

Балтер Борис Михайлович

канд. физ.-мат. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

ФГБУН Институт космических исследований РАН

г. Москва

Фаминская Марина Вадимовна

канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

ФГБОУ ВО «Российский государственный

социальный университет»

г. Москва

Никитина Наталья Ивановна

д-р пед. наук, профессор, профессор

ГБОУ ВО «Российский национальный

исследовательский медицинский

университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России

вед. научный сотрудник НИИ перспективных

направлений и технологий

ФГБОУ ВО «Российский государственный

социальный университет»

г. Москва

Падылин Николай Юрьевич

канд. пед. наук, научный сотрудник

ФГБОУ ВО «Российский государственный

социальный университет»

г. Москва

ЭМЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Аннотация: в статье рассматриваются варианты ответа на вопрос как в эмергетических схемах отражается масштаб описываемой ими системы, и, в первую очередь, как выглядят схемы, включающие в себя разные масштабы.

Также в статье рассматриваются иерархия масштабов и иерархия качества энергии.

Ключевые слова: *эмергетический подход, загрязнение окружающей среды, риск здоровью, иерархия качества энергии.*

Статья подготовлена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ № 1.9328.2017/БЧ.

Традиционно эмергетические схемы (Emergy (эмергия) – это доступная энергия или эксергия, используемая для получения прямо или косвенно некоторого продукта или услуги) рисуются так, что качество энергии возрастает по мере того, как потоки проходят слева направо. Нам это горизонтальное измерение понадобится для отражения иерархии пространственных масштабов систем. Поэтому для отражения иерархии качества энергии мы будем использовать вертикальное измерение [1; 2].

Рис отражает упрощенную структуру связи производства со средой и здоровьем. Причем:

- с двумя уровнями масштаба – локальным и глобальным;
- с показом формирования ущерба для здоровья населения от загрязнений через риск;
- с показом информационных потоков оценки и управления ситуацией «производство – среда – здоровье» (пунктиром).

На локальном уровне эти информационные потоки показаны как оценка риска и управление им с помощью оптимизации используемых технологий [3; 5; 6]. На глобальном уровне (впрочем, он может быть и страновым) информационные потоки формируются, как в LCA (LCA:

1) LCA (life cycle assessment) – базы данных по взаимному использованию одними секторами экономики продукции других секторов, которые содержат информацию о выбросах загрязнителей, связанных с производством в том или ином секторе;

2) анализ жизненного цикла продукции – это метод, который используется для измерения полного влияния продукции на окружающую среду, от начала, и до конца жизни).

При попытке применения эмергетического подхода к глобальному уровню возникают проблемы, и они в большой мере перекрываются с аналогичными проблемами, возникающими на локальном уровне при попытке связать эмергетический подход с оценкой риска. Эта аналогия, в частности, позволяет ставить вопрос о локализации оценок ущерба DALY (DALY (death-adjusted life years) – интегральный индекс здоровья населения, выраженный в виде потерянных лет жизни с учетом болезней), полученных на глобальном уровне с помощью LCA или его эмергетического варианта, с тем, чтобы использовать их при оценке/управлении риском на локальном уровне. Соответствующий канал передачи информации показан на рисунке пунктиром.

