эмпирический материал свидетельствует о том, что практически всем областям человеческой деятельности сопутствует степенное распределение вида

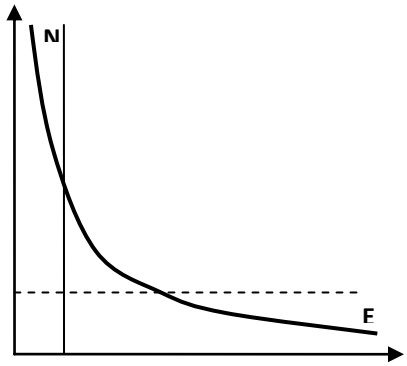

Рис. 8. Краевое распределение

$$\boldsymbol{f(x) = a\, x^{-m}}\,, \qquad (5.4)$$

где $\boldsymbol{m}$ для многочисленных эмпирических данных близко к 2. Это связывается с характеристиками эффективности систем и, прежде всего – с влиянием количества накопленного ресурса на скорость его извлечения из среды, или, в терминах кибернетики

– с наличием *положительной обратной связи*. Положительная обратная связь – это механизм реализации «лавинообразных» процессов или «цепных реакций», широко упоминавшихся в модели С.П. Капицы. Это свидетельствует о том, что *модель эффективности*, построенная для *интенсивного* этапа развития на основе *сетевой* организации системы, не только *соответствует* существующим (кибернетическим и прочим) теоретическим представлениям, но и *подтверждается* множеством эмпирических фактов (именные распределения) в различных сферах деятельности. То есть это не отвлеченная умозрительная модель, а реальный аналитический инструмент.

Следует особенно отметить, что краевой вид распределения также рассматривается как «естественный» в процессах эволюции *техноценозов* (рукотворных технических систем) в рамках одного из направлений системных наук о развитии – *технетики*, развиваемой нашим соотечественником Б.И. Кудриным [14] . На огромном статистическим материале о принципиально разных технических системах автору удалось показать сходство в процессах развития и организации сложных технических и биологических систем, по сути – сходство функционирования *техноценозов* и *биоценозов*. Это: а) очевидный пример *системного сходства* (раздел 3.1), демонстрирующий реальное проявление этого принципа; б) подтверждение теоретических оснований общей модели развития (формула 1.3); а также в) очередной практический пример реализации краевого распределения в интересующих нас технологических системах. Думается, что и часть результатов, полученных как из теоретической модели, так и из эмпирических закономерностей, вполне могут быть ответно ассимилированы технетикой.

Поскольку модель (формула 5.3) описывает *естественное распределение эффективности использования ресурса* (не обязательно энергии) для систем интенсивного типа, ее можно с успехом использовать для диагностики состояния различных систем. Для этого достаточно построить распределение какого-либо признака, характеризующего эффективность, и если вид распределения окажется краевым, то систему можно отнести к интенсивному типу – простой, но эффективный диагностический и мониторинговый инструмент.

При практическом применении как этого метода, так и модели в целом, стоит, однако, учитывать, что на *интенсивном* этапе развития, лишь в самом начале которого мы сегодня находимся, использованная в модели *сетевая* организация отношений также находится в зачаточном, еще не развитом состоянии. В полной мере она будет реализована лишь на следующем, *экологическом* (информационном, ноосферном) этапе развития, а *интенсивный* этап в этом отношении можно рассматривать как *переходный*. Поэтому как анализ распределений, так и модель отношений сегодня могут для одних систем работать лучше, а для других хуже. Это надо учитывать, хотя приведенные выше практические примеры демонстрируют, что в ряде сфер (информационной, социальной) новые отношения уже достаточно сформированы, чтобы проявляться как устойчивые закономерности.

5.2. Предвидимое будущее – процессы, признаки, индикаторы

Рассмотренных выше теоретических представлений и моделей, аналогий и обобщений вполне достаточно, чтобы составить представление о текущей ситуации, понять ее корни и истоки, а также очертить общие контуры того эволюционного кризиса, в который мы входим, и того будущего, что ждет нас за кризисом. Попытаемся обобщить все сказанное в виде коротких классифицированных по темам тезисов, дающих общие представления об объектах, процессах, признаках. Это будет полезно не столько с познавательной точки зрения, сколько для целей управления, как некоторая «сводка правил», содержащая своего рода «руководство к действию», обоснование которого представлено в материалах выше.

