Е.В.Мелокумов

О применении конструкции <жадной суммы> к теории денег

Кризисные явления в мировой экономике показали, что долговая проблема не разрешима техническими средствами в форме эмиссии или смягчения денежно-кредитной политики. Структурные дисбалансы в мировой экономике имеют непосредственное отношение к имеющим во многом спекулятивную природу совокупным долгам хозяйственной системы как денежному выражению ее систематических рисков. Сложность проблемы иллюстрируется следующим вопросом: что лежит в основе того факта, что процесс образования кредитов может вовсе не предполагать их возврат (так, государственные заимствования США, эмитента основной резервной валюты, десятилетия производятся без видимого намерения и возможностей их погашать), а рынок производных кредитных инструментов предоставляет возможность спекулятивного обогащения на потенциальной неплатежеспособности заемщиков, нисколько не уменьшая, а напротив, увеличивая риски финансовой системы (характерно, что при таком положении вещей понятие вероятности, столь популярное в финансовом анализе и его приложениях на рынках, приобретает применительно к ним исключительно спекулятивный смысл). Тот же самый содержательный вопрос можно переформулировать иначе – сводится ли вообще баланс мировой хозяйственной системы; каким разумным способом соотнести величины ее совокупных активов и пассивов, выделив чистую прибыль и собственный капитал, если таковые имеются; каким образом интерпретировать категории экономического роста и прибыли на фоне принципиально неразрешимой в рамках доминирующей экономической модели проблемы растущих долгов? Было бы заблуждением претендовать на сколько-нибудь систематическое рассмотрение проблем современной экономики, однако представляется возможным наметить принципиальные теоретические подходы к одной из ее самых “темных” сторон. Одно из основных утверждений настоящей статьи состоит в том, что сколько-нибудь осмысленный и конструктивный ответ на вышеперечисленные вопросы возможен лишь из адекватной современным экономическим реалиям модели функционирования денег в экономике. Сравнение возможностей альтернативных моделей в свою очередь позволит оценить теоретические предпосылки для поиска управленческих решений, нацеленных на выход из кризиса. Обсуждаемое в статье представление о том, что деньги есть энергия цивилизации, выраженная экономически, предполагает возможность построения соответствующей модели экономической динамики, в которой деньги есть функция состояния экономической системы. Обоснование существования функции денег как математического объекта (в отличие от классического описания денег через их функции) с выбором тех параметров, которые соответствуют нашим ограниченным возможностям для содержательного численного измерения в экономике, а также связанный с этой функцией вывод принципа инвариантности макроэкономического регулирования, представляют собой основную проблематику и результат статьи.

Исходные предпосылки

Для экономической науки деньги, подобно времени в естествознании, являются исходным понятием. Аналогия со временем как неопределяемым в физике представлением обращена к общим в методологическом отношении способам конструктивного описания времени и денег – реляционному и субстанциональному подходам. Общетеоретический статус категории денег согласуется со ставшими классическими способами их описания - функционированием денег в качестве средства обращения и платежа (реляционный подход – как отношение между товарами и услугами), выполнением функции сохранения богатства и функционированием в качестве мировых денег (подобие субстанционального подхода) и, наконец, в качестве меры стоимости (реализующий принцип дополнительности двух подходов). Последняя функция денег оказывается наиболее нетривиальной и проблемной в методологическом отношении – именно она порождает использование неявных определений (например, количество общественно необходимого труда в трудовой теории стоимости). Потому изучение денег, вообще говоря, составляет предмет науки лишь в той части, в какой деньги, находящиеся в обращении¸ становятся параметром макроэкономического описания с точки зрения агрегированных балансовых уравнений. Однако любая попытка построения непротиворечивой “*теории взаимосвязанного максимизирующего поведения*” (выражение В.В.Леонтьева)[6] в экономике и соответствующий этому выбор параметров для агрегированного описания неизменно сталкивается с проблемой эмпирического обоснования сделанных предположений и пределами возможностей самих формализованных описаний, границами применимости результатов. Слово “непротиворечивая” применительно к экономической теории характеризует правило, согласно которому выводы модели не должны объясняться исключительно предпосылками самой теории, а предпосылки должны содержать информацию о том, какие факты при адекватном использовании сделанных определений теория не в состоянии будет объяснить.

Таким образом, исходным для экономической науки понятием, в отношении которого возникает вопрос о возможности если не инвариантных определений, то по крайней мере поиска новых конструктивных средств описания, является категория денег. Сделанный акцент на сочетании реляционного и субстанционального подходов в теории денег не случаен: их дополнительность позволяет как избежать логических ошибок, так и рассматривать эволюционирующую экономическую систему как открытую (на что “собственно” и нацелен субстанциональный подход) по отношению потокам ресурсов и неконтролируемым факторам внешней среды или факторам риска. Эволюция в такой открытой системе обычно носит необратимый характер. Потому в методологическом отношении акцент делается на то, *как* эволюционирует система, *что* она производит и сохраняет, а не на то, из чего она состоит. Подобный синтез создает новые возможности для построения нового вида производственных функций и нелинейных динамических моделей экономического роста. Хозяйственная система в этом случае не описывается исключительно в терминах ее свойств, и возможны вариации на тему соотношений неопределенности в экономике: так, прибыли и риски в экономике не имеют точного совместного измерения, а категория мгновенной прибыли не является сколько-нибудь осмысленной. Отдельно взятый человек, обладающий свободой воли и принимающий хозяйственные решения, становится в определенном смысле субъектом и объектом действия одновременно. Статистическое описание применимо в этом случае не к событиям, описывающим экономический процесс, а к состояниям при принятии хозяйственных решений, имеющим устойчивые частоты и характеризующим типы инвестиций и потребления.

Формирование нового понятийного аппарата требует расширения круга взаимосвязей экономической науки с теорией оптимального управления, что может выражаться, в частности, в интерпретации результатов одной дисциплинарной области науки на языке другой. Постановка новых задач смещает акценты с попыток обоснования существующих механизмов распределения и управления на поиск параметров управления, которые придадут новые смыслы существующим теоретическим феноменам и позволят говорить о реализуемости программ экономического роста с иных управленческих позиций и в новых реалиях сегодняшнего дня (применительно, например, к классическим математическим моделям экономического роста В.В.Леонтьева и Дж.фон Неймана). Разумная макроэкономическая политика не может не учитывать в таком случае предпосылок синтеза новых типов управлений, актуализирующих сочетание централизованных методов регулирования экономики и рыночных механизмов, с рассмотрением новых смыслов понятия эффективности. Сформулируем на первый взгляд общий вопрос: какова природа инфляции, имеют ли механизмы возникновения инфляции универсальный характер и какие параметры макроэкономического описания существенно необходимы для формирования гипотетической политики *устойчивого неинфляционного роста*? Теоретический поиск с изучением условий, при которых параметры агрегированного макроэкономического описания естественно рассматривать как некие параметры управления – что применимо к сформулированному в работе принципу эффективной занятости - позволяет избежать непреодолимых барьеров между формальной теорией и приложениями, касающихся как вопросов сегодняшнего дня, так и перспективы развития. Так, в рамках концепции субстанциональных мировых денег могут быть сформированы критерии оценки потенциала отдельных экономик и национальных валют в контексте проекта создания наднациональной мировой валюты, а также качественно новые подходы к организации рынков капитала.

