

Формальная онтология материальных процессов и моделирование глобальных био-социальных образований¹

Шиян Т.А. Формальная онтология материальных процессов и моделирование глобальных био-социальных образований // Математическое моделирование социальных процессов. Выпуск 6. М., 2004.
Сохранено с сайта: <http://taras-shiyan.narod.ru>.
E-mail: taras_a_shiyan@mail.ru.

1. Предварительные замечания

Целью данной статьи является формулировка формальной онтологии, пригодной для построения на ее основе моделей сложных биологических и социальных объектов и процессов. В статье намечаются некоторые пути построения моделей на основе данной онтологии и предпринимается попытка моделирования ряда глобальных объектов, таких как: живое вещество, биосфера, антропосфера (в разных ее пониманиях), ноосфера и др.

Основные черты, используемого автором подхода, были намечены в [Шиян 2002]. Используемая здесь формальная онтология была описана в [Шиян 2003], при этом исходное множество модели интерпретировалось как множество временных состояний людей. В настоящей статье автором впервые делается попытка отделить построение формальной онтологии от ее частных интерпретаций и построения на ее основе различных моделей.

Модель строится исходя из ряда содержательных принципов.

- a) В модели задано отношение временного порядка так, что для любых двух точек модели мы можем определить, в каком временном отношении они находятся.
- b) Движение во времени считается линейным.
- c) Движение во времени рассматривается с мета-временной позиции, то есть каждый объект модели представлен последовательностью его временных состояний.
- d) Каждый объект в модели имеет начальное и конечное состояние, т.е. в модели нет бесконечно существующих объектов.
- e) У модели есть начальное и конечное состояние.
- f) При нашем способе моделирования, каждый объект в конкретной модели может быть описан только конечным (при том, весьма небольшим) числом состояний, поэтому имеет смысл сразу постулировать конечность нашей предметной области. При этом принципиальные утверждения о конечности того или иного множества объектов (например, указанные выше принципы с и e) оказываются банальными следствиями конечности предметной области. Чтобы явно обозначить содержательно важные моменты, оставим возможность толковать предметную область как бесконечную.
- g) В каждый момент в модели существует конечное число объектов.
- h) Модель содержит некоторое достаточно большое число объектов, то есть, по крайней мере, не пуста и не одноэлементна. Этот принцип поможет нам отсекать наиболее примитивные формальные модели.

В рамках данной статьи знак # будет пониматься как функтор, сопоставляющий множеству его кардинальное число (мощность), N – множество натуральных чисел.

2. Формальная онтология: построение и основные понятия

Формальная онтология задается тройкой $\langle U; \rightarrow, \sim \rangle$, где U – не пустое множество, элементы которого понимаются как временные состояния объектов нашей модели; \rightarrow – бинарное отношение на U , понимаемое как отношение перехода, развития одного состояния

¹ © Шиян Т.А., 2004.

в другое, \sim отношение эквивалентности, понимаемое как отношение одновременности состояний. Для отношений \rightarrow и \sim принимаются следующие постулаты.

1. \rightarrow – отношение строгого частичного порядка (при наличии транзитивности условия b и c дедуктивно эквивалентны):

- a) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 (x_1 \rightarrow x_2 \ \& \ x_2 \rightarrow x_3 \Rightarrow x_1 \rightarrow x_3)$ – транзитивность;
- b) $\forall x_1 \forall x_2 (x_1 \rightarrow x_2 \Rightarrow \neg(x_2 \rightarrow x_1))$ – асимметричность;
- c) $\forall x \neg(x \rightarrow x)$ – антирефлексивность.

2. Отношение \rightarrow – линейно:

- a) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 (x_1 \rightarrow x_3 \ \& \ x_2 \rightarrow x_3 \Rightarrow x_1 \rightarrow x_2 \vee x_2 \rightarrow x_1 \vee x_1 = x_2)$ – линейность в прошлое;
- b) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 (x_1 \rightarrow x_2 \ \& \ x_1 \rightarrow x_3 \Rightarrow x_2 \rightarrow x_3 \vee x_3 \rightarrow x_2 \vee x_2 = x_3)$ – линейность в будущее.

