

Сведения об авторе**Тютюнник Юлиан Геннадиевич**

доктор географических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник Института
эволюционной экологии Национальной академии
наук Украины;
03143, Украина, г. Киев, ул. Академика Лебедева,
д. 43

e-mail: yulian.tyutyunnik@gmail.com

About the author**Yulian G. Tyutyunnik**

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading
Researcher, Institute for Evolutionary Ecology of the
National Academy of Sciences of Ukraine;
43, Akademika Lebedeva st., Kiev, 03143, Ukraine

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Тютюнник Ю.Г. Ландшафт как предельная модель множеств // Географический вестник =
Geographical bulletin. 2019. №1(48). С. 121–132. doi 10.17072/2079-7877-2019-1-121-132

Please cite this article in English as:

Tyutyunnik Yu.G. Landscape as a limit model of sets // Geographical bulletin. 2019. №1(48). P. 121–132. doi
10.17072/2079-7877-2019-1-121-132

УДК 910.3

DOI 10.17072/2079-7877-2019-1-132-143

**МАТЕРИАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОЭВОЛЮЦИИ
КОМПЛЕКСНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ****Юрий Юрьевич Ковалев**

Author ID: 135593

e-mail: yukowaljow@gmail.com

Уральский федеральный университет им. первого Президента России

Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

Рассматриваются теоретические и практические аспекты интегрального изучения географических явлений в рамках системной теории комплексности. Анализируются понятие «территориальная система», ее структуры, процессы, свойства, эволюция. На примере материально-энергетического метаболизма территории характеризуются природно-социальные отношения в исторической и хронологической перспективе. Показан их современный неустойчивый и разрушительный модус. Демонстрируются нелинейные отношения субсистем территорий, механизмы адаптации к изменяющимся условиям и самоорганизации. Обосновывается необходимость трансформации территориальных систем на принципах коэволюции субсистем в целях устойчивого развития.

Ключевые слова: территориальная система, теория комплексности, холизм, коэволюция, самоорганизация, трансформация, устойчивое развитие.

**MATERIAL AND ENERGY METABOLISM AND PROSPECTS OF
CO-EVOLUTION OF COMPLEX TERRITORIAL SYSTEMS****Yuriy Yu. Kovalev**

Author ID: 135593

e-mail: yukowaljow@gmail.com

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg

The article considers theoretical and practical aspects of the integral study of geographical phenomena in the framework of the system theory of complexity. The concept 'territorial system', its structures, processes, properties, and evolution are analyzed. By the example of the material and energy metabolism of the territory, natural and social relations are characterized in a historical and chorological perspective. Their

modern unstable and destructive mode is shown. Nonlinear relations between subsystems of territories, mechanisms of their adaptation to changing conditions and their self-organization are demonstrated. The necessity of the transformation of territorial systems on the principles of co-evolution of subsystems for the purposes of sustainable development is substantiated.

Key words: territorial system, theory of complexity, holism, co-evolution, self-organization, transformation, sustainable development.

Введение

Современный этап повышенной геонестабильности, проявляющейся в прогрессирующих политических разногласиях, конфликтах, борьбе за сферы влияния между крупными территориальными блоками власти, а также в углубляющихся экологических, социальных, экономических проблемах, в большей или меньшей степени затронувших все страны мира, имеет в своей основе когнитивную природу и связан с «устаревшими» представлениями об окружающем нас мире и месте в нем человека. Немецкий физик Ханс-Петер Дюрр, ученик В. Гейзенберга, долгие годы возглавлявший Институт Квантовой физики научного общества им. М. Планка, соавтор Потсдамского манифеста (2005), говорит о том, что сегодня в глобальном общественном сознании доминирует материалистически-механическая картина мира, сформировавшаяся еще в начале XIX в. [14, 48]. Классическая научная картина мира, с ее упрощенным, фрагментированным, каузальным объяснением реальности (с позиций современной науки), односторонним представлением о прогрессе, антропоцентризме, служит на сегодняшний день главной операционной моделью для принятия коллективных решений и обыденных поведенческих реакций большинства индивидуумов. Однако актуальность данных представлений, в связи с изменением организации общества, достижениями современной науки, и неспособность материалистически-механической картины мира дать адекватный ответ на комплексные проблемы современности вызывает все большую критику как философов, так и ученых-специалистов.

Изменение основных координат миропонимания стимулирует поиск новых концепций, обновление терминологического аппарата и в других научных направлениях. Особенно в комплексных науках, какой и является география, ощущается явный диссонанс между ее традиционным делением на природную и общественную часть, устоявшимися понятиями и новой мировоззренческой картиной, вызовами сегодняшнего дня. Цель данной статьи – показать необходимость интегрального исследования географических феноменов в рамках системной теории комплексности для лучшего понимания процессов становления, развития, функционирования и изменения территориальных систем, особенностей их организации, их внутреннего и внешнего метаболизма, механизмов эволюции структур территории. Изменение перспективы понимания пространственных явлений, вероятно, послужит стимулом для создания новых моделей регионального развития, в которых упрощенные причинно-следственные отношения, строгие вертикальные и горизонтальные иерархии, узкий круг акторов уступят место комплексным, разнородным, взаимозависимым структурам, сетевому, неиерархичному взаимодействию и широким природно-социальным альтернативам, базирующимся на кооперации, коэволюции, творчестве и инновациях.

Эволюция научных парадигм

История человечества есть история его ментального развития со стадиями доминирования определенного мировоззрения. К. Уилбер, ссылаясь на работы Гегелера, Сорокина, Белла, Хабермаса, Фуко, Бергера, выделяет пять ступеней эволюции мировоззрения: архаичное, магическое, мистическое, рациональное и экзистенциальное (интегральное) [9]. Сознание и распространение мировоззрений неразрывно связаны с формами хозяйственного развития. Архаичное сознание было характерно для общества охотников-собирателей, магическое – для садово-огороднического общества, мистическое – земледельческого, рациональное – индустриального и интегральное – постиндустриального (информационного) общества. Такие же стадии развития сознания можно наблюдать и в процессе онтогенеза, поэтому любое сознание – это синтез многих представлений. Все элементы главных мировоззренческих представлений также до сих пор существуют в коллективном сознании отдельных народов и в каждом индивидуальном сознании, но их соотношения различны. Речь идет о доминирующем сознании. Сегодня мы видим, что, несмотря на новые технологии, компьютерную и сетевую революции, наше сознание по-прежнему оперирует терминами индустриального времени, мы используем модели классической науки для объяснений явлений

современности. Наше сознание, пресыщенное информацией, уставшее от рутинной деятельности, управляемое массмедиа, не способно увидеть мир в комплексе, взаимосвязи и взаимозависимости, интегрировать части в целое, *в единое – в Систему*. Французский философ Э. Морен говорит о насущности реформы сознания, о необходимости новой эпистемологической парадигмы – парадигмы целостности, комплексности, тождества [19, 156].