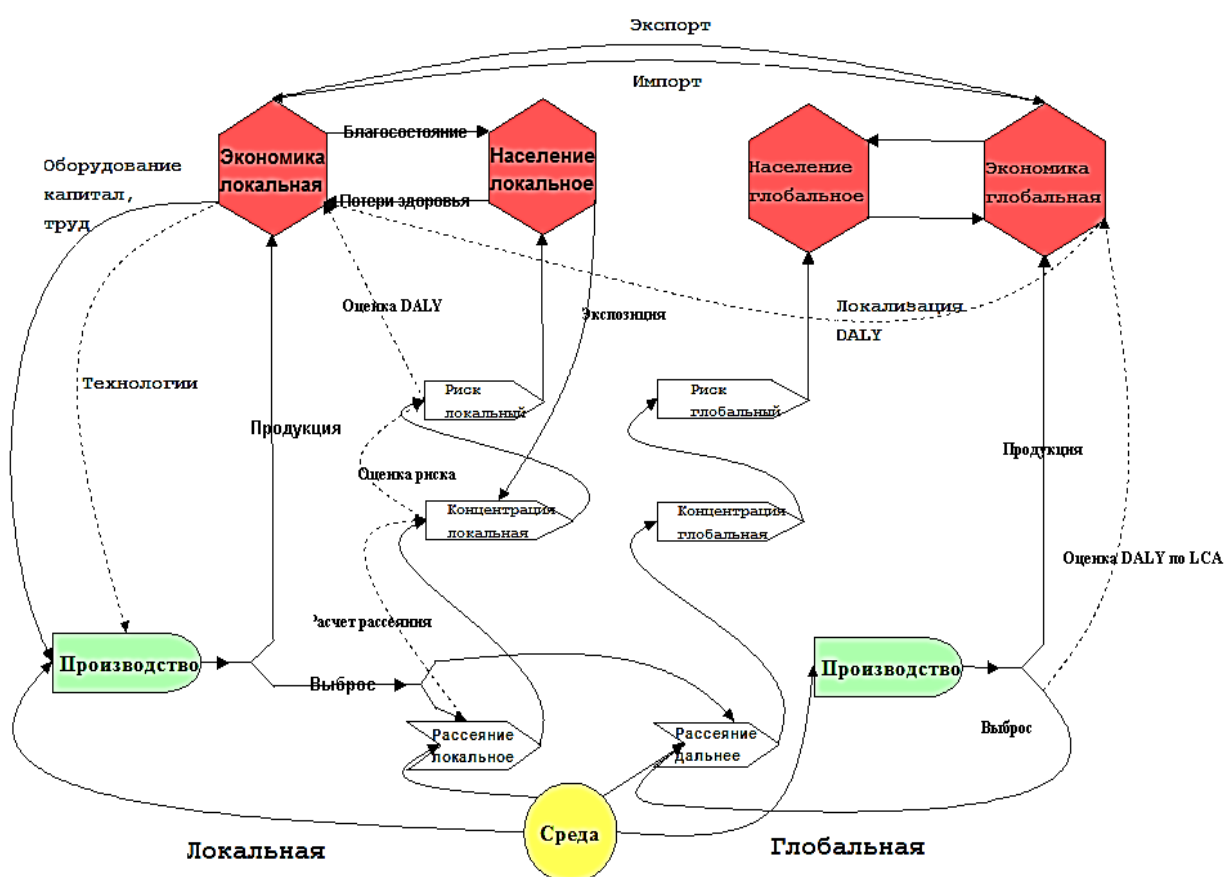


Рис. 1. Эмергетическая схема для локального и глобального / странового уровня «среда-здоровье». Сплошные линии – материально – энергетические потоки, пунктир – информационные потоки эмергии

В соответствии с «вертикальным» подходом к отображению качества энергии, верхний уровень рассматриваемой схемы содержит те элементы, которые относятся к здоровью, образования населению и т. д. В экономической части это технологии и другие компоненты с высокой удельной эмергией. Практически все эти элементы имеют высокую информационную насыщенность, и это одна из причин их высокой удельной эмергии. Поэтому естественно, что информационные процессы наблюдения и управления в проблеме «производство – среда – здоровье», в том числе оценка риска, ведут снизу наверх и возвращаются на нижний, производственный уровень в виде управляющих воздействий [4]. Подчеркнем, что в эмергетическом подходе информационные потоки – не просто управляющие воздействия: они сами несут значительную энергию, так что может быть эмергетически выгодно пожертвовать некоторой частью эмергии производимого продукта, чтобы увеличить информацию, используемую в цикле «производство – среда – здоровье». Эта информация преобразуется в эмергетический выигрыш здоровья населения.

Схема учитывает двоякий характер рассеяния загрязнений: локальный, для которого адекватны методы оценки риска с учетом конкретной характеристики источников, местности и метеорологии, и «дальний», для которого более или менее применимы «усредняющие» подходы, разработанные для LCA. Раздельное рассмотрение этих загрязнений, исходящих от одного локального источника, отражено точкой ветвления эмергетического потока от его выброса. Кроме того, на глобальном уровне накладывается «фон» в виде рассеяния агрегированного по пространству выброса, как это делается в LCA.