5.2.1. Какое управление успешно в кризис. Управление – это не столько искусство, сколько наука, поэтому существенно повысить успешность и результативность принимаемых решений, особенно в кризисный период, поможет использование следующих правил:

1. Правило «мягкого управления» (см. 4.5.10) – системное *направление* процессов в необходимое русло с *учетом общих законов развития*. Это подлинно системный и наиболее эффективный механизм управления.

2. В рамках этого правила – наиболее эффективная диверсификация (см. 4.5.9) – это не создание каких-то новых структур в монотонной среде, а формирование *разнообразных средовых условий*, на которых эти структуры, скорее всего, прорастут и сами.

3. Всему своя мера (см. 4.5.8) – полезный эффект становится невозобновимым в случае «глубокого изменения среды», т.е. если «пережать» с регуляторами (налоговой, административной и прочими «нагрузками»).

4. Небольшие и кратковременные нарушения – это аналог вакцинации, после них система становится разнообразнее и повышает адаптивную устойчивость (см. 4.5.7).

5. Планируя изменения системы абсолютно *недостаточно* будет прикинуть энерго- или ресурсо- затраты на *создание* новой, желаемой структуры. Гораздо больше ресурсов может потребовать *перестройка* (слом) старой структуры (см. 4.2.1, 4.2.2, 4.5.1).

6. По приведенной выше причине наиболее эффективным является управление в *кризис*, т.к. прежние связи в системе максимально ослаблены и не надо тратить энергию на их разрушение.

7. По принципу наименьшего действия (см. 4.5.2) – из нескольких возможных альтернатив само-реализуется наиболее экономная (которая обеспечивает минимум диссипации энергии или минимум роста энтропии). Не исключено, что в условиях кризиса, если цели управляющих совпадают с эволюционно обусловленными целями, вполне можно пустить процессы на самотек и система «сама вывезет» наиболее оптимальным путем.

8. И, безусловно, полезно помнить и учитывать законы Б. Коммонера: 1) Все связано со всем; 2) Все должно куда-то деваться; 3) Природа «знает» лучше; 4) Ничто не дается даром.

5.2.2. Главные процессы. В ходе текущего кризиса перехода от экстенсивной к интенсивной модели развития цивилизации в самом общем виде будут происходить следующие макропроцессы:

1. Постоянное и неуклонное снижение доли экстенсивных, ресурсоемких технологий вплоть до их полной замены на интенсивные.

2. Постепенное вымывание экстенсивной парадигмы из основных сфер жизни цивилизации, оттеснение структур и укладов, имеющих в своей основе экстенсивные принципы, на периферию развития.

3. Полная смена парадигмы ценности природного, ресурсного богатства на парадигму ценности человеческого капитала. Смена приоритетов управления с эксплуатации природных ресурсов на развитие человеческого (интеллектуального, образовательного, физического) капитала. Сохранение природно-ресурсных приоритетов экономики замораживает страну на экстенсивном этапе, формирование и приоритетности человеческого капитала продвигает по интенсивному пути. Это не отрицает роли природных богатств страны, а просто отодвигает с главного приоритета на второстепенный

4. Снижение роли, силы, влияния *иерархических* систем управления из-за постоянного снижения их эффективности.

5. Становление и развитие новых, *сетевых* форм организации, зародившихся в Интернете, их ассимиляция во всех сферах жизни, формирование новой, гибридной, иерархо-неиерархической системы отношений.

6. Размывание существующих вертикально интегрированных организационных структур (в государствах и межгосударственных отношениях, в бизнесе, в системе международных НПО), глобальные тенденции к объединению тех же государств, компаний, общественных организаций на разных принципах, не связанных с подчиненностью головным центрам.

7. Широчайшее внедрение новых – эффективных, энерго-ресурсо-сберегающих технологий вплоть до полной замены прежних экстенсивных.

8. Вызревание и формирование новой культуры отношений, мышления, управления, критериев, основанных на парадигме эффективности.