Классически-фрагментированное мировоззрение оказало колоссальное влияние на развитие современной цивилизации. Все технологические, социальные и экономические достижения современности базируются на этой картине мира. Основанная на экспериментальном опыте, аналитически-количественном методе, реализуемая в технологиях материалистически-механическая картина мира стала основой промышленных революций, подняла страны до невиданного в истории уровня экономического развития. В интеллектуальной деятельности данная парадигма привела к дроблению наук, фрагментации исследований, гиперспециализации. Особенно драматическим для общественного развития, по мнению Э. Морена, стало гносеологическое разделение человеческого и естественного, природы и общества, выходящее из философской системы Р. Декарта. Противопоставление Р. Декартом двух субстанций – мира вещей (*res extensa*) и мира сознания человека (*res cogitans*) позволило создать теоретический фундамент к неограниченному господству не только человека над природой, но и человека над человеком [17, 54]. Дуализм, «разорванное сознание» (по Ф. Шеллингу) были не способны увидеть мир в единстве и целостности, что имело огромные последствия для дальнейшего развития человечества.

Эволюция географической мысли отражает путь развития общей науки. В ней также можно увидеть этапы конкретизации, дифференциации, специализации научных направлений, формирование новых отраслей науки, а также периоды консолидации, объединения, обобщения, синтеза знаний. Дифференциация научных направлений в географии происходила в контексте общих тенденций в науке к углублению и специализации исследований. Единая география была также фрагментирована на отрасли знаний, с их усиливающейся специализацией. Создание двух географий, разделение исследований на природную и общественную области, их возрастающая методологическая несовместимость способствовали потере общего предмета исследования. Немалую роль в этом сыграла идеологическая составляющая науки. В СССР марксистский тезис о разнокачественности законов развития природы и общества стал научной догмой для нескольких поколений советских (российских) ученых–географов. Искусственное расторжение и непринятие единства природного и человеческого напоминали господствовавшие в науке в XVII в. догматические принципы витализма, противопоставляющего органическую и неорганическую природу. Основные категории географии подверглись переосмыслению, например, понятие «географическая оболочка». С 1930-х гг. ее рассматривали исключительно как природный феномен, а из понятия «ландшафт» был исключен его социальный компонент. Ландшафт стал рассматриваться как природно-ресурсная предпосылка жизни и деятельности человека [6, 18]. В то же время социально-экономические исследования сконцентрировались на своих (общественных) полях, упуская из вида природный компонент. В результате этого география как наука потеряла свой общий предмет исследования и на сегодняшний день ее вполне можно отнести к числу вымирающих областей знаний. Именно искусственная фрагментация, разделение географии на два «разнородных» блока, является сейчас ее самым уязвимым местом и не соответствует современным мировоззренческим представлениям постнеклассической науки. Синтез и интеграция – это то, в чем нуждаются сегодня современные ландшафтные исследования [6]. Можно к этому добавить, что не только ландшафтные исследования, но и вся география! Именно комплексное исследование географического явления в рамках *геосистемной* парадигмы смогло бы «омолодить» географию и дать эвристический толчок развитию целого спектра географических исследований. Еще в начале 1970-х гг. Ю.Г. Саушкин предостерегал, что «разрыв познания природы и общества не позволяет прийти к действительно конструктивным выводам, познать реальные противоречия в материальном мире и ликвидировать опасность их дальнейшего обострения. Соединение познания природы и человека необходимо!» [7, 347]. Сходную мысль высказывает и проф. А.Г. Топчиев: «Теоретическая география должна уяснить свою миссию и оценить свои возможности в создании новой картины мира. Особую роль играет то обстоятельство, что география – единственная среди всех наук (за исключением в определенном смысле философии) охватывает своей предметной областью природу, население и его хозяйственную деятельность. И лейтмотивом географической науки выступает взаимодействие общества и природы» [8, 118]. Проф. В.А. Горбанев утверждает, что единственный выход спасти сейчас географию – возврат к концептуальному синтезу природного и социального,

изучение их взаимодействия в отдельных пространственно-территориальных единицах [2]. А это, по нашему мнению, предполагает практическое и концептуальное изучение геосистемных моделей на базе эволюционирующей теории систем.

Наиболее актуальной системоориентированной моделью может служить теория комплексности, применяемая отдельными исследователями (Thrift, N, 1999, O' Sullivan D, 2004, Manson S.M., Messina J.P., Crawford T.W. 2006, Ratter B.M.W., 2016) для объяснения геопространственных отношений и динамики геопространственных систем [20, 22, 24]. Теория комплексности рассматривает геопространство как сложную территориальную систему (геосистему), состоящую из нелинейно взаимодействующих компонентов (субсистем) различного качества и различного уровня (multi-level-perspective). В географии она фокусирует свое внимание на такие качества систем, как эмерджентность, адаптация, самоорганизация, резильентность, и пытается объяснить поведение системы (ее динамику) с позиций нелинейного, динамического, многоуровневого взаимодействия субсистем территорий. Субсистемы территорий образуют как природные, так и социальные структуры (рис. 1). В свою очередь, каждая из этих систем состоит из многочисленных элементов различного иерархического уровня.

В отличие от классической системной теории теория комплексности подчеркивает неопределенность развития системы, отсутствие в ней стремления к равновесию, скачкообразность и цикличность внутренних изменений, наличие процессов саморегулирования и самоорганизации для сохранения важнейших структур и функций систем [15, 12]. Территориальные системы – комплексные системы, в которых наблюдается нелинейное взаимодействие элементов. Под воздействием внутренних и внешних факторов в них происходят процессы постоянного обновления и изменения структур систем, адаптации к изменяющимся условиям, а также создания структур, формирующих внешние условия для других систем. Таким образом, территориальные системы представляют собой самообучающиеся системы, способные к творчеству, инновациям, изменению структур и функций для достижения оптимального модуса развития в данном отрезке времени.