3. Каждая цепочка имеет начало и конец:

- a) $\forall x_1 \exists x_2 \forall x_3 ((x_2 \rightarrow x_1 \vee x_1 = x_2) \ \& \ \neg(x_3 \rightarrow x_2))$ – каждая цепочка имеет начало;
- b) $\forall x_1 \exists x_2 \forall x_3 ((x_1 \rightarrow x_2 \vee x_1 = x_2) \ \& \ \neg(x_2 \rightarrow x_3))$ – каждая цепочка имеет конец.

4. \sim – отношение эквивалентности.

- a) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 (x_1 \sim x_2 \ \& \ x_2 \sim x_3 \Rightarrow x_1 \sim x_3)$ – транзитивность;
- b) $\forall x_1 \forall x_2 (x_1 \sim x_2 \Rightarrow x_2 \sim x_1)$ – симметричность;
- c) $\forall x (x \sim x)$ – рефлексивность.

5. $\forall x_1 \forall x_2 (x_1 \rightarrow x_2 \Rightarrow \neg(x_1 \sim x_2))$. – Если состояние x_1 переходит в состояние x_2 , то они не одновременны.

6. Аксиомы связанности.

- a) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \exists x_5 ((x_1 \rightarrow x_2 \ \& \ x_3 \rightarrow x_4 \ \& \ x_2 \sim x_4) \Rightarrow ((x_5 \rightarrow x_2 \ \& \ x_5 \sim x_3) \vee (x_5 \rightarrow x_4 \ \& \ x_5 \sim x_1)))$. – Если два объекта существуют одновременно в некоторый момент и оба они существовали до этого момента, то был такой момент, предшествующий данному, когда эти объекты существовали одновременно.
- b) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \exists x_5 ((x_1 \rightarrow x_2 \ \& \ x_3 \rightarrow x_4 \ \& \ x_1 \sim x_3) \Rightarrow ((x_1 \rightarrow x_5 \ \& \ x_5 \sim x_4) \vee (x_3 \rightarrow x_5 \ \& \ x_5 \sim x_2)))$. – Если два объекта существуют одновременно в некоторый момент и оба они существуют после этого момента, то есть такой момент, следующий за данным, в который эти объекты существуют одновременно.
- c) $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \forall x_5 \exists x_6 (((x_1 \rightarrow x_2 \ \& \ x_2 \rightarrow x_3 \ \& \ x_4 \rightarrow x_5) \ \& \ (x_1 \sim x_4 \ \& \ x_3 \sim x_5)) \Rightarrow (x_4 \rightarrow x_6 \ \& \ x_6 \rightarrow x_5 \ \& \ x_6 \sim x_2))$. – Если некоторый объект представлен в некоторый момент, предшествующий данному, и в некоторый момент, следующий за данным, то он должен быть представлен и в данный момент.

7. Единственность начального и конечного классов эквивалентности.

- a) $\forall x_1 \forall y_1 \forall x_2 \forall y_2 \forall x_3 \forall y_3 ((x_1 \sim x_2 \Rightarrow \neg(x_3 \rightarrow x_2)) \ \& \ (y_1 \sim y_2 \Rightarrow \neg(y_3 \rightarrow y_2)) \Rightarrow x_1 \sim y_1)$ – единственность начального класса эквивалентности;
- b) $\forall x_1 \forall y_1 \forall x_2 \forall y_2 \forall x_3 \forall y_3 ((x_1 \sim x_2 \Rightarrow \neg(x_2 \rightarrow x_3)) \ \& \ (y_1 \sim y_2 \Rightarrow \neg(y_2 \rightarrow y_3)) \Rightarrow x_1 \sim y_1)$ – единственность конечного класса эквивалентности.

На основании введенных отношений можно ввести ряд производных объектов и отношений, репрезентирующих основные понятия нашей модели.

Отношение \rightarrow задает на U разбиение O , элементы которого и трактуются нами как объекты (траектории, истории, жизни, судьбы объектов) нашей модели. Из 2-ой и 3-ей групп аксиом следует, что в каждом $o_i \in O$ имеется один начальный и один конечный элемент. Обозначим их как $\text{big}(o)$ и $\text{end}(o)$. Если $\text{big}(o)$ не совпадает по времени с началом модели, то это аналог момента возникновения объекта o и если $\text{end}(o)$ не совпадает по времени с концом модели, то это аналог момента гибели объекта o . Пусть $O(M)$ – множество объектов модели, состоящих из элементов множества M , в частности, $O(U) = O$.