5.2.3. Факторы, препятствующие развитию. Если по «мягкой» (системной) модели управления действие в русле общих законов ускоряет и облегчает решение задач, то любые действия против этого вектора – безусловно, тормозят. Поэтому в условиях перехода цивилизации на интенсивные рельсы, действия по консервации или целенаправленному возврату к экстенсивной модели развития не приведут к успеху – они будут затратными и только затормозят развитие. Исходя из основных признаков, примерный список таких факторов следующий.

1. Дальнейшее развитие, разработка, внедрение новых экстенсивных технологий производства.

2. Расширение эксплуатации природных ресурсов без радикального повышения эффективности технологий.

3. Любая форма физической экспансии – ресурсной, территориальной, военной и т.д.

4. Любая форма информационной экспансии – навязывание мировоззрения, пропаганда, информационная война и т.д.

5. Развитие вооружений как средств уничтожения человеческого капитала и бесполезной траты средств. Военные технологии уже не передовые, а вторичные, они не потянут за собой остальное производство.

6. Консервация или укрепление любых форм иерархической, вертикальной системы управления.

7. Консервация существующей системы регуляторов (законодательства, правоприменения и т.д.).

8. В общем виде – чем более жестко организована система, тем больше ресурсов, энергии, времени уйдет на переход к новой модели (см. 4.2.6).

9. Попытки реализации концепций «одополярной», «биполярной» и прочей «центричной» организации отношений во всех сферах жизни, в т.ч. в политике (правящий класс, оппозиция и т.д.).

10. Препятствование свободному развитию новых сетевых отношений и ограничения индивидуальных свобод человека.

11. Разрыв отношений с окружающими системами (странами, блоками, корпорациями...), изоляция, замкнутость.

12. Культ личного обогащения, размер накопленного богатства как критерий успешности, а не признак дурновкусия.

13. В экстремальном случае, когда система «упорствует» по многим перечисленным параметрам, возможна нехватка ресурсов на противодействие вектору эволюции и последующий распад системы, в результате которого на месте основных подсистем возникнут функциональные аналоги, которые будут мельче, менее организованны и более изменчивы (см. 4.5.6).

5.2.4. Процессы, которые будут происходить в кризис. Основные процессы, которые будут происходить в ходе начинающегося кризиса, их признаки, особенности, индикаторы, а также направления действий.

1. Сегодня мы находимся в начале (2005-2015) кризисного этапа в развитии цивилизации, который будет длиться не столь уж и долго – примерно до 2030-2050 г.

2. Текущий кризис – это не обычный эволюционный кризис, это конец четырехмиллиардолетнего эволюционного пути экстенсивного развития планеты и переход на ветвь развития, в основе которой лежат принципиально иные – интенсивные – механизмы эволюции. Стремление к *количественному* росту начинает сменяться стремлением к росту *качественному*.

3. Вопреки традиционному представлению о кризисах, текущий кризис относится не к деструктивному, а к *конструктивному* типу: при сохранении (и даже развитии) всех прежних экстенсивных элементов, отношений, законов композиции, появились и интенсивно развиваются *новые*, относящиеся к интенсивному укладу.

4. Новые и старые элементы и отношения сосуществуют одновременно – следовательно, в системе увеличилось разнообразие. *Разнообразие состояний – один из практических индикаторов протекания кризисных процессов* (см. 3.3).

5. Поляризация, отражающая выравнивание крайних состояний системы – *также один из практических индикаторов протекания кризисных процессов* (см. 3.5).

6. Для мониторинга изменений в системе (например, ростков интенсивного уклада) следует использовать не материальные элементы, а *отношения*, как менее консервативные и *более изменчивые* – это обеспечит раннюю диагностику изменений (см. 4.1.8).

7. В кризисной точке (индицируемой по максимальным значениям индикаторов) прежние управляющие механизмы предельно ослаблены, система, будучи «предоставлена самой себе», ведет себя наиболее «естественно», то есть в соответствии с самыми общими законами развития, знание которых делает ее поведение предсказуемым.

8. В этой же кризисной точке с максимально ослабленными прежними механизмами управления, нет необходимости тратить дополнительную энергию на их перестройку (ослабление), т.е. управление в кризисной точке энергетически наиболее эффективно.