Исходя из этого теория комплексности, по нашему мнению, наиболее адекватна современным научным представлениям и может стать методологической основой исследования географических явлений в рамках современной постнеклассической науки. Анализ элементов территориальной системы, особенностей их взаимодействий, взаимовлияния, совместного развития и коэволюции очень важен для понимания организации всей системы, устраняет искусственное многоуровневое разделение системы (макро-микро, природное-социальное), видит мир единым и целостным. Понимание функциональности системы, в свою очередь, дает возможность влиять на структуры и процессы внутри системы, усиливать желательное развитие, корректировать ошибки, способствовать трансформации структур, активизировать механизмы самоорганизации и территориального творчества. Комплексный подход, таким образом, предлагает географам изменить перспективы исследования географических явлений, дает возможность получить новые, неожиданные знания о развитии территориальных систем.

Территориальные системы: структура, процессы, свойства

В советском и постсоветском пространстве изучение территорий в категориях системы началось относительно давно, однако лишь в редких случаях они рассматривались географами как единство социального и природного. В каждом из направлений географических исследований были свои системы: природные, производственные, культурные, туристические и т.д. До сих пор, по мнению Ю.Н. Гладкого, мало кто из географов осмеливается в понятие гео(территориальная) система внести социальный или духовный элемент [1, 251]. Сегодня этот синтез становится наиболее актуален. Лишь понимание процессов взаимодействий внутри территориальных систем, между ее различными субсистемами может способствовать коэволюции, сбалансированному развитию территорий и всей нашей планеты. Эта мысль в большей или меньшей степени отражена в работах современных российских географов: М.Д. Шарыгина, Б.Б. Родомана, Ю.Н. Гладкого и др. [10, 5, 1].

По определению В.М. Котлякова и А.И. Комаровой, территориальные системы представляют собой «пространственную близость взаимосвязанных элементов окружающей среды и общества, взаимодействующих на определенной территории» [4]. По нашему мнению, это не только близость, но и прежде всего – единство тесно взаимосвязанных многообразных абиотических, биотических и социальных компонентов, взаимодействующих по энергетическим, материальным, информационным линиям в открытых пространственных единицах. С точки зрения социально-экологической концепции, территориальная система – это единственная из всех известных в универсуме систем (за

исключением тела человека), в которой интегрированы природная (материальная) субстанция и коллективное сознание людей (культура). Между природой и социальными системами существует прочная связь, обусловленная тесной переплетенностью энергетических, вещественных и информационных потоков.

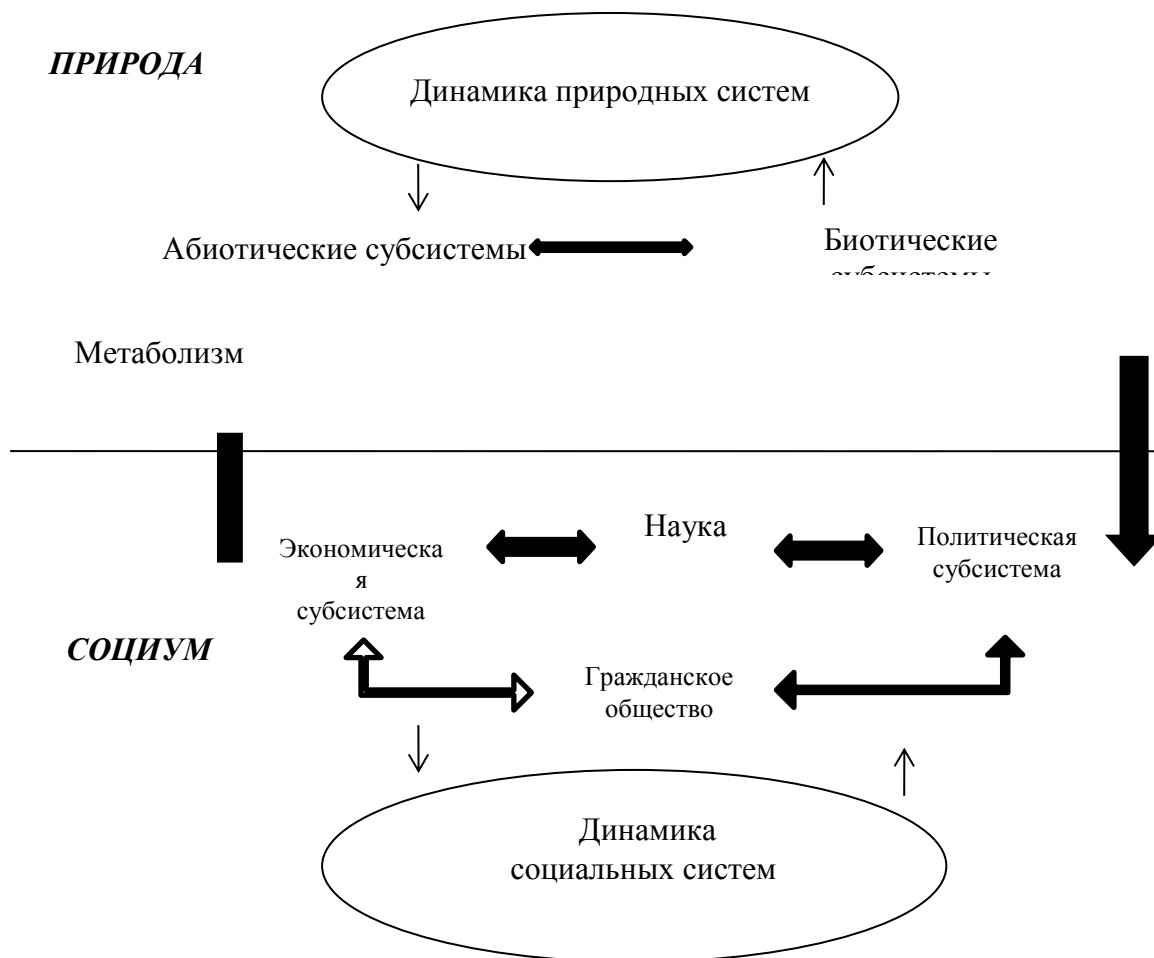


Рис. 1. Структуры и процессы в территориальной системе (составлено автором)

Материально-энергетические взаимоотношения между природной и социальной системой представлены на рис. 1. В этих отношениях важную роль играет превращение полезной энергии (эксергии), сконцентрированной в природе, посредством современной человеческой деятельности в «мертвую» энергию (анергию), а также превращение материи (сырья) в товары и их последующая утилизация. Как мы видим, в ходе исторического развития человечества, его географической и технологической экспансии в окружающую среду энергетический и вещественный капитал природы сокращался, одновременно возрастала доля бесполезной энергии в виде тепловых, вещественных выбросов в планетарные сферы, роста материальных отходов, что влекло за собой деградацию практически всех глобальных экосистем, биоразнообразия, изменение климата. На сегодняшний день из недр Земли ежегодно извлекается гигантское количество природного сырья, а именно более 135 млрд т, из которых лишь 92 млрд т непосредственно используется человеком [29]. Необходимо отметить, что за последние 30 лет добыча ресурсов в мире выросла в абсолютных показателях на 132% [29]. К 2050 г., по прогнозам исследователей, добыча сырья в мире вырастет до 250–300 млрд т, если не изменятся основные технологические и социальные модели производства и потребления [18, 43].