I. Проблематика конструктивного определения денег

Известно, что формализм количественной теории денег строится на нескольких соотношениях, одно из которых определяется как эластичность цен относительно изменения денежной массы, а другое связывает национальный доход и количество денег (значения денежной базы). Долгосрочное соотношение между размером денежной базы и валовым внутренним продуктом, или степень монетизации экономики, является одним из основных индикаторов, который среди прочих может определять формулировку количественных задач в области макроэкономического управления. Например, по Дж.Кейнсу это “долгосрочное соотношение ...будет зависеть от предпочтения ликвидности, а устойчивость или неустойчивость цен в долгосрочном аспекте будет зависеть от интенсивности повышательной тенденции единицы заработной платы (или, точнее, издержек) по сравнению с темпами роста эффективности производственной системы”[3]. При подобном описании не только делается необходимый акцент на временной структуре, характеризующей функционирование денег в экономике, но также постулируется способ макроэкономического агрегирования, при котором совокупный спрос неизбежно характеризует некую *абстрактную* товарную массу. Соответственно этому некое абстрактное количество денег “поглощает” эту массу, что наглядно представляется с использованием известных символов в соотношениях вида: $MV = PQ$ или $MV = D$, где M – количество денег, V – скорость обращения денег, P - уровень цен, Q- реальный объем производства, D – кейнсианский эффективный спрос. Здесь некое количество денег полагается заданным – априорно существующим в финансово-экономической системе уже в силу существования какого-либо произвольного товара, на который возникает денежный спрос. Подход, согласно которому агрегированный спрос становится функцией денег и наоборот, обусловлен балансовыми соображениями, определяющими вид вышеприведенного уравнения. В рамках все той же схемы при дополнительных предположениях, относящихся к условиям неоднородности экономики, деньгам не отводится роль нейтрального фактора, а по их количеству могут вычисляться теоретические “денежные оптимумы” того или другого абстрактного товара, для производства которого потенциально существует достаточная производственная база.

Однако постулирование данных функциональных связей даже с учетом всякого рода временных лагов характеризуется стационарностью и не предусматривает зависимостей от времени или используемых ресурсов. То есть отсутствует динамическое видение мира как условие построения экономической модели. Отсюда способ сравнения темпов роста издержек и производительности производственной системы – они определяются в денежных величинах, и сами деньги определяются тривиальным образом как средство платежа (здесь можно было бы сказать, что деньги определяют сами себя в этом качестве, а понятие “денежной эффективности” приобретает неясный смысл “эффективности самих денег”). Как следствие, необходим вывод: неявная формулировка функции агрегированного спроса допускает аналитическое определение лишь при соблюдении симметрии, связанной с неявным определением денег. Недостатки этого определения порождают, например, ситуацию, когда новыми деньгами в системе или “специфическим товарным видом” становятся такие объекты купли-продажи как наркотики, криминализированный оборот индустрии насилия, “продукция” других специфических рынков, что даже без использования аргументов этического порядка является, по меньшей мере, антиинтуитивным. Экономическим аргументом против неявных методов и решений, порождаемых семейством количественных теорий денег, становится тот факт, что отходы производства и потребления в современной экономике превышают количество “условно полезного вещества” в десятки раз. При этом естественно возникает вопрос о том, насколько существующая теория денег и цен учитывает цену образования и захоронения отходов в контексте возможного альтернативного использования *ограниченных, но не обязательно лимитирующих рост экономики ресурсов.* Рассматривая эффективность как относительное понятие (использование ресурсов может быть эффективным с точки зрения одной экономической цели и не быть эффективным с другой), естественно задаться вопросом о том, каким образом структурировать категорию денег, чтобы стали возможны недвусмысленные теоретические и практические оценки эффективности в денежном выражении. В результате создаются непротиворечивые предпосылки для корректного определения экономических целей и задач в условиях современной экономики (и что не менее актуально - анализируются последствия факта имущественной дифференциации при распределении доходов).

Так называемые посткейнсианские теории эндогенных денег делают акцент на процессе “создания” денег внутри экономики, а точнее внутри банковской системы. Отдельные исследования рассматривают рост кредитования, обусловленного спросом на необеспеченные залогами кредитные ресурсы, как фактор, приводящий в итоге в росту денежной массы (созданию денег), и этот процесс характеризуется именно данной направленностью причинных связей: не монетарные власти, а банковская система сама по себе (даже при отсутствии центрального банка) “наполняет” экономику новыми деньгами. Определение денег при этом остается традиционным: сущность денег проявляется в выполняемых ими функциях. Функционирование денег как средства платежа или как средства накопления богатства оценивается с точки зрения их влияния на функционирование экономической системы в целом. Например, проблема безработицы связывается с выполнением деньгами функции средства накопления богатства. Однако, отсутствие новых первичных элементов теории ограничивает возможности дополнительного анализа.

“Хорошие” и “плохие” деньги как объекты анализа возникают в теории рынков с ассиметричной информацией, где рассматриваются теоретические условия как гипотетического, так и реально наблюдаемого рыночного коллапса в отдельных секторах экономики. При этом в целях последующего изложения необходимо отметить, что экспликация зависимостей между полезностью и деньгами в экономической теории (например, ожидаемая полезность денег представима в виде функции от денежных товарных цен) содержательно исключает тезис неоклассической теории о постоянной предельной полезности денег (ПППД), выдвинутого Маршаллом применительно к количественным полезностям и не получившего достаточного теоретического обоснования. Актуальность этого замечания, в частности, связана с тем, что в теории оптимального управления интегральный функционал мгновенной полезности содержит все проблемные методологические предпосылки условно денежного измерения полезности. Так, динамические модели экономического роста часто используют в качестве целевой функции интегральный функционал мгновенной полезности, представленный индексом потребления Дигсита-Стиглица. Содержательные предпосылки использования функционала такого вида не только ограничивают возможности интерпретации результатов, но и производят в некотором смысле подмену понятий: из того факта, что в современной экономике экономические субъекты, как правило, не являются одновременно и собственниками и наемными работниками, никак не следует реалистичность допущения о том, что отдельными индивидуумами принимаются решения о производстве *именно тех товаров, которые могут производиться и потребляться полностью, без образования излишков.* Игнорируется ресурсная сторона вопроса и проблема отходообразования при оценке эффективности использования ресурсов. В таком виде функция полезности представляет собой некий конструкт суррогатных денег.

С учетом вышеизложенного цель статьи – сформулировать подход с методологическим обоснованием допустимой конструкции функционирования денег в экономике, математические объекты которой эксплицируют их содержательные характеристики, а именно описывают свойства денег агрегированными параметрами (величинами), связывающими понятия времени и ресурсов. Традиционное рассмотрение времени и денег как взаимообусловленных феноменов или понятий предполагает наличие способов их взаимосвязанного описания. В рамках формулируемого подхода деньги не являются исходным средством описания экономической системы, а становятся производным понятием или функцией от других определяемых параметров. В этом случае реализуется эмпирически обоснованный подход к выбору параметров агрегирования экономической деятельности с поиском "подходящих" абстрактных средств. Как следствие, одним из обсуждаемых результатов становится придание новых смыслов понятию "оптимальности" и поиску управляющих параметров в контексте макроэкономического регулирования. Генерализованная метафора, благодаря которой излагаемый подход стал возможен, проста и интуитивно понятна: "деньги – это энергия цивилизации, выраженная экономически".