Рис, разумеется, упрощенный: когда есть иерархия по масштабу, более высокий масштабный уровень содержит огромное количество эмергетических структур более низкого уровня, которые нельзя изобразить ни на какой схеме, а можно только учесть в компьютерных расчетах, подобно тому, как это делается в матрицах LCA. При этом возникает проблема ветвления и слияния эмергетических потоков при переходе соответственно с верхнего уровня на нижний или с нижнего на верхний. В [8] предложен подход к решению этих проблем именно в

иерархических по масштабу структурах через использование теории множеств вместо алгебры сложения потоков. Упрощенно говоря, сложение эмергетических потоков заменяется операцией теоретико-множественного объединения, и показано, что это позволяет избежать «двойного счета».

Эти проблемы возникают при использовании любых иерархических схем, а не только пространственной иерархии. В работе Hofstetter (1998) [7] этих проблем удалось избежать, рассматривая «ящики» (compartments) не как вложенные, а как образующие плоскую структуру: воздух, вода и т. п. Однако уже при работе с экономикой, представленной в виде набора секторов, пусть даже одного и того же – странового – пространственного масштаба, возникает необходимость агрегировать и дезагрегировать сектора, переходя к более крупным и более мелким подразделениям. Это не создает принципиальных проблем в обычном подходе LCA, но при переходе к эмергетическому подходу опять возникает проблема двойного счета. Генеральным методом решения таких проблем мог бы стать переход от стационарных моделей к динамическим [9]. Однако такие модели требуют гораздо больше информации, чем объемы производства/потребления ресурсов и соответствующие выбросы. Однако есть опыт построения таких иерархических (individual-based) моделей в смежной области – экологии. Показано, что, в силу того, что модели для всех элементов экосистемы (а их могут быть миллионы) однотипны, существуют эффективные способы компьютерной реализации таких моделей при ограниченной исходной информации. В нашем случае «индивид» – это предприятие или локальная группа населения и окружающая их часть среды.

Цель локализации эмергетического подхода в нашем случае – использовать имеющуюся информацию от локальных расчетов. Локальные расчеты могут рассматриваться как статистическая выборка из странового уровня с применением классических статистических методов выборочного обследования. При этом оценки, например, ущерба для здоровья, получаемые в LCA, могут служить ориентиром при подгонке параметров, общих для всех моделей локального уровня, например, отражающих удельный эффект единичной концентрации

загрязнителя. Такая интеграция странового и локального уровня будет более тесной, чем в LCA, где страновой уровень дает только выбросы, так что интеграция ограничивается уровнем выброса. Представление информационного взаимодействия между страновым и локальным уровнем может делаться как раз через иерархические эмергетические схемы, причем роль принципа максимума для информационных потоков играют оптимизационные принципы статистического оценивания.

Для локализации подхода LCA необходимо «деконструировать» выведенные в работе Hofstetter (1998) [7] агрегированные коэффициенты, с тем, чтобы их можно было модифицировать соответственно локальным источникам, местности, метеоусловиям, населению и т. д.

Список литературы

1. Балтер Б.М. Теоретические и практические проблемы ноосферогенеза в условиях информатизации и глобализации современного общества: Монограф. / Б.М. Балтер, М.В. Фаминская, Н.И. Никитина, Н.Ю. Падылин. – М.: РГСУ, 2017. – 289 с.
2. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. Моделирование информационных потоков, связанных с ноосферогенезом, глобализацией, индустриальным развитием, и их влияние на здоровье населения. М.: РГСУ, 2017. 255 с.
3. Квакуернаак Х. Линейные оптимальные системы управления / Х. Квакуернаак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 656 с.
4. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 351 с.
5. Новиков Д.А. Рефлексия и управление: математические модели / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – М.: ФМЛ, 2013. – 412 с.
6. Фаминская М.В. Методы оптимизации / М.В. Фаминская, Е.В. Потехина, Н.И. Никитина, Е.Ю. Романова. – Ч. 2. – М.: РГСУ, 2014.
7. Hofstetter Patrick. Perspective in life cycle impact assessment. A structured approach to combine of the technosphere, ecosphere and valuesphere // Springer US. – 1998.
8. Morandi F. Set theory applied to uniquely define the inputs to territorial systems in emergy analyses / F. Morandi, D.E. Campbell, S. Bastianoni // Ecological Modelling. – 2014. – №271. – P. 149–157.

9. Ukidwe Nandan U. Industrial and ecological cumulative exergy consumption of the United States via the 1997 input-output benchmark model / U. Ukidwe Nandan, R. Bakshi Bhavik // Energy. – 2007. – №32. – P. 1560–1592.