9. Точка кризиса по свойствам – типичный фазовый переход: все состояния равновероятны, достаточно внести нужное «ядро кристаллизации», а дальше система лавинообразно «сделает все сама».

10. Кризис – это системная *преадаптация,* которая носит *упреждающий* характер и *предотвращает полное исчерпание ресурсов* и глобальную катастрофу. Механизмом запуска этой преадаптации является *отставание* уровня развития *регулирующих* систем от *регулируемых*.

11. Из предыдущего следует, что в ходе кризиса *главным процессом* будет появление и адаптация *новых регуляторов* (законов *z*) к изменившейся (и изменяющейся) системе отношений. Это, по сути, есть и основная цель и принуждающего и побуждающего управления в переходный период.

12. Алгоритм достижения этой цели – исходя из общих системных закономерностей развития разработать новые регулирующие нормы (законы, правила, стандарты и прочие регулирующие новации, способные стать «ядрами кристаллизации»), отмониторить или создать точку фазового перехода (пик кризиса при котором минимизируется сопротивление старой системы) и начать их внедрение этих новаций.

5.2.5. Организационные особенности и управление. Основные признаки и процессы, характеризующие интенсивную фазу развития. Теоретические и эмпирические особенности процессов самоорганизации, характерные для формирующихся интенсивных систем, а также особенности наиболее эффективного управления.

1. Формирование новой – соответствующей интенсивной фазе развития – системы критериев для оценки ситуации и принятия решений. Замена доминирующих сегодня валовых количественных показателей относительными (приведенными на рубль, на энергию, на человека...), индикаторами, отражающими эффективность системы.

2. Взрывной рост эффективности порождает объективную закономерность - для выпуска *единицы* (натуральной) продукции требуется *все меньше* человеческого труда. Машины, роботы, био-, нано-, агротехнологии все больше заменяют физический труд и высвобождают все больше людей для занятий прочими видами деятельности – услугами (образование, здравоохранение и т.д.) и творчеством (культура, наука и т.д.).

3. Ведущую роль приобретает информационная – исследовательская и инженерная деятельность по дальнейшему повышению эффективности производства (инновации).

4. Возрастающие вложения в исследования и инженерную деятельность все больше повышают эффективность – реализуется *положительная обратная связь*, дающая лавинообразный рост эффективности и достаточно быстрое достижение предела роста $\boldsymbol{\eta \approx 1}$, т.е. окончания интенсивного этапа.

5. Из предыдущего следует, что *интенсивный этап развития будет длиться не долго* относительно этапа экстенсивного (что хорошо видно на Рис.1) Это, по сути, переходный этап от экстенсивного к экологическому. По смыслу он может завершиться со стабилизацией новой структуры возрастной пирамиды, т.е. по оценкам С.П. Капицы – примерно к 2100 году.

6. По мере формирования интенсивного уклада возрастает энергонасыщенность и устойчивость производственных и прочих систем (см. 4.1.1).

7. Понятие *инвестиций* меняет свой смысл. В *экстенсивном* понимании это чисто количественное *перераспределение:* ресурсы изымаются откуда-то и отдаются куда-то. На интенсивном этапе потенциальных ресурсов – в избытке и, при необходимости реализовать что-то новое, полезное и т.д., *интенсивные системы инвестируют свой труд* – просто больше работают и получают необходимый (для полезной работы) избыток ресурса (4.1.3).

8. По закону удельной продуктивности (см. 4.2.4) помимо крупных предприятий, формирующих «ядро» экономики, в системе должно существовать неизмеримо большее количество *мелких* (малых), обеспечивающих *наиболее полное использование дисперсной энергии*, что является ключевым для интенсивного этапа.

9. Иерархические, вертикальные системы управления уступают место *гибридной* структурной организации – *иерархо-неиерархической*, в которой традиционные иерархические системы объединяются множеством горизонтальных связей. Основной эволюционный дрейф – в сторону *сетевой* организации (связей «всех со всеми»).

10. При формировании *новых отношений* наиболее *мягким* условием, способным удержать «независимые» элементы в единой системе, является не-отрицательное (положительное или нейтральное) взаимное действие друг на друга (см. 4.3.1).