II. Субстанциональные мировые деньги, "метаболическое время" и принцип эффективной занятости населения

§1. Деньги как функция - обоснование

Основное предположение состоит в том, что естественное (не аксиоматическое) обоснование существования функции денег связано с возможностью описания экономических фактов и явлений на формальном языке с интерпретацией уже известных математических объектов. Универсальность этих объектов понимается в том смысле, что ими "воспроизводятся" некие идеальные свойства в соотношениях фундаментальных экономических величин, при этом искомые уравнения могут выводиться из экономических соображений, а не просто угадываться.

Очевидно, что такого рода прикладной подход предполагает комбинацию точных и гуманитарных методов в параметризации экономической динамики и выборе экономических величин, измерение которых, во-первых, устраняло бы всякий произвол и противоречивость, связанную с возможностью подстановки неких других, "альтернативных" параметров в рассматриваемую модель, и, во-вторых, позволяло бы получить некий результат вычислений, который бы содержал существенно новую информацию и выводы в дополнение к исходным словесным формулировкам, позволяя существенно дополнить их. Язык математики в таком случае мог бы расширить представления о деньгах, связываемые с существованием уравнения состояния мировой экономической системы. Эти оценки способны изменить привычные представления о стоимости денег во времени, обычно формализуемые в форме достаточно произвольной процедуры дисконтирования потоков платежей.

Приведем требования к математической структуре, объекты которой обладают необходимыми свойствами для описания содержательных характеристик функционирования денег в экономике. Подходящий кандидат на место такой структуры должен удовлетворять следующим требованиям:

а) Согласованность с утверждением, что деньги как экономический референт времени (по словам Дж.Кейнса, "важность денег в основном как раз и вытекает из того, что они являются связующим звеном между настоящим и будущим"[3]) необходимы для обеспечения оптимальных стоимостных (ценовых) пропорций при переходе к новой временной структуре затрат и "наилучшей" в смысле оптимальности структуре экономики (или структурам эволюционирующей экономики при создании технологических нововведений и минимизации рисков, связанных с устойчивостью развития); другими словами, интерпретируется выражение “время – деньги” с реализацией принципа дополнительности отмеченных выше реляционного и субстанционального подходов;

b) Необходимость содержательной интерпретации постулата неоклассической теории о постоянной предельной полезности денег в рамках теории кардиналистской полезности (constant marginal utility of money) с определением теоретических условий, при которых этот постулат может выполняться, установление отношений теоретической эквивалентности условий интегрируемости функции агрегированного спроса с данными предположениями неоклассической теории;

c) Объекты подходящей математической конструкции должны, во-первых, обладать набором необходимых свойств для конструктивного задания “неупорядоченных сумм”, описывающих индивидуальное производство (инвестиции) и потребление, а также реализующих нелинейность суммирования, и, во-вторых, позволить идентифицировать такую сумму как функцию коллективного благосостояния; важность данного требования согласуется с замечанием Дж.фон Неймана и О. Моргенштерна в [8]: “Следует помнить, какую роль в экономической литературе играет аддитивность значения или, скорее, ее нередкое отсутствие. Случаи, в которых значение, вообще говоря, не аддитивно, являются наиболее важными, но они представляют серьезные трудности при любом теоретическом подходе к ним; и нельзя сказать, что эти трудности удалось где-либо действительно преодолеть…игры, действительно представляющие интерес (существенные), имеют неаддитивную характеристическую функцию”. В связи с тем, что предполагается существование подходящего математического объекта, удовлетворяющего предъявляемым требованиям аддитивности в отмеченном только что смысле, последующий анализ ориентирован на исследование дополнительных формальных свойств такого объекта с точки зрения их содержательной интерпретации и возможности теоретических предсказаний в отношении экономической динамики;

d) Требование установления формальных связей между используемыми ресурсами (возобновляемыми и условно лимитирующими ресурсами) и функцией благосостояния с рассмотрением экономической системы как открытой природно-антропной системы (подобно открытым системам, рассматриваемым в математической экологии); по существу, вопрос сводится к приданию ресурсам характеристик времени функционирования системы – субстанциональному или “метаболическому времени” в определении А.П.Левича [5] - как потоку элементов изменчивости, т.е. формализуется собственно процесс “производства денег”. В соответствии с подобным взглядом на экономическую динамику ставка процента рассматривается как исключительно денежный феномен, а выражение для денег может быть получено из уравнений состояния экономической системы, где параметром выступают используемые ресурсы;

e) Необходимо обоснование возможности и условий применимости вероятностных методов к макро и микроэкономической проблематике, а также определение тех неформализуемых областей, где количественное измерение экономических величин принципиально невозможно. Ввиду того, что состояния экономической системы характеризуются рисками событий и неопределенностями, которые не представляется возможным ни измерить, ни оценить классическими вероятностными методами - равным образом невозможности постулирования детерминированных отношений причинности в экономике с возможностью измерения всех возможных состояний экономической системы - предполагается, что стратегия макроуправления, определяемая инвариантным образом как стратегия комплексного управления рисками, может быть сформулирована математически с привлечением аппарата функций комплексного переменного, без придания рискам верояностных смыслов на поле вещественных чисел, но с рассмотрением большего числа решений уравнений как возможных состояний экономической системы. Связь между “параметрами порядка” экономической системы и управляющими параметрами в теории оптимального управления устанавливается в виде “наиболее общих инвариантов”, а именно этих самых рисков и неопределенностей;

статистическое описание в такой постановке применимо к устойчивым состояниям принятия решений хозяйствующими индивидуумами безотносительно к т.н. ”вероятностям индивидуальных предпочтений”, что позволяет ввести в модель именно те оцениваемые величины, которые существенно влияют на состояние экономики, позволяя снять неопределенность при ее описаниях. Таким образом, комплексные компоненты необходимы для описания состояний эволюционирующей экономической системы, включая неопределенности и риски.

Сравнение случаев применения аппарата классической и некоммутативной теории вероятностей к исследуемым вопросам выходит за рамки настоящей работы.

Необходимо также отметить, что термин “лимитирующие ресурсы” заимствован из математической экологии, где под ним понимаются те ресурсы экосистемы, которые существенно необходимы для роста популяции – их отсутствие останавливает, а наличие возобновляет или поддерживает рост.