Территориальная система отражает в своей современной структуре стадии развития природной и социальной сферы: от физиосферы (абиотический элемент) к биосфере и далее к антропосфере (ноосфере). При этом происходят усложнение структуры системы, повышение уровня ее организации. В основе эволюции лежат процессы дифференциации subsystems, их нового комбинирования, новых связей, нового уровня организации, что обуславливает образование системы

более высокого уровня [9]. На каждом этапе развития геосферы та или иная ее часть (физио-, био- и антропосфера) во многом определяла режим функционирования всей системы. Образование антропосферы (по К. Уилберу – ноосферы) с ее более пластичной благодаря человеческому сознанию организацией ознаменовала новый этап развития территориальных систем – этап трансформации природных систем в антропогенные. Сегодня практически нет территориальных систем, в которых не присутствовал бы прямо или косвенно социальный элемент. Наблюдается лишь различный уровень взаимодействий между системами территорий. Образ жизни людей, формы хозяйственной деятельности, уровень развития производительных сил, отраслевой характер производства, плотность населения, экономический режим определяют интенсивность энергетического и материального обмена с окружающей средой. В одних местах такое взаимодействие очень плотное (индустриальные регионы, города), в других (тропические леса, пустыни, полярные территории, высокогорье) – носит спорадический или косвенный характер. Представление о территориальных системах, исключая человеческий фактор, не отвечает сегодня действительности. По словам американского географа Э. Эллиса (E. Ellis), «рассматривать Землю как природную экосистему представляется устаревшим, Земля стала уже человеческой системой с включенной в нее естественной экосистемой» [23].

Доминирование антропогенных субсистем в территориальной системе определяет формирование границ систем. Деятельность человека, решения, принимаемые властью, населением, территориальная культура формируют определенный режим взаимоотношений между субсистемами территории. Формальные и неформальные институты, законодательная власть определяют ее внешние границы. Границы территориальной системы могут совпадать с административными границами государств, регионов, стран, обладающих определенной степенью автономии и способностью к управлению собственной территорией, в том числе и к менеджменту их экосистем. Политической системе территории как органу принятия решений отводится главная роль в создании механизмов взаимодействий между антропосферой и природой. Немецкий исследователь Э. Баренберг (Bahgenberg) считает, что политическая система территории влияет на характер и уровень взаимодействия между ее различными функциональными системами [11]. Она может усиливать или ослаблять внутренние системы территории, изменять их режим. Можно добавить, что это проявляется на уровне не только национальных территориальных систем (государства), но и менее крупных образований (регионов, вплоть до локального уровня коммун). Дело не в том, что политическая система располагает особыми функциями управления других систем, просто политика как функциональная система при взаимодействии с другими системами территорий рассматривает их как территориально-связанные системы, как единое целое, как продукт коллективных решений территории [11, 57]. От принятия решений власти зависит модус взаимодействий между функциональными системами территорий.

Политическая система территории (как инструмент реализации общественного мнения) может принять «строгое» экологическое законодательство, влиять на архитектуру и развитие территориальной инфраструктуры в соответствии с принципами коэволюции человека и природы, стимулировать переход к экологически чистым источникам энергии, энерго- и ресурсосберегающим технологиям, замкнутому циклу производства и т.д., т.е. осуществлять экологическую модернизацию в соответствии с новым технологическим укладом. Государство способно создать экономику и социум, которые коэволюционируют с природой, а не разрушают ее. С другой стороны, правительство, парламент могут игнорировать требования времени и продолжать политику «статус-кво» в отношении природных систем, т.е. видеть в них объект неограниченной эксплуатации и наживы. Политика фетишизации экономического развития территории (региона) приводит к возникновению региональных экологических проблем или, в случае стран Запада, за счет высокого потребления импортируемых ресурсов – к деградации природных систем в государствах-экспортерах сырья (что в конечном итоге отражается на состоянии геосистем и в странах Запада). В целом, тотальная экономизация как географического пространства, так и сознания человека превращает природу в товар, а людей – в ненасытных потребителей (*homo consumens*) с ограниченным восприятием мира, когнитивной закрытостью к целому, комплексному, системному мировоззрению, что становится главным барьером на пути коэволюции территориальных систем и, соответственно, устойчивого развития. Современный глобальный материально-энергетический метаболизм, его территориальные особенности и динамика отражают высокоэнтропийный, антиэкологичный образ жизни части населения нашей планеты. Без изменения этики потребления любые экологические инновации не дадут желаемого эффекта. Политическая система должна не только способствовать развитию в регионе экотехнологий и осуществлять природоохранные мероприятия, но и принимать

меры по регулированию потребления, широкому эколого-холистическому просвещению населения. Однако в этом вопросе наблюдается острый диссонанс между экономическими и экологическими целями развития территорий. Современная парадигма экономического развития, «обогающая» экономический рост и глобальный торговый режим (Trade of Terms), стимулируют неограниченное потребление материальных и энергетических ресурсов.

Для примера рассмотрим современную динамику потребительской культуры Швеции, которая, как известно, является во многом пионером экологической модернизации в мире. Анализ потребления материальных ресурсов в абсолютных показателях в этой стране показывает их циклический рост в период 1990–2017 гг. на 45 млн т (со 120 млн т/год до 165 млн т/год) [29]. Большая часть потребляемых в стране материалов импортировалась в виде товаров из других регионов мира. Потребление одежды, продовольствия, электроприборов, парфюмерии увеличилось в этой стране на порядок. Британский историк Ф. Трентманн в своей книге «Империя вещей» утверждает, что если в 1990 г. житель Стокгольма приобретал в среднем 6 кг одежды в год, то в 2011 г. – 19 кг (более чем 3-кратный рост); покупка парфюмерии и косметики выросла в душевых показателях в 4 раза, электронных приборов – в 3 раза, мяса – на 25% [25, 922]. Успехи в рециклинге бытовых отходов Швеции нивелируются их ростом. Так, в Стокгольме из производимых в год 480 кг/чел. лишь 79 кг используются как вторичное сырье (17%), остальные 401 кг/чел. (или в абсолютных показателях более 300 тыс т/год) депонируются [25, 904].