Отношение \sim задает на U разбиение W . Элементы W трактуются как состояния нашего мира в тот или иной момент времени: каждый класс эквивалентности представляет множество состояний объектов, существующих в модели в данный момент времени. Пусть $W(M)$ множество классов эквивалентности, состоящих из элементов множества M , в

частности, $W(U)=W$.

Из непустоты U следует непустота O и W , а из определения O и W как разбиений следует непустота их элементов.

Основываясь на отношениях \rightarrow и \sim можно ввести отношение \leq_0 на U , понимаемое как раньше/позже/одновременно.

Df.2.1. Имеет место $(x \leq_0 y)$ если и только если верно одно из следующих условий:

1. а) $x \sim y$;
- b) $x \rightarrow y$;
2. $\exists z (x \leq_0 z \ \& \ z \leq_0 y)$.

Из определения \leq_0 следуют его рефлексивность и транзитивность, т.е. \leq_0 – отношение предпорядка. Отношение естественной эквивалентности совпадает с \sim , т.е. $(x \leq_0 y \ \& \ y \leq_0 x) \Leftrightarrow (x \sim y)$. Известно, что отношение предпорядка, перенесенное определенным образом на классы естественной эквивалентности, будет отношением частичного порядка. Обозначим это отношение \leq' .

Df.2.2. $w_i \leq' w_j \Leftrightarrow_{df} \exists x, y \in U (x \in w_i \ \& \ y \in w_j \ \& \ x \leq_0 y)$.

Из определения \leq' и аксиом 2-ой, 3-ей, 6-ой и 7-ой групп следует, что множество W линейно упорядочивается (отношением \leq') и имеет минимальный и максимальный элементы. Обозначим их как $big(W)$ и $end(W)$.

На базе нашей модели можно построить реляционную семантику крипковского типа, имеющую вид $\langle T, R, \varphi \rangle$, где T – некоторое не пустое множество объектов, R – бинарное отношение «достижимости» между элементами T , φ – функция, приписывающая нашим высказываниям истинность относительно элементов T . Один из вариантов такой семантики – пригодный для построения временной логики – получится, если в качестве T возьмем W , а в качестве R отношение \leq' . Функция φ приписывает некоторому утверждению A (о моделируемой нами реальности) истинность относительно w_i если и только если модель ситуации, описываемой в A , имеет место в w_i .

Df.2.3. Множество M называется группой состояний (объектов нашей модели) $\Leftrightarrow O(M) \subseteq O(U)$.

Df.2.4. Множество состояний M называется компактной группой состояний (объектов нашей модели) $\Leftrightarrow M$ – группа состояний, и для нее выполняются 1-7 группы аксиом.

Df.2.5. Множество объектов O_1 называется компактной группой объектов (нашей модели) $\Leftrightarrow M$ – компактная группа состояний и $O_1 = O(M)$.

3. Формальная онтология: количественные допущения

Итак, наша модель содержит тройку $\langle U; \rightarrow, \sim \rangle$, множества производных объектов O и W и производные отношения \leq_0 и \leq' . Как было указано выше, множества O , W и все их элементы не пусты. Содержательно непустота этих объектов трактуется так:

- а) непустота O – в нашей модели существует, по крайней мере, один объект;
- б) непустота всякого o_i из O – всякий объект, существующий в нашей модели, представлен в ней, по крайней мере, одним своим состоянием (существует в ней, по крайней мере, в один момент времени);
- с) непустота W – наш мир существует, по крайней мере, в один момент времени;
- д) непустота всякого w_i из W – если наш мир существует в модели в некоторый момент времени, то в этот момент в мире существует, по крайней мере, один объект).

При принятой содержательной трактовке наших формальных объектов, в модели также имеют место следующие законы.

а) Всякий объект в любой момент своего существования находится в мире (следствие свойств б): $\forall x \exists w_j (x \in w_j)$.

б) Каждый объект в каждый момент времени существует только единожды (следствие свойств 2 и 5). Т.е. ни один объект не может одновременно существовать в нескольких местах. $(\forall o_i)(\forall x, y \in o_i)(\forall w_j)(x \in w_j \ \& \ y \in w_j \Rightarrow x = y)$ или $\forall o_i \forall w_j \neg (o_i \cap w_j > 1)$.

Чтобы сделать модель более реалистичной и конкретной, разумно принять ряд дополнительных онтологических допущений количественного характера.

Конечность числа объектов.