11. Новое, как правило, образуется комбинаторикой из: 1. *разных* 2. *неантагонистичных* (см. 4.3.1) и 3. *готовых* элементов. Модульный конструктор – это наиболее быстрый и эффективный способ построить (даже на пустом месте) устойчивую и эффективную систему (см. 4.3.2).

12. На интенсивной стадии возможны новые формы самоорганизации (см. 4.3.3) – через реализацию не «вертикальной», а «горизонтальной» модели связей, где нет иерархии, а взаимодействие происходит по вектору *полезных* (взаимно дополняющих) *функций*. Если потребность в этих функциях исчезла, взаимодействие естественным образом может прекратиться, то есть подобные «симбиотические СНГ» *не могут быть стабильно устойчивыми* образованиями – ни территориально (как Евросоюз), ни функционально (как транснациональные корпорации). Обозначение «СНГ» употреблено намеренно, т.к. речь в первую очередь идет именно о связях государств.

13. Возможен случай, когда *одна и та же* подсистема может *служить периферией одновременно у двух ядер,* т.е. участвуя *одновременно в двух системах*. Соответственно, периферия может служить связующим звеном между двумя (даже антагонистическими) системами. *Периферия – как системообразующий фактор для формирования макро-систем* – на этих принципах также могут строиться новые отношения (см. п.4.3.4).

14. *Общая периферия* для двух (*нескольких*) систем со временем способна настолько ослабить связи со своими ядрами и обрести специфические признаки, что может быть выделена в *отдельную систему* (например, *лесостепь*). Это один из механизмов «вызревания» на периферии, а затем «явления миру» систем нового типа (см. 4.3.5).

15. Новые *доминанты* в интенсивной экономике появятся не «отпочковыванием» от сегодняшних производственных «столпов», а с нынешней периферии, причем периферии *кризисной* (малые разнообразные предприятия), где, чтобы выжить, они вынуждены иметь кучу приспособлений: «и швец, и жнец…» (см. 4.4.3). Далее разнообразная и мелкая кризисная периферия эволюционирует в сбалансированное по количеству-качеству ядро, которое обладает наибольшей адаптивной устойчивостью (см. 4.4.5).

16. Дефицит ресурсов не создает, а лишь отбирает удачные новации, а их рождение и вызревание вполне возможно в «сопутствующих» малых формах на ресурсных потоках мощных структур. Тем самым *пионеров интенсивного этапа* – «ростки нового» – следует искать скорее всего среди (непрофильных) предприятий, находящихся на ресурсных «задворках» госмонополий или богатых частных структур, где и концентрируются ресурсы (см. 4.5.3, 4.5.4 и 4.5.5).

5.2.6. Технологии. Основные процессы и особенности развития технологий и производства в период перехода на интенсивную модель развития.

1. Неуклонное повышение эффективности технологий во всех сферах производства – от аграрно-сырьевого до интеллектуального. Разработка принципиально новых технологий, совершенствование старых, при невозможности совершенствования – отмирание через вымывание более эффективными.

2. Основной эволюционный *вектор развития технологий* - замкнутые производственные циклы и технологические цепочки, копирование природных аналогов (бионика), биотехнологии (см. 4.1.4).

3. IT-технологии становятся наиболее мощной сферой мировой экономики, на которую работает всё остальное (см. 4.1.6).

4. Время разработки новых технологий, а также время их жизни (до смены последующими) постоянно сокращается – это реализация феномена сокращения технологического времени (см. 4.1.7).

5. Однако время *“масштабно-инвариантной истории”* уже истекло или истекает в ближайшем будущем. Поэтому к концу интенсивного этапа (примерно 2100 г) следует ожидать кардинального изменения феномена масштабируемо сжимающихся длительностей фаз эволюции. С этого момента запустятся процессы *удлинения* технологического (а затем и эволюционного) *времени* (см. 2.3), которые будут, скорее всего, характерными для начальных стадий экологического этапа развития вплоть до замыкания вещественно-энергетических процессов в периодические циклы.