Аутсорсинг производства из развитых стран, интернационализация торговли пространственно разрывают регионы потребления и производства, стимулируют межрегиональный торговый обмен. Превращение Китая в глобальную производственную площадку, обеспечивающую весь мир разнообразными промышленными товарами, поставило страну в 2013 г. на грань экологической катастрофы [3]. Курсирующие между странами Азией (в основном Китаем) и Запада более 45 тыс. фрахтовых судов ответственны за 870 млн т ежегодных эмиссий в атмосферу CO₂, 20 млн т оксида азота и более 15 млн т сернистых газов, что непосредственно влияет на изменение климата нашей планеты [27]. Дальнейшее развитие интернет-торговли, а в скором времени и интернета вещей значительно усилят глобальное потребление, а значит глобальную нагрузку на природные системы, что, в свою очередь, обусловит дестабилизирующий эффект на социально-экономические и политические системы мира.

Энергетический и вещественный метаболизм территориальных систем

В основе функционирования и развития территориальных систем лежат процессы обмена энергией, веществом, информацией между структурами внутри системы и вне ее. Внутри территориальных систем существует тесная взаимосвязь и взаимозависимость между ее подсистемами. Рост экономических, социальных систем территорий, выраженный в повышении уровня развития производительных сил, в численности проживающего населения, его благосостояния, прямо отражается на функционировании природных систем. Исторически можно наблюдать параллели между ростом материального благосостояния населения и использованием энергетических и материальных ресурсов природы. Впервые такую взаимосвязь увидел британский философ Г. Спенсер. В своей работе «Основные начала» он отмечает, что общественный прогресс базируется на имеющихся в избытке энергетических ресурсах [26, 73]. Рост их потребления обеспечивает динамику и благосостояние общества. Исследования современных авторов показывают возрастание общественного метаболизма в эволюции человеческого общества. В первобытнообщинном обществе потребление энергии, использование материальных ресурсов было больше, чем у высших приматов. В аграрном обществе, в связи с оседлостью населения, domestikацией животных, ростом ремесел, процессы обмена энергией и вещества непомерно возросли. По данным Х. Вайц, метаболизм аграрного общества превышал в душевых показателях первобытнообщинный в 3–10 раз [26, 30]. Однако его метаболические процессы, аналогичные тем, что в природе, практически не выходят за пределы локальной территориальной системы и носят замкнутый, круговой характер. В традиционном обществе экономическая деятельность представляла собой стационарный, повторяющийся процесс, находившийся в постоянном равновесии. Как отмечает швейцарский экономист Х.С. Бинсвангер, «в этом простом экономическом процессе (сельское хозяйство и ремесленные мастерские) природа может восприниматься как бесконечный источник производства и место депонирования отходов» [12].

С конца XVIII в. круговой, замкнутый модус метаболических процессов между социальной (прежде всего, экономической) и природной системами выходит на новый уровень развития:

циркуляционные процессы все больше заменяются куммулятивными, нацеленными на экспансию и рост, выход за пределы региональных рынков и границы региональных экосистем. Это время получило в экономической литературе обозначение индустриальной революции, так как накопление и инвестирование капитала в промышленное производство, базирующееся на горючих полезных ископаемых, стали мотором социально-экономического развития. В этой стадии круговой цикл движения товара уже не вписывается в экологический круговорот: для всеувеличивающегося производства требуется все больше природных ресурсов, что обуславливает изменение экосистем, уменьшение видового биоразнообразия, разрушение биосферы. Территориальный метаболизм энергии и вещества резко возрастает. Он в 5–10 раз превосходит уровень обмена аграрного общества [26, 31]. Производимые отходы в виде газов, жидкостей и твердых тел уже не могут «усваиваться» локальными (региональными) экологическими системами, что приводит к их аккумуляции в различных природных средах (атмосфере, океане, почвах и т.д.). Противоречия между антропогенной и природной системами, между линейным ростом производства на основе поглощения материально-энергетических ресурсов в экономике и круговой циркуляцией веществ в природе стали главной причиной резких «сдвигов» в термодинамике нашей планеты. Деструктивные процессы в глобальной геосистеме резко усилились, особенно с середины XX в. Это было связано с началом индустриализации в развивающихся странах и интенсификацией сельского хозяйства. В период 1970–2017 гг. добыча сырьевых ресурсов возросла в абсолютных показателях более чем в три раза, топливных – в 2,4 раза [29], в то же время выбросы CO₂ в атмосферу Земли демонстрировали практически трехкратный рост (с 15,2 до 41,6 млрд т) [30]. На сегодняшний день возникает вопрос о дальнейшем существовании нашей планеты. Поэтому необходимо создание новых отношений, нового режима взаимодействия природных и социальных систем.

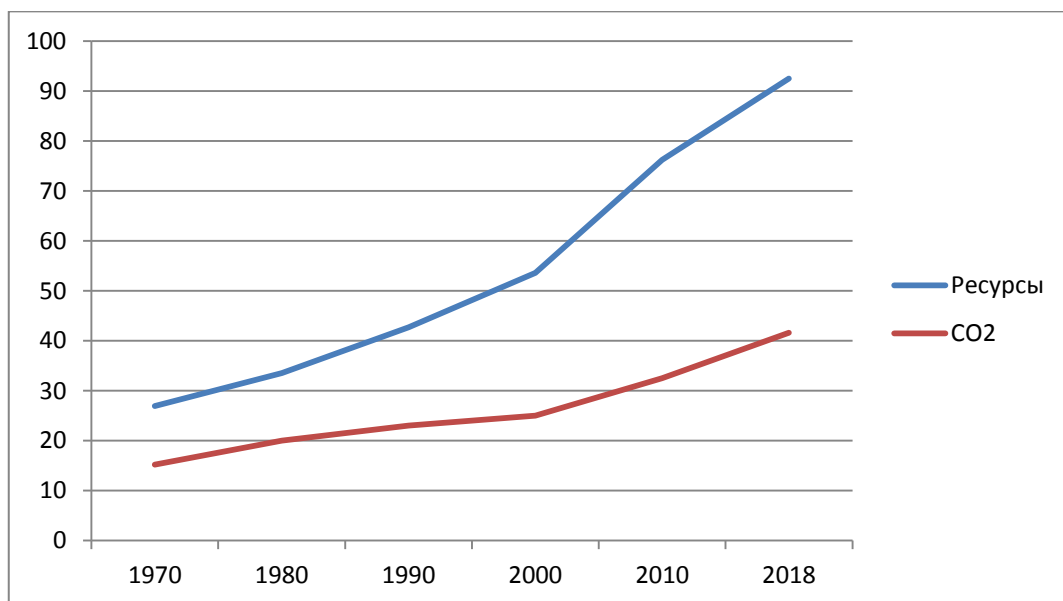


Рис. 2. Динамика добычи сырьевых ресурсов и выбросов CO₂ в период 1970–2018 гг., млрд т [29, 30]