1. $(\forall w_i \in W)(\exists n \in N)(\#w_i = n)$. – Число объектов, существующих в модели одновременно, разумно считать конечным. Например, на том основании, что в современных физических теориях принимается тезис о конечности вещества нашей Вселенной.

2. $(\exists n \in N)(\#O = n)$. – Число всех существующих в модели объектов конечно. Например, потому, что мы строим модель для конечного промежутка времени, а в каждый момент у нас в модели существует только конечное число объектов. Это весьма существенное ограничение, так как при бесконечном U число его бесконечных подмножеств также бесконечно, причем это число существенно больше, чем мощность U . При конечности U конечность O очевидна.

Не элементарность модели.

Если мы строим некоторую конкретную, достаточно сложную модель, то в ней, скорее всего, окажется достаточно много объектов, в том числе и существующих одновременно, и достаточно большое число временных состояний нашего мира. Достаточно элегантно выглядят следующие аксиомы, из которых следует не единичность основных множеств (из принятия этих аксиом выводим, что $\#U \geq 4$).

3. $\neg \forall x_1 \forall x_2 (x_1 \rightarrow x_2 \vee x_2 \rightarrow x_1 \vee x_1 = x_2)$ – или $\#O > 1$, т.е. в модели существует, по крайней мере, два объекта.

4. $\exists x \exists y (x \rightarrow y)$ – или $\#W > 1$, т.е. мир существует в модели, по крайней мере, в два момента времени.

5. $\forall x \exists y (y \neq x \ \& \ x \sim y)$ – или $(\forall w_i \in W)(\#w_i > 1)$, т.е. в модели в любой момент существуют, по крайней мере, два объекта.

Дискретность или плотность времени.

Как было оговорено выше, в конкретных моделях разумно принимать тезис о дискретности времени. Поскольку мы строим модели для конечных промежутков времени, то модель в этом случае окажется конечной (т.е. с конечным U). Отсюда следует конечность всех введенных нами выше объектов. Но с точки зрения теоретического анализа, удобно допускать возможность существования плотного времени и, следовательно, бесконечной модели (т.е. с бесконечным U). В нашем случае дискретность времени задается аксиомами

a) $\forall x_1 \exists x_2 \forall x_3 (x_1 \rightarrow x_2 \Rightarrow \neg (x_1 \rightarrow x_3 \ \& \ x_3 \rightarrow x_2))$ и

b) $\forall x_1 \exists x_2 \forall x_3 (x_2 \rightarrow x_1 \Rightarrow \neg (x_2 \rightarrow x_3 \ \& \ x_3 \rightarrow x_1))$,

а плотность времени – аксиомой

c) $\forall x_1 \forall x_2 \exists x_3 (x_1 \rightarrow x_2 \Rightarrow (x_1 \rightarrow x_3 \ \& \ x_3 \rightarrow x_2))$.

При дискретности времени элементы O мощностью 1 могут интерпретироваться как объекты, время существования которых слишком непродолжительно, чтобы при выбранном нами временном масштабе этот объект репрезентировался в модели более чем одним состоянием. Если же мы принимаем плотность времени, то любой существующий объект (элемент O) должен быть представлен бесконечным числом своих состояний, причем число этих состояний будет равным мощности U . Аналогично и для W : плотности времени мощность W должна быть равной мощности U . Поэтому, при постулировании плотности времени, необходимо принять дополнительное условие: $\forall x_1 \exists x_2 (x_1 \rightarrow x_2 \vee x_2 \rightarrow x_1)$.

4. Биогеохимические интерпретации

До сих пор я интерпретировал объекты модели как материальные объекты произвольной природы. Можно сузить интерпретацию и считать, что U – множество временных состояний живых организмов. Тогда O – множество живых организмов нашей модели. Если мы понимаем U тотально, как множество состояний всех живых организмов, живущих на Земле в моделируемый период, то получаем модель понятия *живого вещества* (В.И. Вернадский). «Живое вещество» есть совокупность живых организмов» [Вернадский 1988b, с. 504];

«Живое вещество биосферы есть совокупность живых организмов, в ней живущих» [Вернадский 1988а, с. 22]. При такой интерпретации, элементы W понимаются как временные состояния живого вещества биосферы, само множество W – история существования (траектория, жизнь) живого вещества в моделируемый период.