6. Если для *экономии имеющейся* энергии системе выгодно стягиваться в агломерации (см. 4.2.3), то для наиболее *эффективной добычи* всей доступной энергии из пространства ресурсов наилучшим образом подходит *малая* энергетика (см. 4.2.4). К примеру, в 2014 .г в Германии 28% произведенной электроэнергии получено на объектах ветровой и солнечной генерации, только 4% которых принадлежат крупным компаниям. Здесь одна из самых дешевых электроэнергий в Европе, страна стала ее экспортером.

7. Развитие технологий уже порождает и будет порождать средства автономизации домохозяйств и мелких производств от крупных централизованных источников энергии.

8. Технологии, в которых нельзя радикально увеличить эффективность (коксовые печи, ГЭС, АЭС) будут эволюционно отмирать, планировать их развитие нет смысла.

9. Производство большей части товаров и услуг, за исключением товаров высшей степени сложности (чипов, самолетов, автомобилей и т.д.), будет перетекать с фабрик и заводов к индивидуальным (или небольшим предприятиям) – новым ремесленникам.

10. Если новая технология призвана заменить существующую, которая широко распространена (структурное ядро), то, согласно теории разнообразия (см. 3.4), бесполезно внедрять ее постепенно, по частям – развивать необходимо не какую-то отдельную часть, а всю *систему целиком*. Илон Маск не просто разработал прорывной электромобиль Tesla, он наладил серийное производство и создал под него инфраструктуру из сети заправок, покрывших всю страну с бесплатной пожизненной зарядкой каждого проданного электромобиля. Этим заложена реальная основа для полного вытеснения с рынка бензиновых легковых автомобилей.

11. После успешного создания тем же Илоном Маском космической корпорации SpaceX и реальных полетов в космос нового корабля Dragon стало ясно, что *передовые технологические задачи перестали быть прерогативой государств*. Частные компании (лица) создали и выпускают (более сложные, чем межконтинентальные) ракеты, значит им же по плечу наладить выпуск ядерного и прочего оружия массового поражения. Это в корне ломает старую геополитику, *ведущим геополитическим фактором становится не сила, а технология*.

12. Исходя из предыдущего пункта – *ведущими геополитическими игроками становятся не только государства, но и корпорации (в т.ч. отдельные личности), обладающие высокой технологической мощью*. Для учета этих реалий необходима выработка принципиально новых регуляторов глобального миропорядка.

5.2.7. Социальная система. Процессы, характерные для социальной системы и общества в целом в период перехода на интенсивную модель, основные свойства и параметры.

1. Глобальная смена ценностных приоритетов с ресурсных и природных богатств на развитие человеческого капитала, как главной ценности наступающей эпохи. Приоритетное развитие образования, науки, здравоохранения, культуры.

2. К моменту завершения фазового перехода (50 лет) будет в целом завершен демографический переход даже в развивающихся странах. Население планеты стабилизируется на величине порядка 10-12 млрд. чел. (см. 2.4.)

3. Уже сегодня формируется *сетевая* организация социума, как менее всего инерционной структуры. Идет зарождение и обкатка принципиально новых, сетевых форм организации и управления (соцсети, фрилансеры, краудфандинг), которые впоследствии, по мере вызревания, будут ассимилированы существующими системами управления и станут доминирующими.

4. Основная стратегия развития – индивидуальное *творчество*, производство новой информации, знаний, умений. Главная мотивация – *полезность* для других, сопричастность, оценка твоих трудов и тебя, как личности.

5. С развитием сетевой организации отношений следует ожидать реализации закона роста разнообразия (см. 4.4.1), в первую очередь через рост проявления способностей индивидуумов, которые будут «генералистами», способными днем покопать землю под условную картошку, а вечером поконструировать дизайн завода, юбки с кофтой, попрограммировать и т.д..

6. Сетевые отношения, как противоположность отношениям подчинения и принуждения, дают фантастический простор для создания устойчивых и, в то же время, лабильных взаимодополняющих коалиций – очень быстро, под решение любой задачи, порождая уникальные продукты (коллективного) творчества.

7. Главным товаром становится продукция творчества, т.е. *новая информация*, а пользование ею, обмен ею, способы стимулирования её производства порождают огромный пласт новых отношений, зачатки которых имеются сегодня в Интернете (фрилансинг, биткойны, бесплатные программы, обмен, торренты и т.д.).