В связи с этим актуальны мысли лауреата Нобелевской премии проф. В. Оствальда, автора второго закона термодинамики. В своих философских трудах он отмечал необходимость сдерживания энтропийных процессов. Он считал, что уровень прогресса общества находится в прямой зависимости от эффективности процесса превращения рассеянной энергии в полезную. Чем выше эффективность, тем ниже энтропийные процессы, тем выше уровень развития общества [21]. Современное же социально-экономическое развитие, наоборот, базируется на высокоэнтропийных процессах – использование невозобновимых энергетических ресурсов, сырья. «Кинетический экспрессионизм» (выражение немецкого философа П. Слотердейка) – жизненные условия среднего класса современного общества базируется на предположении безграничности природных ресурсов. Эти высокоэнергетические формы жизни должны быть изменены. Поэтому мысли В. Оствальда о прогрессе человечества актуальны как никогда.

Дискуссии

Пространственная структура энергетико-материальных режимов демонстрирует существенные различия между группировками стран мира. По показателям энергопотребления, материалопотребления, ВВП на душу населения, плотности информационных потоков, производимых отходов и выбросов CO₂ развитые страны на порядок опережают другие государства мира. Особенно по сравнению с наибогачейшими странами мира разрыв колоссален (таблица).

Взаимосвязь между ВВП стран, потреблением материальных, энергетических ресурсов и выбросами парниковых газов [28, 29]

Страна	ВВП/чел. тыс. долл	Материалопотребление т/чел.	Энергопотребление т. усл. топлива/чел.	Выбросы CO ₂ Т/чел.
Катар	138,4	59,7	20,2	45,4
Сингапур	81,3	31,8	5,1	10,3
Люксембург	72	100	6,8	17,4
США	57,5	26,8	6,9	16,5
Эфиопия	1,6	4,0	0,4	0,1
Нигер	0,9	4,9	0,1	0,1

Из таблицы видно, что потребление материальных ресурсов в Люксембурге в относительных показателях в 25 раз превышало показатели Эфиопии, энергетических ресурсов – в 17 раз. В то же время разрыв в эмиссиях CO₂ данных стран был более чем 100-кратным. Высокими показателями потребления материальных и энергетических ресурсов характеризуются страны Персидского залива, Гонконг (КНР), страны Северной Европы.

Еще более интересна территориальная структура добычи и потребления сырьевых ресурсов. В 2010 г. практически 80% ресурсов извлекалось на территории развивающихся стран. Доля государств Европы, США и Канады составляла чуть более 20% [16, 51]. В период 1970–2010 гг. доля развитых стран в мировой добыче сократилась в два раза (соответственно с 19,6 до 9,7%; с 20,9 до 10,5%) [16, 51]. Одновременно доля стран Азии увеличилась более чем в два раза (с 24,3 до 52,9%). В целом, «материальный след» развитых государств (25 т/чел.) практически в 10 раз превосходил уровень наименее развитых (2,5 т/чел.) [16, 80]. Поэтому сокращение масштабов потребления материальных, энергетических ресурсов, а также объемов выбросов твердых, жидких и газообразных отходов является первостепенной задачей экологической политики развитых стран.

Взаимосвязь между экономикой, как составной частью антропосистемы, и природной системой прослеживается и в историческом аспекте. Крупные экономические и политические державы мира не только определяли ход исторических событий на нашей планете, но и были главными потребителями «полезной» и производителями «мертвой» энергии в мире. В XIX в. Великобритания, владевшая практически половиной территории суши Земли, была ответственна за 50% выбросов CO₂ в атмосферу [13]. В период 1750–1900 гг. 4/5 всех выбросов в атмосферу приходилось на Западную Европу и Северную Америку [16]. В начале XXI в. движение к мировому доминированию Китая отражается в динамике его показателей материало- и энергопотребления. Так, в период с 1980 по 2010 г. материалопотребление страны выросло в абсолютных показателях практически в 10 раз (с 2,9 до 23 млрд т), в относительных – 2,9 до 17,7 т/чел. [31]. Выбросы парниковых газов в этот же период также увеличились практически в 10 раз (с 1,4 до 10,2 млрд т). На сегодняшний день на КНР приходится 30,5% выбросов антропогенного CO₂ в мире, что делает Китай лидером по эмиссии парниковых газов в мире и, следовательно, главным дестабилизирующим фактором мирового развития (разрушение абиотических систем (атмосферы) влечет за собой разрушение биотических и социальных систем).

Заключение

Перспективы коэволюции территориальных систем

Теория комплексности утверждает, что развитие комплексных систем часто происходит скачкообразно – эмерджентно, когда интеракции на микроуровне системы могут привести к качественным переменам на макроуровне, в результате чего вся система способна претерпеть радикальное обновление структур и процессов, приобретая новые свойства и качества. Сегодня мы видим насущную необходимость трансформации территориальных систем в направлении сбалансированного развития всех subsystems территории, перехода на новую энергетическую, материальную парадигму жизни общества для сохранения перспектив дальнейшего развития всего