§2. Конструкция

Приведем необходимые математические факты, цитируемые по тексту работы Е.В.Щепина “Об умножении бесконечных сумм”и “Greedy sums and Dirichlet series”.[1]

Индивидуальные решения, в результате которых возникают расходы на инвестиции и потребление (как личного характера, так и общественного характера), как правило, не составляют упорядоченные последовательности. Ввиду существования отмеченной проблемы аддитивности в экономике, естественным будет нелинейное суммирование неупорядоченных значений инвестиций и потребления в виде числового ряда или числового массива. Используя тот факт, что жадная сумма числового массива совпадает со значением *“жадной дзета-функции числового массива*”[2] $\sum_{i\in T} a_i |a_i|^z$ при $z \to +0$, и значение этой функции “совпадает со значением суммы ряда Дирихле массива $\{a_i\}$ в точке z”[11], представим функцию благосостояния (функцию состояния агрегированной экономической системы) в виде жадной дзета-функции числового массива над индексным множеством от натурального ряда N, равным по численности населению Земли:

---

[1] “Определим числовой массив $\{a_i\}_{i\in I}$ как индексированное множество комплексных чисел, где в качестве индексного множества выступает множество произвольной природы” (в применении к экономической проблематике это натуральный ряд или множество людей, принимающих хозяйственные решения - авт.). “ Массив $\{a_i\}_{i\in I}$ *называется жадно (greedy) суммируемым*, если существует предел $\lim_{\varepsilon\to o} \sum_{i\in I} a_i[|a_i| \geq \varepsilon]$, называемый жадной суммой массива и обозначаемый $\sum_{i\in I} a_i$ ”. В целях последующего анализа также важными являются следующие факты, приводимые со ссылкой на уже упомянутые работы Е.В.Щепина: 1) “Любой абсолютно сходящийся числовой ряд жадно суммируем к своей обычной сумме, но для условно сходящегося ряда это условие гарантировано лишь тогда, когда члены ряда монотонно убывают по абсолютной величине; 2) “Если числовой массив $\{a_i\}_{i\in I}$ жадно суммируем, то при любом $z \in C^+$ жадно суммируем массив $\{a_i |a_i|^z\}_{i\in I}$ “; 3) “Формула $A(z) = \sum_{i\in I} a_i |a_i|^z$ определяет в положительной полуплоскости функцию комплексного переменного *A(z)*, называемую *производящей функцией* числового массива *(“жадной дзета-функцией числового массива”, E.Schepin, 2011*) , совпадающую с функцией, представленной ассоциированным с этим массивом рядом Дирихле...Существует предел $\lim_{z\to+0} A(z)$ равный жадной сумме массива.”

[2] Термин введен Е.В.Щепиным в статье “Greedy sums and Dirichlet series”(2011).

$$W_t(z)=\sum_{i=1}^{N}\Delta s_t^i\left|\Delta s_t^i\right|^z \quad (1),$$

где Δs_t^i определяется как комплексная величина автотрофно-экологической полезности индивидуальных инвестиций и потребления в момент времени *t*. Эта величина характеризует использование индивидуальных ресурсов s_t^i и соответствующий вклад в коллективные инвестиции и потребление. Как новое понятие *автотрофно-экологическая полезность* характеризует здесь потенциальную возможность производить необходимую полезную работу при использовании возобновляемых ресурсов. Принимается следующая нормировка: сумма индивидуальных инвестиций и потребления s_t^i равна величине S_t экономической системы в целом: $\sum_{i=1}^{N} s_t^i = S_t$ при $s_t^i = \left|s_e^i\right| + \left|s_n^i\right| + \left|s_r^i\right|$, где s_e^i - индивидуальные экологические инвестиции и потребление, s_n^i - индивидуальные неэкологические инвестиции и потребление, s_r^i - плата за риск, ассоциированный с инвестициями и потреблением. Экономическая интерпретация жадной дзета-функции числового массива предполагает описание автотрофно-экологической полезности комплексным числом $\Delta s_t^i = a + ib = (s_e^i - \left|s_n^i\right|) + is_r^i$. Необходимо также постулировать следующие условия:1) при $s_e^i = s_t^i$ величина s_r^i равна нулю; 2) $\left|s_n\right| > \left|s_r\right|$; 3) рост неэкологических инвестиций и потребления увеличивает плату за неопределенности и риск. Таким образом, в отличие от аксиоматизации понятия полезности в терминах теории игр (см.[8]) с применением набора вероятностных рассуждений в ситуации “полной информации” и отсутствием неопределенности в системе индивидуальных предпочтений, автотрофно-экологическая полезность, напротив, определяется как мера риска в антропогенных воздействиях на среду обитания в предположении, что существуют риски событий, равно как и комбинаций событий, которые, как уже отмечалось выше, невозможно ни измерить, ни оценить классическими вероятностными методами. Тем самым делается отказ от аддитивных характеристических функций теории игр (применительно к “несущественным играм”). Польза от рассмотрения экономических явлений в форме игр сводится в такой постановке к тому, что возникающая коллективная игра человечества с природой потребует исключительно экологического описания, другими словами, чем более экологичным будет язык экономических рассуждений, тем он будет более осмысленным.

Алгебраическая форма записи комплексного числа с мнимой частью, содержательно соотнесенной с величиной рисков и неопределенностей как платой за риск, позволяет ввести данные определения эвристически, исходя из естественных экономических соображений. Условие *постоянной предельной полезности денег* будет в данном случае выражаться жадной суммой $\lim_{\varepsilon\to o}\sum_{\left|\Delta s^i\right|\geq\varepsilon}\Delta s_t^i = \sum_{i=1}^{N} s_t^i = S_t$, что предполагает $\Delta s_t^i = s_e^i$, описывая тем самым ситуацию наиболее производительного использования входящих ресурсов S_i. Также из (1) следует, что при $z \to +0$ *цена ресурсов, взятых для использования, или “жадная сумма”, равна “цене образования отходов”, то есть цене возвращения ресурсов в биосферу. Сумма осциллирующего ряда, ограниченного количеством жителей Земли (N=7 млрд. и более), выражается комплексным числом, абсолютное значение которого будет характеризовать состояние экономической с точки зрения отношений порядка, а вещественная часть - полезную работу, совершаемую человечеством в биосфере.*

Единственность содержательной интерпретации и обоснование Δs_t^i как величины *автотрофно-экологических инвестиций и сбережений* следует из интерпретации монотонно убывающего числового массива как подлежащих дифференциации условно лимитирующих ресурсов, рассматриваемых с точки зрения полезности денег. Величины Δs_t^i монотонно убывают по абсолютной величине в силу имущественной дифференциации населения планеты и ограничений, накладываемых на соотношение величин s_n^i и s_r^i. В то же время комплексная переменная *z* играет роль характеристики фактора роста, измеряемой по таким экономическим показателям, содержательно связанных с величиной S_e, как энергоемкость. Главной методологическим вопросом при таком подходе является обоснование значений аргумента в показателе ряда, при этом постулирование соотношения $\operatorname{Re} z = \frac{S_e}{S} \leq 1$ позволяет рассматривать $W(z)$ как функцию от используемых ресурсов. В этой связи комплексификация функции благосостояния с использованием конструкции жадной суммы "связывается" со сходимостью числового ряда в каждой точке *z* как переменной состояния экономической системы. Не только лишь теоретический интерес представляет также возможность экономической интерпретации условий сходимости (расходимости) жадной дзета-функции числового массива на бесконечности при $N = \infty$ и различных значениях $\operatorname{Re} z$, а также возведение в степень самой функции (эти свойства могут интерпретироваться с точки зрения перспектив и "характера" хозяйственной деятельности на бесконечном полуинтервале времени).