Но для моделирования понятия *биосферы* такой модели не достаточно, поскольку «Природными телами биосферы являются не только живые организмы, живые вещества, но главную массу вещества биосферы образуют тела или явления неживые, которые я буду называть костными. <...> Сама биосфера есть сложное планетарное биокосное природное тело» [Вернадский 1988а, с. 25]. Для экспликации понятия биосферы нам потребуется несколько более сложная онтология, которая будет описана ниже.

По аналогии с понятием живого вещества можно построить понятие разумного (мыслящего) вещества как совокупности всех разумных живых организмов (разумное вещество биосферы есть совокупность разумных организмов, в ней живущих). Тогда U – множество состояний всех разумных организмов, живущих на Земле в моделируемый период, O множество разумных организмов (или их жизней, историй), элементы W – временные состояния разумного вещества биосферы, а само множество W – история существования (траектория, жизнь) разумного вещества в моделируемый период.

Но поскольку (по современным научным представлениям) множество разумных существ Земли совпадает с множеством людей, то фактически (но не содержательно) понятие разумного вещества совпадает с понятием Человечества как биологического вида. Вид определяется в биологии как совокупность особей (организмов), отвечающая ряду условий: «Вид – таксономическая систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическим, биохимическим и поведенческим признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодовитое потомство, закономерно распространенная в пределах определенного ареала, исходно изменяющаяся под влиянием факторов среды» [glossary.ru, март 2004]. В частности, совокупность людей (современного типа) образует вид *homo sapiens* (по другим классификациям, – подвид *homo sapiens sapiens* вида *homo sapiens*; среди других подвидов – *homo sapiens neanderthalensis*). Тогда, если U – множество временных состояний всех людей, живущих на Земле в моделируемый период, то O – множество людей нашей модели, элементы W – состояния вида *homo sapiens* в тот или иной момент времени, а W – история данного вида в моделируемый период.

В этом случае, в модель можно ввести дополнительную количественную информацию об элементах W . Мощность каждого w_i (в зависимости от моделируемого периода) имеет порядок 10^6 - 10^9 . Согласно [Брук 1986; с. 15-16, 19], численность людей 16-15 тыс. лет назад (конец палеолита) составляла 3 млн. человек, 5-4 тыс. лет назад – 25 млн. чел., 3 тыс. лет назад – 50 млн. чел., к началу н.э. – 150-250 млн. чел., в 1820 г. – 1 млрд. чел., в 1927 г. – 2 млрд., в 1959 г. – 3 млрд., в 1974 г. – 4 млрд.

Возникает соблазн добавить к такой модели дополнительные постулаты, описывающие динамику изменения народонаселения, например, $\forall w_i \forall w_j (w_i \leq w_j \Rightarrow \#w_i \leq \#w_j)$ (население Земли всегда увеличивается). Данное утверждение может оказаться оправданным для некоторой конкретной модели, но вряд ли его стоит принимать в качестве закона, т.к. были периоды с постоянной численностью населения (200-400 г., 1200-1300 г., 1600-1650 г.), а в 1300-1400 население Земли сократилось [Брук 1986; с. 17].

Вообще, для любой биологической таксономической единицы легко строится ее модель: U интерпретируется как множество временных состояний всех живых организмов из данной таксономической единицы, живущих на Земле в моделируемый период, то O – множество живых организмов (данной таксономической единицы) нашей модели, элементы W – состояния данной таксономической единицы в тот или иной момент времени, а W – история данной таксономической единицы.

В еще более общем виде, если мы можем взять некоторое подмножество U , проинтерпретировать его элементы как временные состояния всех объектов некоторого типа, и данное множество окажется компактной группой состояний, то можно

переинтерпретировать множество U базовой онтологии (отвечающей свойствам 1-7), как множество состояний всех объектов данного типа, существующих в моделируемый период.

Df.4.1. Таксономическая классификация компактной группы состояний M – семейство T компактных групп состояний такое, что:

- 1) $(\forall T_i \in T)(T_i \subseteq M)$;
- 2) $M \in T$;
- 3) $(\forall T_i, T_j \in T)(T_i \cap T_j = \emptyset \vee T_i \subseteq T_j \vee T_j \subseteq T_i)$;
- 4) $(\forall T_i \in T)(\exists T_{j_1}, T_{j_2}, \dots, T_{j_n} \in T)(\forall T_m \in T)(\neg(T_m \subset T_{j_1}) \& \neg(T_m \subset T_{j_2}) \& \dots \& \neg(T_m \subset T_{j_n}) \& (T_i = \bigcup_{k=1}^n T_{j_k}))$.