человечества. Австрийский исследователь проф. М. Фишер-Ковальски считает, что глобальной цивилизации необходимо движение от неолиберального экономического режима, базирующегося на энергии топливных ископаемых ресурсов, к глобальному обществу устойчивости, основывающемуся на энергетике возобновляемых ресурсов [18, 57]. Изменения должны не только охватывать позицию человека в отношении использования энергии и ресурсов, но и включать в себя создание совершенно новых форм человеческих сообществ, в нашем случае, совершенно новых типов территориальных систем. Каждая территориальная система (страна, регион, город) представляет собой комплекс уникальных взаимосвязанных элементов (субсистем), имеющих собственную неповторимую историю развития, свою культуру, особую функциональность. Следование доминирующим глобальным шаблонам в развитии, сформированным в культурной среде государств Западной цивилизации (доминирование экономического сознания), не способствует сбалансированному развитию территорий, а, наоборот, создает новые проблемы, углубляет антагонизм между экономической, социальной сферами, традиционной культурой, природной средой. Поэтому необходимо стимулировать территориальное развитие на основе уникальных внутренних свойств систем, ее ценностей, культуры, специфического взаимодействия ее субсистем. С этой целью важно формировать открытые «пространства» для свободной коммуникации различных региональных акторов, поощрять процессы коллективного обучения, эксперименты, инновации, создавать в регионах социальные альтернативы. Долгосрочное и благоприятное для всех развитие возможно лишь на основе широкого привлечения самых разных социальных акторов. Территориальные системы – открытые системы. Потоки информации, энергии и вещества, проникающие в систему извне, оказывают сильнейшее воздействие на процессы организации внутри территориальной системы. Экзогенное влияние активизирует процессы самоорганизации, адаптации и резильентности, усиливают внутренние интеракции, что обуславливает появление новых свойств и качеств в системе. Что это за качества, как они будут влиять на дальнейшее развитие системы, трудно предсказать, но лишь на основе интеракций самых разнообразных территориальных акторов, субсистем территорий возможно достигнуть нового уровня развития территориальной системы, который будет наиболее адекватным актуальнейшим вызовам современности.

Библиографический список

1. *Гладкий Ю.Н.* Гуманитарная география: научная экспликация. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2010. 664 с.
2. *Горбанев В.А.* Новая – старая география//Актуальные вопросы и тенденции развития в современной науке: мат. II Межд. науч.-практ. конф. Махачкала, 2015. С. 6–23.
3. *Ковалев Ю.Ю., Степанов А.В.* Переосмысление социального развития в антропоцене: экономический рост и экологическая трансформация в Китае // Известия Уральского Федерального университета. 2018. Сер. 3. Т. 13. № 2(176). С. 121–134.
4. *Котляков В.М., Комарова А.И.* География: понятия и термины. М.: Наука, 2007. 860 с.
5. *Родоман Б.Б.* Территориальные ареалы и сети. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.
6. *Рагулина М.В.* Культурный ландшафт: интегральный взгляд. Ульяновск: Зебра, 2015. 147 с.
7. *Саушкин Ю.Г.* Моделирование в экономической географии // Модели в географии. М.: Прогресс, 1971. С. 344–355.
8. *Топчиев А.Г.* Трансформации теории и методологии в современной географии//Проблемы теоретической и гуманитарной географии. М.: Институт наследия, 2013. С. 114–129.
9. *Уилбер К.* Краткая история всего. М.: АСТ, 2006. 476 с.
10. *Шарыгин М.Д.* Современные проблемы экономической и социальной географии. Пермь, 2008. 427 с.
11. *Bahrenberg G.* Globalisierung und Regionalisierung: die 'Enträumlichung' der Region // Geographische Zeitschrift. 2002. vol. 90. Pp .52–63.
12. *Binswanger H.C.* Vorwärts zur Mässigung. Perspektiven einer nachhaltigen Wirtschaft. Hamburg.: Murmann, 2009. 256 s.
13. *Bonneuil C.* Die Erde im Kapitalozän. Le Monde diplomatique. URL: <https://monde-diplomatique.de/artikel/!5247299> (дата обращения: 16.12.2017)
14. *Dürr H.-P.* Geist, Kosmos und Physik. Gedanken über Einheit des Lebens. Amerang.: Crotona, 2010. 147 s.
15. *Egner H., Ratter B.M.W., Dikau R.* Umwelt als System- System als Umwelt // Systemtheorien auf dem Prüfstand. München.: Oecom, 2008. 172 s.

16. *Global material flows and resource productivity*. UNEP. Paris, 2016. 200 p.
17. *Hösle V.* Philosophie der ökologischen Krise. München.: Beck, 1994. 151 s.
18. *Jaeger J., Omann I., Hinterberger F.* Was vertraegt unsere Erde noch //Mut zur Nachhaltigkeit. 12 Wege in die Zukunft. Frankfurt am Main.: Fischer, 2016. S.15-80
19. *Morin E.* Der Weg. Für die Zukunft der Menschheit. Hamburg.: Krämer, 2012. 333 s.
20. *O'Sullivan D., Manson S.M., Messina J.P.* Space, place and complexity science//Environment and Planning A. 2006. Vol. 38. №4. Pp. 611–617.
21. *Ostwald W.* Der energetische Imperativ. Erste Reihe. Leipzig. Akad. Verlagsgesellschaft, 1912. 554 s.
22. *Ratter B.M.W.* Complexity and emergence – key concepts in non-linear dynamic systems//Human-nature interactions in the antropocene: potentials of social-ecological systems analysis. New York.: Routledge, 2012. Pp. 109–124
23. *Schwärgel C.* Planet der Menschen. Zeit. Wissen. 2014. №2. S. 19–31.
24. *Thrift N.* The place of complexity//Theory, Cultur and Society. 1999. vol. 16. Pp. 31–69.
25. *Trentmann F.* Empire of Things. How We Became a World of Consumers, from the Fifteenth Century to the Twenty-first. London.: Allen Lane, 2016. 862 p.
26. *Weisz H.* Gesellschaft-Natur Koevolution: Bedingungen der Möglichkeit nachhaltiger Entwicklung. Dissertation. Berlin.: Humboldt Universität, 2001. 128 s.
27. *Mythos klimafreundliche Containerschiffe*. URL: <http://www.nabu.de> (дата обращения: 18.09.2017).
28. *World Development Report 2017*. World Bank 2017. Washington, DC. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/26447> (дата обращения: 26.11.2017).
29. *Global material extraction by material category, 1980-2013*. URL: <http://www.materialflows.net/materialflowsnet/trends/analyses-1980-2013/global-material-extraction-by-material-category-1980-2013/> (дата обращения: 16.11.2017).
30. *Global fossil fuel emissions have climbed upward for a second straight year, driven by growing energy use*. URL: <https://news.stanford.edu/2018/12/05/global-carbon-dioxide-emissions-rise-even-coal-wanes-renewables-boom/> (дата обращения: 22.01.2018).
31. *Extraction of China*. URL:<http://www.materialflows.net/materialflowsnet/data/data-download> (дата обращения: 27.11.2017).