Вывод выражения аналогичного (1) следует также из экономических рассуждений при описании процесса принятия индивидуальных решений с различением двух типов инвестиций и потребления и допустимой вероятностной интерпретацией (рассмотрением статистического ансамбля с частотами пребывания в некотором состоянии принятия решений).[3] Формулировка функции денег в терминах жадной суммы позволяет рассматривать условия интегрируемости агрегированной функции спроса в виде суммирования индивидуальных величин Δs_i, обладающих свойствами "эквивалентности". Расширение конструкции "жадной суммы"на случай комплексных невырожденных матриц, приведенное в работе Е.В.Щепина [11], позволяет ввести как объект матрицу полезности. Характерно, что тезис о существовании рисков, которые мы не в состоянии ни измерить, ни оценить в качестве эмпирического факта выражает фундаментальную метафизическую предпосылку, сформулированную С.Н.Булгаковым в "Философии хозяйства:"…*хозяйство есть процесс столь же материальный, сколь духовный*". Чем лучше сбалансированы материальные и духовные (или психологические) оценки деятельности людей в виде неких параметров, тем более правильна социально-

---

[3] Определим функцию благосостояния W как функцию от разности индивидуальных экологических и неэкологических инвестиций и потребления, а ее математическое ожидание в виде суммы интегралов (с разбиением констант s^i в момент времени *t* на типы потребления и учетом "бесконечных влияний" принимаемых хозяйственный решений на экономическую систему каждое принимаемое индивидуальной решение является экологическим и неэкологическим одновременно – как смесь состояний):

$$EW(\Delta s_t^i; a) = \sum_{i=1}^{N} \int_0^{\infty} s_i^{a+1} [(1 - 2y_i(x)) |1 - 2y_i(x)|^{\alpha}] F(dx),$$

при условиях: $s_i = s_e^i(x) + s_n^i(x)$, $s_e^i(x) = (1 - y_i(x)) s_i$, $0 \leq y(x) \leq 1$, $\int_0^{\infty} F(dx) = \int_0^{\infty} f(x) dx = 1$.

Таким образом, $EW(\Delta s_t^i; a) = \sum_{i=1}^{N} \int_0^{\infty} s_i^{a+1} [(1 - 2y_i(x)) |1 - 2y_i(x)|^{\alpha}] F(dx) = \sum_{i=1}^{N} \Delta s_t^i |\Delta s_t^i|^{a}$.

Принимая a_i равным $(1 - y_i(x)) = \frac{s_e^i}{s_i}$ и полагая монотонно убывающий числовой ряд $\{\Delta s_t^i\}$ на вещественной полуоси, получаем ряд для фукции благосостояния-денег с числом переменных равных N.

экономическая модель. Сформулируем технический вопрос, связанный с оценкой хозяйственного решения в момент его принятия. Как соотнести понятия полезности и риска, по возможности, не на “симплексе” распределения классической статистической модели, в основе которой лежит допущение о “полной наблюдаемости” и абсолютной точности измерений параметров некого объекта (см.[10]). В экономике и управлении имеются свои соотношения неопределенности, связывающие понятия времени, прибыли, рисков. Потому для построения любой адекватной с точки зрения объяснения фактов и предсказательных возможностей экономической теории, необходимо обоснование допустимости применения классической или иной статистической модели с четким различением экономических явлений как объектов описания в рамках конкретных задач.

С учетом вышеизложенного приводимая как определение эрмитова *матрица полезности* является лишь попыткой выразить едва ли формализуемый комплекс отношений, которые характеризуют полезную работу и потенциальные риски, создаваемые решениями отдельно взятого человека как субъекта хозяйства с точки зрения влияния этих рисков на состояние общей экономической системы в момент времени *t*: $W_t = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} s_e^i - |s_n^i| & -is_r^i \\ is_r^i & s_e^i - |s_n^i| \end{pmatrix}$; вычисление функции благосостояния в этом случае производится по формуле жадной дзета-функции матричного массива: $W_t(z) = \sum_{i\in I_\varepsilon} W_t^i \left|W_t^i\right|^z$, где $\left|W^i\right|$ - модуль определителя матрицы больше или равен ε для множества $i \in I$, при условии: $s_t^i = \sqrt{\left|s_e^i\right|^2 + \left|s_n^i\right|^2 + \left|s_r^i\right|^2}$. Кризисным явлениям в экономике соответствует вырождение матрицы полезности, когда индивидуальные величины экологических инвестиций (потребления) и платы за риск равны. По всей видимости, существуют более точные представления матрицы полезности, связанные, подобно комплексным числам, с расширением поля вещественных чисел. Эти возможные вариации не меняют, однако, главного: поскольку деньги являются средством признания полезностей, параметризация функции денег единственно возможна с использованием “естественного” параметра в виде автотрофно-экологической полезности. Определение этого нового экономического понятия требует учета неэкологических инвестиций и потребления, а также ассоциированных с ними рисков, что естественным образом выражается на языке абсолютных значений конструкции жадной суммы.[4,5]

---

[4] Существование функции денег можно проиллюстрировать в некотором смысле “спекулятивным” доказательством с применением следующей схемы финансовых рассуждений. Представим, что полезная работа всей мировой экономики выражается стоимостью опционов (подобно тому как может стоимость отдельной компании оценивается суммой опционов колл на ее проекты). Тогда возникает три обстоятельства, которые указывают на необходимость постоянной единой оценки стоимости этих опционов в виде уравнения состояния экономической системы: во-первых, опционы не могут иметь дату погашения, они существуют на бесконечном полуинтервале времени (все они – своего рода вечный “русский опцион”); во-вторых, они не могут представлять отдельные проекты, которые подлежат линейному суммированию, и, в-третьих, погашение этих опционов может “производиться” только самой природой, у которой собственно человечество и берет изначально взаймы ресурсы на приобретение самих опционов. Последнее указывает на то, что условия пролонгации такого “долга” и состоит в увеличении полезной работы (стоимости опционов, выраженной функцией состояния), производимой экономической системой. Но поскольку теория опционов оперирует с денежными ценами исполнения, не имея ввиду никакого изменения полезности, то альтернативу ей с точки зрения этого анализа могут составить функциональные интегралы по траекториям.

[5] Модуль “жадной суммы” есть средство для инвариантного описания произвольных финансовых операций, включая азартные игры. Например, новые смыслы получает разрешение Санкт-Петербургского парадокса путем использования “морального ожидания” вместо математического ожидания. Если в случае теории игр это “означает численное определение полезности как логарифма облагаемых денег”[8], то ряд Дирихле как сумма экспонент позволяет определить деньги через логарифм абсолютной величины *экологической полезности* (как “более утонченной психологической системы” полезности) в показателе ряда .