Примером таксономической классификации является то или иное выделение таксономических единиц в биологии. Но далеко не все сложные объекты нашего мира, спроецированные в онтологию, образуют компактные группы. Компактная группа подразумевает, во-первых, что некоторый объект либо полностью входит в нее, либо полностью не входит. Этому требованию, в общем случае, не соответствуют системы (если не постулировать соответствующие допущения и упрощения). Во-вторых, ни для каких двух объектов компактной группы не должно существовать такого промежуточного момента, когда ни одного объекта из данной группы не существует. Этому требованию не всегда соответствуют относительно случайные совокупности объектов.

Выделим на U две компактных группы состояний таких, что $B \subseteq U$ и $A \subseteq B$. B будет пониматься как множество состояний всех живых организмов, а A – как множество состояний всех людей, живущих на земле в моделируемый период.

Если на B задать таксономическую классификацию, которая моделирует биологические таксономические группы, то множество A (как одна из минимальных таксономических единиц) будет характеризоваться следующими свойствами:

- 1) $A \in T$;
- 2) $(\forall T_i \in T)\neg(T_i \subset A)$.

Соответственно, в такой модели B будет представлять живое вещество биосферы, A – вид *homo sapiens*.

Если ограничить рассмотрение телами, которые находятся в биосфере (U – состояния таких тел), то получим предварительную модель биосферы (с одним выделенным видом – человек). Аналогично, если U понимать как состояния объектов, вовлеченных в антропосферу, а B , соответственно, как состояния живых организмов, вовлеченных в антропосферу, то получаем предварительную модель антропосферы. Построенные так модели биосферы и антропосферы представляют эти системы как закрытые. Открытым системам в нашей онтологии будут соответствовать не компактные группы, а другие, менее монолитные образования.

В данной статье мы не станем развивать теорию систем на основе формальной онтологии, а ограничимся лишь некоторой схемой, необходимой для прояснения рассматриваемых глобальных понятий.

Пусть U – множество состояний объектов нашего мира, B – множество состояний всех живых организмов Земли, живущих на Земле в моделируемый период, A – множество состояний всех людей, живущих на Земле в моделируемый период, Bio – множество состояний объектов, находящихся в биосфере, Ant_1 – множество состояний объектов, вовлеченных в деятельность людей как вида, Ant_2 – множество состояний объектов, вовлеченных в социальную деятельность людей. Соответственно, $O(Bio)$ – множество объектов, входящих в биосферу; $O(Ant_1)$ – множество объектов, входящих в антропосферу-1; $O(Ant_2)$ – множество объектов, входящих в антропосферу-2; $W(Bio)$ – история (множество временных состояний) биосферы; $W(Ant_1)$ – история (множество временных состояний) антропосферы-1; $W(Ant_2)$ – история (множество временных состояний) антропосферы-2.

Для биосферы имеем следующие соотношения:

1. $Bio \subset U$:

$Bio \subseteq U$ по условию для Bio и U .

$Bio \neq U$, поскольку в биосфере как открытой системе могут быть объекты, которые лишь часть своей жизни включены в биосферу.

2. $B \subset Bio$:

$B \subseteq Bio$ – «Живое вещество существует только в биосфере» [Вернадский 1994, с. 542];

$B \neq Bio$ – «Вещество, составляющее биосферу, существует неоднородно, и мы различаем косное и живое вещество» [Вернадский 1994, с. 543].

3. $A \subset Bio$ – человек часть биосфера – поскольку $A \subset B$ и $B \subset Bio$.

4. $Ant_1 \subseteq Bio$ – поскольку человек часть биосферы, то все вещество, вовлеченное в деятельность человека, будет и веществом биосферы.

5. $Ant_2 \subseteq Bio$ – аналогично предыдущему.

Понятие антропосферы как сферы деятельности людей можно уточнять по-разному. Даже ограничившись биогеохимическим подходом – антропосфера как совокупность вещества, вовлеченного в деятельность людей, – получаем как минимум 2 понятия антропосферы: «совокупность вещества, вовлеченного в деятельность человека как вида» (антропосфера-1) и «совокупность вещества, вовлеченного в социальную деятельность людей» (антропосфера-2). Из антропосферы-2 исключаются несоциализированные индивиды (всевозможные «маугли») и вещество, вовлеченное в их деятельность, но не связанное с деятельностью человеческого социума. Биогеохимическая разница между антропосферми 1 и 2 практически нулевая. Различение этих понятий и связанных с ними объектов важно нам при построении социальных моделей.