References

1. Gladky, Y.N. (2010), *Gumanitarnaja geografija: nauchnaja eksplikacija*. [Humanity geography: scientific explication], Faculty of Philology St. St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia. 664 p.
2. Gorbanev, V.A. (2015), *Novaja-Staraja Geografija*. [New-old geography], Topical issues and development trends in modern science. Materials of the II International Scientific and Practical Conference. Makhachkala, pp. 6–23.
3. Kovalev, J.J. and Stepanov, A.V. (2018), Rethinking Social Development in the Anthropocene: China's Economic Growth and Ecological Transformation. *Izvestija Uralskogo Universiteta*. Seria 3, vol.13 no. 2 (176), 2018. pp. 121–134.
4. Kotlyakov, V.M. and Komarova, A.I. (2007), *Geografija. Ponjatija i terminy* [Geography. concepts and terms], Nauka, Moscow, Russia, 866 p.
5. Rodoman, B.B. (1999), *Territorial'nie areali i sety* [Territorial Areas and Networks]. Oikumena, Smolensk, Russia, 256 p.
6. Ragulina, M.V. (2015), *Kulturnij landshaft: integralnij vzgljad* [Cultural landscape: an integral view], Zebra, Ulyanovsk, Russia, 147 p.
7. Saushkin, Ju.G. (1971), Modeling in economic geography. *Models in Geography*, Progress, Moscow, Russia, pp. 344–355.
8. Topchiev, A.G. (2013), Transformations of theory and methodology in modern geography. *Problems of theoretical and humanitarian geography. Collection of articles dedicated to the 80th anniversary of the birth of B.B. Rodoman*. Institut Nasledija, Moscow, pp. 114–129.
9. Wilber, K. (2006), *Kratkaja istorija vsego* [A Brief History of Everything], AST, Moscow, Russia, 476 p.
10. Sharygin, M.D. (2008), *Sovremennye problem jekonomicheskoy I sozial'noj geografii* [Modern problems of economic and social geography], Perm', Russia, 427 p.
11. Bahrenberg, G. (2002), «Globalisierung und Regionalisierung: die 'Enträumlichung der Region», *Geographische Zeitschrift*, vol. 90 pp. 52–63.

12. Binswanger, H.C. (2009), *Vorwärts zur Mässigung. Perspektiven einer nachhaltigen Wirtschaft*, Murmann, Hamburg, 256 p.
13. Bonneuil, C. (2015), Die Erde im Kapitalozän. *Le Monde diplomatique* [Electronic], available at: <https://monde-diplomatique.de/artikel/!5247299> (accessed: 16.12.2017).
14. Dürr, H.-P. (2010), *Geist, Kosmos und Physik. Gedanken über Einheit des Lebens*, Crotona, Amerang, 147 p.
15. Egner, H. and Ratter, B.M.W. and Dikau, R. (2008), Umwelt als System- System als Umwelt, *Systemtheorien auf dem Prüfstand*, Oecom, München, 172 p.
16. Global material flows and resource productivity (2016), *Report*, UNEP, Paris, 200 p.
17. Höfle, V. (1994), *Philosophie der ökologischen Krise*, Beck, München, 151 p.
18. Jaeger, J. and Omann, I. and Hinterberger, F. (2016), Was vertraegt unsere Erde noch? *Mut zur Nachhaltigkeit. 12 Wege in die Zukunft*, Fischer, Frankfurt am Main, pp.15–80.
19. Morin, E. (2012), *Der Weg. Für die Zukunft der Menschheit*, Krämer, Hamburg, 333 p.
20. O'Sullivan, D. and Manson, S.M. and Messina, J.P. (2006), Space, place and complexity science, *Environment and Planning*, vol. 38, no.4, pp. 611–617.
21. Ostwald, W. (1912), *Der energetische Imperativ*, Erste Reihe, Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig, 554 p.
22. Ratter, B.M.W. (2012), Complexity and emergence – key concepts in non-linear dynamic systems, *Human-nature interactions in the antropocene: potentials of social-ecological systems analysis*, Routledge, New York, pp. 109–124.
23. Schwärgel, C (2014), Planet der Menschen, *Zeit. Wissen*. no. 2, pp. 19–31.
24. Thrift, N. (1999), The place of complexity, *Theory, Culture and Society*, vol. 16. pp. 31–69.
25. Trentmann, F. (2016), *Empire of Things. How We Became a World of Consumers, from the Fifteenth Century to the Twenty-first*, Allen Lane, London, 862 p.
26. Weisz, H. (2001), *Gesellschaft-Natur Koevolution: Bedingungen der Möglichkeit nachhaltiger Entwicklung*. Dissertation. Humboldt Universität, Berlin, 128 p.
27. *Mythos klimafreundliche Containerschiffe* [Electronic], available at: <http://www.nabu.de> (accessed: 18.09.2017).
28. *World Development Report 2017 (2017)*, World Bank, Washington, DC, [Electronic], available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/26447> (accessed: 26.11.2017).
29. *Global material extraction by material category, 1980-2013* [Electronic], available at: <http://www.materialflows.net/materialflowsnet/trends/analyses-1980-2013/global-material-extraction-by-material-category-1980-2013> (accessed: 16.11.2107).
30. *Global fossil fuel emissions have climbed upward for a second straight year, driven by growing energy use* [Electronic], available at: <https://news.stanford.edu/2018/12/05/global-carbon-dioxide-emissions-rise-even-coal-wanes-renewables-boom> (accessed: 22.01.2018).
31. *Extraction of China* [Electronic], available at: <http://www.materialflows.net/materialflowsnet/data/data-download> (accessed: 27.11.2017).

Поступила в редакцию: 29.04.2018

Сведение об авторе

Ковалев Юрий Юрьевич

кандидат географических наук, доцент кафедры теории и истории международных отношений, Уральский федеральный университет; Россия, 620000, Екатеринбург, пр. Ленина, 51

e-mail: yukowaljaw@gmail.com

About the author

Yuriy Yu. Kovalev

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Theory and History of International Relations, Ural Federal University; 51, Lenina prospekt, Yekaterinburg, 620000, Russia

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Ковалев Ю.Ю. Материально-энергетический метаболизм и перспективы коэволюции комплексных территориальных систем // Географический вестник = Geographical bulletin. 2019. №1(48). С. 132–143. doi 10.17072/2079-7877-2019-1-132-143

Please cite this article in English as:

Kovalev Yu.Yu. Material and energy metabolism and prospects of co-evolution of complex territorial systems// Geographical bulletin. 2019. №1(48). P. 132–143. doi 10.17072/2079-7877-2019-1-132-143