§3. Общие представления об экономической динамике

Приведенная конструкция предоставляет возможность взаимосвязанного макро и микроописания экономической динамики. Соблюдение равенства $\sum_{i=1}^{N} \Delta s_t^i = S_t$ как обобщенного условия ПППД описывает исключительно теоретический феномен, очевидно не применимый к экономике в целом, что свидетельствует о неинтегрируемоти функции конечного спроса в смысле предъявленных обобщенных требований и условий. Вместе с тем, основой для формулировки интегральных оценок эколого-экономической эффективности в ситуациях принятия индивидуальных решений выступает равенство $\Delta s_t^i = s_t$. Его применимость к реальным ситуациям можно проиллюстрировать на примере “чистых состояний” - например, соизмеримые с величиной бюджета расходы на обеспечение экологической безопасности, в том числе при проектировании систем, что демонстрирует возможность реализовать постоянную предельную полезность денег на уровне принятия индивидуальных решений. *Отсюда естественно возникает возможность конструктивного задания условий интегрируемости функции конечного спроса в терминах суммы значений автотрофно-экологической полезности* Δs_t^i .

Конструкция постоянной предельной полезности денег является вспомогательной (или референтной): она дает конструктивное определение деньгам и процессу их образования относительно используемых ресурсов, различая наличный экономический рост в терминах ВВП и рост субстанциональных (мировых) денег как показателя эволюции экономики. По существу, формулируется методологический вопрос: в каком случае и в каком смысле можно говорить о том, экономические измерения и оценки, производимые хозяйствующими субъектами, могут снизить риски и неопределенности, связанные с состояниями экономической системы. Понятие автотрофно-экологической полезности, связанное с нелинейностью жадного суммирования неупорядоченных сумм различных по типу (что связано с имущественной дифференциацией) инвестиций и потребления, позволяет производить денежную оценку товаров и услуг в подходящих единицах измерения, придавая этой оценке субстанциональный (или стоимостной) вид. В этом смысле диспропорции ценообразования характеризуют субстанциональные или стоимостные потери экономической системы.

Приведенные рассуждения можно проиллюстрировать известным в экономике мысленным экспериментом, предложенным еще Рикардо. Если допустить, что кассовая наличность (или остатки на счетах) предпринимателей и домашних хозяйств удваивается, то, принимая постулат “однородности”, можно предположить, что цены на товары и услуги вырастут в одинаковой пропорции. В этом случае, поскольку количество субстанциональных денег осталось неизменным (как если бы в экономике не произошло структурных изменений), возникает вопрос о том, в каком смысле номинально удвоенная денежная база характеризует количество субстанциональных денег системы. Ответ заключается в определении условий, в силу которых происходит удвоение денежной массы. Поскольку политика “количественного смягчения” порождается структурным дисбалансом, безработицей, дефицитом бюджета и т.п., и как таковая призвана воздействовать на эти показатели, характеристика качества функционирования экономической системы в терминах экологической полезности предполагает учет перечисленных факторов, включая неопределенности, связанные с адаптацией экономической системы к новым параметрам денежной базы, и, как следствию, учету “неоднородных” элементов системы. В результате происходящие в структуре экономики изменения могут вызвать уменьшение количества субстанциональных денег даже при удвоении денежной базы, что может характеризоваться и вещественными, и мнимыми компонентами функции благосостояния. Увеличение номинальных денег, таким образом, опосредованно приводит к уменьшению субстанциональных через диспропорции в росте цен при структурных изменениях в экономике, когда инфляционные процессы сопряжены с риском вымывания с рынка “хороших” товаров товарами “плохими”. В таком субстанциональном смысле понятие экологической полезности, на котором строится приводимая конструкция и которое соотносится с понятием рисков, необходимо для оценки этой “ненаблюдаемой” части экономических измерений.

Для получения замкнутого описания в рамках общей динамической модели необходимо установление формальных связей между $W(z)$ и величиной $S[x(t),u(t)]$, совокупной величиной используемых ресурсов как функции от управления, что потребует привлечения экстремальных вариационных принципов с выводом функционала действия (возможной альтернативой этому методу может стать аппарат математической физики с перспективой экономической параметризации функциональных интегралов по траекториям).

Будем считать, что эволюция экономической системы описывается дифференциальными связями вида: $\dfrac{dx}{dt} = f(x,u)$. Тогда с учетом открытости системы к действию неконтролируемых факторов природной среды, а также зависимости от преобразованных состояний системы имеем: $\dfrac{dx}{dt} = f(x,u,W_\tau,\xi)$, где x - состояние производственных фондов (фазовые переменные), u – управление, для которого структура множеств $G(u_i \in G_{u_i})$ зависит от фазовых переменных, W_τ - текущее (мгновенное) благосостояниее на момент времени τ, предшествующее t, ξ - неконтролируемые случайные факторы. Как следствие, из общего утверждения о целесообразности сохранения структуры и неизменной целевых значений *W(z)* как функции состояния в открытой экономической системе (аналогично принципу стационарного состояния открытых систем в биологии) задача макроэкономического управления может быть рассмотрена как задача наилучшего использования ресурсов с минимизацией функционала вида:

$$S[x(t),u(t)] = \int_0^\infty F(x(t),u(t),W_\tau,\xi)dt \qquad (2),$$

где $S[x(t),u(t)]$ - количество используемых ресурсов, в том числе уже преобразованных, на момент времени t. Чтобы привести выражение (2) к виду, допускающему применение стандартных методов решений, потребуются дополнительные предположения о характеристиках и структуре множеств $X(x_i \in X)$, $U(u_i \in U)$ и $\Omega(\xi \in \Omega)$. Сложности приведения к стандартному виду связаны с зависимостью самого управления от фазовых переменных (что характерно для экономики, где состояние производственных фондов ограничивает конкретные управления), и допустимыми способами формализации связей между величинами $W(\Delta s_t^i)$, ξ и множеством *U*. При отсутствии явных гипотез о структуре множества Ω (равно как при отсутствии обоснованности в применимости методов, следующих из классической вероятностной модели), управления из *U* не являются измеримыми функциями и задача не разрешима стандартными методами. Удовлетворение требования открытости системы и отказ от переменных $W(\Delta s_t^i)$ и ξ в форме записи обобщенного функционала возможно при использовании критерия условно лимитирующих ресурсов с рассмотрением автотрофно-экологической полезности параметром в некой неизвестной однопараметрической функции риска. Тогда в терминах теории эндогенного экономического роста функционал (2) примет вид интегрального функционала, минимизирующего удельный индекс лимитирующего ресурсопотребления (или максимизации производительности использования компонентов природной среды по аналогии с обсуждавшимся выше индексом потребления):

$$S[N(t), L_e(t)] = \int_0^\infty [(1+\sigma)\ln N(t) - \ln(L - L_e(t))]dt \to \min \quad (3),$$

где фазовые координаты или технологии *N(t)* будут характеризовать динамику преобразования ресурсов, $L_e(t)$ - управляющий параметр "инвестирования" трудовых ресурсов в экологоориентированные отрасли, L - максимально возможная занятость населения, σ - параметр, в обще смысле понимаемый как эластичность предельной нормы замещения возобновляемых и невозобновляемых ресурсов (ресурсных факторов). Таким образом, с учетом того, что *W* в выражении (1) есть в определенном смысле выполняемая экономической системой работа, общая конструкция позволяет придать количественный смысл утверждению о том, что деньгами может называть тот товар или услугу, которые являются средством для совершения работы большей, чем для производства самого товара или услуги. Применимым критерием автотрофно-экологической полезности становится здесь принцип нелимитирующего ресурсопотреблеия (например, нефть является ограниченным ресурсом, но при определенных условиях ее добычи и потребления и в контексте взаимосвязей с развитием возобновляемых источников энергии может в то же время не являться лимитирующим ресурсом; другими словами, только современный способ производства и потребления нефти придает ей характеристику лимитирующего ресурса).