8. Мотивация на накопление заменяется мотивацией на потребление, индивидуальное богатство становится признаком низкой культуры. Без стремления к накоплению чистое потребление довольно быстро достигнет некоторой верхней планки, выше которой потреблять без накопления станет попросту невозможно. То есть на самом деле «общество потребления» – это не ругательный стереотип стремления к безмерной роскоши, а рациональная систем организации распределения благ, если она не предусматривает их накопления. *Индикатором этого процесса является прекращение роста спроса – как глобальная тенденция, происходящая сегодня в мире*.

9. Смена предпочтений потребителей благ – снижение потребностей в физическом улучшении условий жизни, к индивидуальному *совершенствованию*, повышению собственной общественной эффективности. Соответственно вырастет доля расходов на информационно-культурные продукты и снизится доля расходов на продукты физические.

10. Происходящее при снижении доли спроса на удовлетворение первичных материальных потребностей высвобождение дополнительных ресурсов является аналогом ресурсного избытка, на котором развивается система социального обеспечения и прочих социальных программ как проявлений горизонтальных связей, т.е. новой сетевой структуры общества.

11. По имеющимся прикидкам всего 5% населения могут прокормить всю планету, соответственно, с учетом развития роботизации и прочих технологий, в материальном производстве будут заняты не более 20% трудоспособного населения. Остальные 80% – это работники науки, образования, культуры, IT-сфера и масса других (интеллектуальных) профессий, которые сегодня пока не появились или окончательно не оформились.

Приведенные «правила» без сомнения очерчивают лишь общие контуры кризисных процессов, закризисного Будущего и действий, которые необходимо предпринять, чтобы его приблизить. Однако с учетом масштаба задачи – миллиардолетнего и цивилизационного – это, пожалуй, вполне достаточная точность, чтобы представить проблему и очертить те направления, в которых нужно двигаться. Для заинтересованных аналитиков и управленцев приведенного материала вполне достаточно, чтобы разработать и более конкретные стратегии, и более чувствительные индикаторы, и адекватные условиям программы действий. Конечно, этого можно и не делать, но глобальные процессы идут и будут идти независимо от нас с Вами – это Закон природы, такой же, как гравитация, от действия которой никуда не спрятаться даже при самом большом желании. Можно смиренно сидеть и ждать, можно даже пытаться дуть против ветра, а можно идти по ветру – поймать направление и быть на финише среди первых. Наша задача – помочь в правильном определении этого направления в самых разных обстоятельствах общественной жизни.

Использованные источники

1. *Урманцев Ю.А.* Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития // Система, симметрия, гармония, М.: Мысль, 1988.

2. *Урманцев Ю.А.* Общая теория систем в доступном изложении, М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2014, 408 стр.

3. *Артюхов В.В.* Общая теория систем: самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы. М.:, Книжный дом «Либроком», 2009.

4. *Капица С.П.* Общая теория роста человечества: сколько людей жило, живет и будет жить на Земле, М.: Наука, 1999, 190 с.

5. *Мальтус Т.Р.* Опыт о законе народонаселения. СПб., 1868.

6. *Chesnais J.C.* The Demographic Transition. Oxford, 1992.

7. *John B. Calhoun* Death Squared: The Explosive Growth and Demise of a Mouse Population, Proceedings of the Royal Society of Medicine, vol. 66 (January 1973), pp. 80-88.

8. *Панов А. Д.* Сингулярная точка эволюции? http://noogen.su/singular, 2005, 16 стр

9. *Берг Л.С.* Труды по теории эволюции, Л.: Наука, 1987, стр. 287.

10. *Жирмунский А.В., Кузьмин В.И.* Критические уровни в развитии природных систем. Л.: Наука, 1990, 223 с.

11. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование. Словарь-справочник., М., Мысль, 1990

12. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы), М., Журнал «Россия Молодая», 1994.

13. *Хайтун С.Д.* Наукометрия. Состояние и перспективы, М., Наука, 1983.

14. *Кудрин Б.И.* Технетика: новая парадигма философии техники (третья научная картина мира), Томск, Издательство Томского университета, 1998.

15. *United Nations*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). World Population Prospects: The 2012 Revision, DVD Edition