6. $A \subset Ant_1$ – по определению антропосферы-1, она состоит из людей, а также живых организмов и вещей, вовлеченных в жизнедеятельность людей.

7. $\neg(A \subset Ant_2)$ – так как допускается существование людей вне человеческого общества.

На основании построенных понятий биосферы и антропосферы можно построить уточнения понятия ноосферы. «Приняв установленную мною биогеохимическую основу биосферы за исходное, французский математик и философ бергсонианец Е. Ле-Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 г. понятие «ноосферы» как современной стадии, геологически переживаемой биосферой. Он подчеркивал при этом, что пришел к такому представлению вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом Тельяром де-Шарденом» [Вернадский 1988b, с. 509]. Сам Вернадский понимал ноосферу как такое состояние биосферы, когда вся биосфера оказывается охваченной деятельностью людей. Т.е. в нашей терминологии, тот период истории биосферы, когда антропосфера (биогеохимически) совпадает с биосферой.

1) ноосфера-1 ($Noos_1$) – тот участок $W(Bio)$, на котором элементы $W(Bio)$ и $W(Ant_1)$ совпадают:

$Noos_1 \subseteq W(Bio) \ \& \ (\forall x \in Noos_1)(\forall y \in W(Ant_1))(y \subseteq x \Rightarrow y=x) \ \& \ (\forall x, y, z \in W(Bio))(x \subseteq y \ \& \ y \subseteq z \ \& \ x \in Noos_1 \ \& \ z \in Noos_1 \Rightarrow y \in Noos_1)$;

2) ноосфера-2 ($Noos_2$) – тот участок $W(Bio)$, на котором $W(Bio)$ и $W(Ant_2)$ совпадают:

$Noos_2 \subseteq W(Bio) \ \& \ (\forall x \in Noos_2)(\forall y \in W(Ant_2))(y \subseteq x \Rightarrow y=x) \ \& \ (\forall x, y, z \in W(Bio))(x \subseteq y \ \& \ y \subseteq z \ \& \ x \in Noos_2 \ \& \ z \in Noos_2 \Rightarrow y \in Noos_2)$.

Понятно, что на участке $Noos_2 - Noos_1$ совпадет с $Noos_2$. Логически возможен участок $W(Bio)$, когда имеет место $Noos_1$, но еще нет $Noos_2$. Содержательно же такая ситуация кажется практически невозможной (число маугли столь мало, что наличие или отсутствие их не влияет на биогеохимическую ситуацию).

В связи с глобальными биологическими и антропологическими телами возникает множество проблем и вопросов, достойных дальнейшего рассмотрения и уточнения. Например, требует дальнейшего анализа вопрос о времени перехода биосферы в ноосферу. По Вернадскому: «Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся и есть ноосфера» [Вернадский 1988b, с. 509] или «Ноосфера – последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории – состояние наших дней»

[Вернадский 1988b, с. 510]. В геологическом масштабе 100-200 лет значения не имеют. Но для социологического анализа современного периода истории и создания глобальных моделей важно выделение более четких, человечески соизмеримых границ.

Литература

- [Брук 1986] Брук С.И. Население мира. Этнодемографический справочник. М.: Наука, 1986.
- [Вернадский 1988a] Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление // В.И. Вернадский. Философские мысли натуралиста. М., 1988.
- [Вернадский 1988b] Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // В.И. Вернадский. Философские мысли натуралиста. М., 1988.
- [Вернадский 1994] Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера // Живое вещество и биосфера. М., 1994.
- [Шиян 2002] Шиян Т.А. Системный подход к обществу Л.Н. Гумилева, возможности его развития и математизации // Актуальные проблемы социологической науки и социальной практики: Научная конференция «Сорокинские чтения – 2002». Сб. науч. докл. в 3-х томах. Том 3. Математическое моделирование социальных процессов. Выпуск 5. М.: МАКС Пресс, 2003.
- [Шиян 2003] Шиян Т.А. Содержательные основания построения абстрактной глобальной экстенциональной модели социальной реальности // Аспекты: Сборник статей по философским проблемам истории и современности. М.: Изд-во «Современные тетради», 2003.
- [glossary.ru] Служба тематических толковых словарей Глоссарий.ru. <http://www.glossary.ru>.