При том, что формально (1) не является выражением для энтропии, анализ структуры связей между формулами (1) и (2-3) позволяет говорить об аналогии с принципом максимума обобщенной энтропии из теоретической биологии, сформулированном в ряде работ А.П.Левича. Например, положение, согласно которому "принцип максимума энтропии эквивалентен принципу минимума потребления системой лимитирующих ресурсов", когда справедлива следующая формулировка "теоремы Гиббса": "потребление системой ресурсов минимально, при условии, что энтропия системы (или сложность, системы, ее разнообразие, и т.д.) выше некоторого порога"[4], или одна из "строгих интерпретаций" экстремального принципа: "*из заданного состояния система переходит в такое состояние, для которого метаболическое время системы минимально в пределах, задаваемых необходимой степенью структурированности системы*"[5].

В экономической трактовке принцип минимизации использования лимитирующих ресурсов будет означать, что при определенных значениях $W(z)$ достигается минимизация используемых ресурсов S (ограниченные ресурсы не становятся ресурсами лимитирующими). В результате получаем функцию благосостояния, зависящую от использованных ресурсов, выполняя сформулированные ранее требования к математической конструкции функционирования денег в экономике (модельных денег) в контексте общей экономической динамики. Непрерывный процесс создания (сохранения) денег в экономике характеризуется параметрами структуры производства и потребления в условиях минимизации использования условно лимитирующих ресурсов (минимизации соответствующих равновесных цен на возобновляемые и лимитирующие ресурсы). Оптимальное управление при решении (3) требует роста инвестирования, а именно количества занятых в экологоориентрированных отраслях и производствах $L_e(t) \to L$, что выражает содержательные характеристики принципа эффективной занятости - полная занятость теоретически возможна в условиях нелимитирующего ресурсопотребления при наилучшем в рамках восстановительного природопользования синтезе рыночных и централизованных методов управления, допускающем "техническую" возможность реализации подобного состояния занятости.

III. Основные результаты и выводы

1. Примененная в качестве иллюстрации математическая конструкция (уравнения (1)-(3)) формирует вспомогательные понятия структурных (энтропиеподобных) денег *W* и

величины ресурсов S (ресурсных денег), функционирование которых в экономической системе описывается с помощью параметра автотрофно-экологической полезности и уровня занятости в экологоориентированных отраслях экономики соответственно. Таким образом, эквивалентность, задаваемая выражением $\frac{S_e}{S_t} \sim \frac{L_e(t)}{L}$, позволяет придать как экономическим величинам, так и управляющим параметрам одно и то же содержательное значение. Функции благосостояния придается смысл функции денег именно как функции, аргументом которой является соотношение величин ресурсов, потребляемых во времени. Обоснование существования данной функции в виде математического объекта возникает как составная часть (наряду с задачей оптимального управления) задачи общего описания экономической динамики. В техническом отношении данная функция необходима, в том числе для того, чтобы корректно интерпретировать результаты решения задачи оптимального управления с отрицательными значениями эластичности замещения возобновляемых и невозобновляемых ресурсных факторов.

2. Сравнение динамики изменения величины W с динамикой изменения денежной массы является необходимым шагом в анализе роста цен и монетарных составляющих инфляции. В частности, из модели следует вывод, что инфляция может возникать и без первоначального увеличения денежной массы, рост W как показателя субстанциональных денег экономической системы может сопровождаться падением стандартным образом исчисляемого показателя ВВП и наоборот. Рост ВВП, таким образом, в отличие от показателей занятости населения, не может считаться однозначным критерием для оценки качества макроэкономического управления.

3. Приведенная модель функционирования денег в экономике позволяет обосновать рациональное природопользование как природопользование восстановительное, что рассматривается в качестве основного результата работы. Из **с**оответствующей ей формулировки задачи оптимального управления, в которой минимизируется интегральный функционал индекса лимитирующего ресурсопотребления, следует принцип эффективной занятости как полной занятости при восстановительном природопользовании. В терминах эндогенной теории экономического роста траектория приоритетного технологического развития экологоориентированной экономики представляет собой оптимальную траекторию экономического роста, обеспечивающего наибольшее коллективное благосостояние. Подобная теоретическая конструкция может служить обоснованию геоэкологической экономики нового типа, концептуально близкой, но и существенным образом отличной от сложившихся после конференции в Рио-де-Жанейро представлений об устойчивом развитии, поскольку не содержит искусственного разделения на экономические и экологические аспекты в хозяйственной деятельности.

4. Известные своей дискуссионностью в математической экономике условия интегрируемости агрегированной функции потребительского спроса получают новую интерпретацию и связываются с понятием автотрофно-экологической полезности и выполнением условий постоянной предельной полезности денег. Как известно, в контексте функционирования банковского сектора экономики при отсутствии условий интегрируемости функции спроса и действующих равновесных ценах показатели прибыльности отдельного проекта (и соответственно инвестиции при его финансировании) вовсе не означают эффективности этого проекта для экономики в целом (см., например,[9]). Отсутствие такой интегрируемости в общем случае требует последовательной экологизации деятельности самого финансового сектора в условиях эволюционирующей экономики. Под финансовой экологизацией в общем смысле понимается неспекулятивная деятельность, связанная с обладанием деньгами и их инвестированием (ограничением спекулятивного мотива владения деньгами). Сама по себе эволюция рыночных структур и модель “совершенной конкуренции” отнюдь не гарантируют выполнения обсуждаемых условий интегрируемости функции конечного спроса, но в силу отсутствия эквивалентности в структуре инвестиций и потребления,

связанной в имущественной дифференциацией, не согласуются с ними. Упрощая, можно было бы сказать, что функция конечного агрегированного спроса не интегрируема при наличии инфляции, равно как при вынужденной безработице, однако всегда интегрируема в смысле экологической полезности. Потому выбор для финансирования эффективных проектов из числа имеющихся возможен лишь в порядке формирования геоэкологической экономики нового типа, обеспечивающей наилучший синтез рыночных и централизованных методов управления с реализацией принципа эффективной занятости населения. *В некотором смысле содержательным аналогом предельных теорем из теории вероятностей и теории случайных процессов (известных принципов инвариантности, формулируемых с доказательством предельных теорем) применительно к экономике может служить утверждение о том, что процесс поиска наилучшего управления с комбинацией рыночных и централизованных методов управления "сходится" (в смысле "сходимости по распределению") к процессу формирования геоэкологической экономики, построенной на принципе эффективной занятости населения - как своего рода предельная теорема макроэкономического регулирования в экономике.* Приведенная аргументация позволяет утверждать, что именно в таком случае при реформировании рынков капитала финансовый сектор как ресурсораспределительная часть экономической системы может "производить" новые деньги при неинфляционном росте экономики и обеспечивать оптимальные условия перехода от одной технологической структуры производственных затрат к другой.

5. Можно показать, что состояние эффективной занятости (полной занятости при восстановительном природопользовании), которому соотвествует наилучшее использование ресурсов, не является Парето оптимальным. В этой связи необходим анализ соотношения понятий автотрофно-экологической эффективности и эффективности по Парето в контексте параметризации функции риска (примечательно, что категория риска не участвует при формулировке понятия эффективности по Парето). В техническом отношении матричная версия конструкции "жадной суммы", допускающая такую экономическую интерпретацию, при которой множество всех состояний экономичекой системы не является симплексом, а представление матриц полезности неоднозначно, может служить математическим объектом, позволяющими формализовать эти качественные предположения и выводы. Наиболее общее представление о том, что автотрофно-экологическая полезность есть полезность с учетом существующих и потенциальных рисков (а также утверждение о том, что эколого-экономическая эффективность представляет собой более фундаментальное понятие по сравнению с эффективностью по Парето), получает тогда формальное обоснование.

6. Предложенный способ описания предполагает создание методики вычислительно эксперимента для корректного сравнения соотношений и динамики изменений величин W в некий момент времени t и национального дохода Y, традиционно измеряемого за некий промежуток времени; требуется четкая содержательная интерпретация в отношении комплексной переменной z, а также обоснование процедуры использования статистических данных по имущественной дифференциации, представленных коэффициентом Gini как величины, служащей для измерения экологической полезности.

7. Проведенные вычисления по формуле (1) при $\operatorname{Re} z = 0{,}8$ в показателе ряда показывают, что неэкологическое потребление наиболее обеспеченной части общества на уровне свыше 20% от используемых ресурсов (принцип Парето постулирует имущественную дифференциацию, при которой 20% населения имеют 80% совокупных доходов) снижает величину коллективного благосостояния до уровня, который соответствует ситуации, когда ресурсы в обществе (доходы) распределяются равномерно. Таким образом, имущественная дифференциация как аргумент в пользу экономического роста имеет существенные количественные ограничения.

8. Конструкция субстанциональных мировых денег создает возможность проведения условных количественных оценок в подходящих единицах измерения, как если бы деньги

не существовали в их нынешнем виде. Этот тезис соответствует ответу на вопрос, мог бы существовать мир без денег. В этом смысле субстанциональные мировые деньги характеризуют хозяйственную систему даже при неком футуристическом сценарии их отмены. Однако только в современную эпоху, когда масштаб деятельности человека стал соизмерим с масштабом геологических процессов на планете, параметр автотрофно-экологической полезности, определяющий производство экономической системой новых денег (или точнее - способ их сохранения), и представляет собой главный конструктивный элемент такой оценки. В подобном “энергетическом” виде деньги получают инвариантное относительно типов и структуры инвестиций и потребления определение. Использование этого определения предполагает существование потенциальной проблемы соответствия показателей динамики денежной базы ненаблюдаемым (неизмеряемым) величинам в монетарной сфере, характеризующим состояние экономической системы. В целом конструкция субстанциональных мировых денег может быть полезна для оценок соотношений различных экономических величин с точки зрения проекта создания новой мировой валюты как прообраза денег будущего.

9. Приложения к теории цен. Макроэкономическая политика экологизации производства и потребления (модель геоэкологической экономики нового типа) свидетельствует о возможностях качественно нового синтеза рыночных и централизованных механизмов управления с формированием сбалансированных равновесных цен на экологоориентированную продукцию, которую выгодно производить в условиях рынка. Если в современных условиях способ использования невозобновляемых ресурсов воспроизводит прежнюю экономическую структуру (переводит систему в саму себя, воспроизводя безработицу), то равновесная структура производства и потребления в новых условиях будет формироваться за счет гибких производственно-технологических связей и регулируемых рыночных структур, функционирование которых позволит минимизировать использование условно лимитирующих ресурсов. Теория денег применительно к регулированию финансовой сферы полезна для оценки удельного роста количества денег в системе как показателя оборота и воспроизводства продукции, отвечающих требованиям эколого-экономической эффективности. Для реализации этих целей пенсионные фонды могут быть интегрированы с экологическими фондами, а денежные накопления могут инвестироваться в экологические проекты, минуя спекулятивных финансовый рынок. Учитывая географическое расположение России в мире и масштабность возможных экологических проектов (подобных проекту создания защитных лесополос в середине 20 века), тезис об экологической модернизации как об оптимальной траектории технологического развития подчеркивает перспективу ее лидерства в создании эффективной нового типа в рамках восстановительного природопользования .

Параметризация функции благосостояния и денег параметром экологической полезности решает нестандартную методологическую задачу – вид уравнения благосостояния позволяет идентифицировать неизвестный параметр не произвольным образом, а осознанно – выбирая его как индикатор-управление, придающий деньгам ресурсные характеристики метаболического времени системы. Экологическая рациональность обнаруживает при этом возможности конструктивного обоснования.

В виде параметра оптимизации в открытой экономической системе автотрофно-экологическая полезность, по всей видимости, имеет дополнительные возможности для макроописаний, чем категории стоимости и полезности, которые в современных условиях она призвана проинтерпретировать и расширить (в некотором смысле можно говорить об изоморфизме между этими объектами). В этом случае рассмотрение технологических коэффициентов модели межотраслевого баланса В.В.Леонтьева как содержащих гипотетические оптимальные величины суммарных затрат труда и стоимости на уровне теории естественно приводит к формулировке программы макроэкономического управления в открытой системе по принципу эффективной занятости с формированием вектора экологических затрат. Вместе с тем, не отрицая свободу воли и без применения каких-либо математических средств, подобный вид "макроуправления" на уровне принятия индивидуальных решений "помогает" реализоваться правилу этического порядка - "*качество помысла (намерения) определяет качество решения*". Последняя формула, в сущности, и есть главный критерий верификации экологической полезности: в ней этическое приобретает конкретный физический смысл.

Литература

1. Асеев С.М., Кряжимский А.В."Принцип максимума Понтрягина и задачи оптимального экономического роста", 2007.
2. Булгаков С.Н. "Философия хозяйства", 2009.
3. Кейнс Дж. "Общая теория занятости, процента и денег", 1936.
4. Левич А.П., Алексеев В.Л. "Энтропийный экстремальный принцип в экологии сообществ: результаты и обсуждение", Биофизика, 1997.
5. Левич А.П. "Моделирование природных референтов времени: метаболическое время и пространство", 2009.
6. Леонтьев В.В. "Экономические эссе", 1990.
7. Моисеев Н.Н. "Кибернетическое описание эколого-экономических систем", Избранные труды, 2003.
8. Нейман Дж.фон, Моргенштерн О. "Теория игр и экономическое поведение", М, 1970.
9. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А."Опыт математического моделирования экономики", 1995.
10. Холево А.С. "Вероятностные и статистические аспекты квантовой теории", 2003.
11. Щепин Е.В. "Об умножении бесконечных сумм", 2004, "Лекции по математическому анализу. Ряд и интеграл", 2010;
12. Evgeny Shchepin "Greedy sums and Dirichlet series", http://arXiv.org/abs/1110.5285v1, 2011.