

MODELING OF THE SYSTEM «NATURE-SOCIETY» IN THE CONTEXT OF CORRELATION BETWEEN THE REAL AND THE OPTIMAL MODEL ON THE EXAMPLE OF STAROOSKOL-GUBINSKY REGION OF THE BELGOROD OBLAST

E. Ukolova, postgraduate student
Belgorod State University,
Russia

Development of the modern society and technology has now led to global changes in the environment. Geosystems are gradually transformed into techno-geo-systems. Under the influence of human activities irreversible changes take place in such systems. On the example of Starooskol-Gubinsky mining site, we modeled the system «Nature-Society» taking into account various natural and social factors. This area is a prime example of technogenic human impact on the environment. In the course of simulation, we assumed the existence of the «equilibrium point» in relation to humans and the environment. And indeed it exists theoretically, but practical achievement of it within the selected area is impossible because of the indigenous technological changes.

Keywords: geosystem, techno-geo-system, modeling, natural environment, «Nature-Society» system, anthropogenic load, Starooskol-Gubinsky mining site, landscape, society.

Conference participant, National championship in scientific analytics

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО» В КОНТЕКСТЕ СООТНОШЕНИЯ РЕАЛЬНОЙ И ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО РЕГИОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Уколова Е.В., аспирант
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Россия

Развитие современного общества и технологий в настоящее время привело к глобальным изменениям окружающей природной среды. Геосистемы постепенно превращаются в техногеосистемы, в которых происходят необратимые изменения под воздействием хозяйственной деятельности человека. На примере Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла мы смоделировали систему «Природа-Общество» с учетом различных природных и социальных факторов. Эта территория является ярким примером техногенного воздействия человека на окружающую природную среду. В ходе моделирования мы предположили существование «точки равновесия» в отношении человека и окружающей среды. И действительно теоретически она существует, но практически ее достижения в пределах выбранной территории невозможно из-за коренных техногенных преобразований.

Ключевые слова: геосистема, техногеосистема, моделирование, окружающая природная среда, система «Природа-Общество», антропогенная нагрузка, Старооскольско-Губкинский горнопромышленный узел, ландшафт, социум.

Участник конференции, Национального первенства по научной аналитике

Любая подсистема окружающей среды рассматривается как элемент природы, взаимодействующий через биосферные, климатические и социально-экономические связи с глобальной системой Природа-Общество (СПО). В качестве конкретного объекта мониторинга мы выбрали Старооскольско-Губкинский регион Белгородской области, как пример взаимодействия техногеосистемы и человека и спроектировали модель, описывающую это взаимодействие и функционирование различных уровней пространственно-временной иерархии всей совокупности процессов в окружающей среде, влияющих на экологическое состояние каждого компонента и всей системы в целом. Модель описывает характерные для изучаемой территории процессы природного, антропогенного и техногенного характера и в начале своей разработки опирается на информационную основу. Структура модели ориентируется на адаптивный режим ее использования.

Синтез модели СПО основывается на представлении о ней, как о самоорганизующейся и самоструктурирующей

системе, согласованность действий элементов которой во времени и пространстве обеспечивается процессом естественной эволюции. Антропогенная составляющая в этом процессе направлена на нарушение этой целостности. Попытки параметризовать на формальном уровне процесс коэволюции природы и человека, как элементов биосферы, связаны с поиском единого описания всех процессов в системе ПО, которое бы объединяло усилия различных отраслей знания в познании окружающей среды.

В настоящее время понятие системы Природа-Общество существует и разрабатывается в глобальном смысле. Однако для осуществления целей, поставленных в данной работе нам необходимо скорректировать данную модель для территории Старооскольско-Губкинского района. В связи с этим она перестает быть глобальной и переходит в локальную модель природных и социальных процессов определенной территории.

СПО можно представить как совокупность природы N (Nature) и человеческого общества H (Homo sapiens), которые составляют единую природ-

но-социальную систему. Поэтому их разделение при построении модели следует считать условным. Системы N и H имеют иерархические структуры |N| и |H|, цели \underline{N} и \underline{H} , поведения \underline{N} и \underline{H} соответственно. С математической точки зрения взаимодействие систем N и H можно рассматривать как случайный процесс $\eta(t)$ с неизвестным законом распределения, представляющим уровень напряженности во взаимоотношении этих систем или оценивающей состояние одной из них. Цели и поведения систем являются функциями показателя η . Однако существуют диапазоны изменения η , в которых поведения систем могут быть антагонистическими, индифферентными и кооперативными.

Основная цель системы H состоит в достижении высокого жизненного уровня с гарантией долговременного выживания. Аналогично цель системы N может быть определена в терминах выживания. Поведение системы N определяется объективными законами коэволюции. В этом смысле выделение N и H является условным и его можно интерпретировать как разделение

множества природных процессов на управляемые и неуправляемые. Тогда будем считать системы N и H симметричными. При этом система H располагает технологиями, наукой. Экономическим потенциалом, промышленным и сельскохозяйственным производством, социальным устройством и т.д. Процесс взаимодействия систем N и H приводит к изменению η , уровень которого влияет на структуру векторов \underline{H} и \underline{H} . На самом деле существует порог η_{\max} , за пределами которого человеческое общество перестает существовать, а природа выживает. Несимметричность систем N и H в данном контексте вызывает изменение цели и стратегии системы H .

В современных сложившихся условиях ситуация на территории Старооскольско-Губкинского района выглядит так, что взаимодействие этих систем $\eta \rightarrow \eta_{\max}$ довольно уверенными и относительно быстрыми темпами, поэтому отдельные компоненты вектора \underline{H} можно отнести к классу кооперативных. Поскольку социально-экономическая структура территории представлена социальным обществом, производственным и инфраструктурным комплексом (в совокупности – социум), то в качестве функционального элемента системы H будем рассматривать социум. Функция $\eta(t)$ отражает результат взаимодействия элементов социума между собой и с природой. Совокупность результатов этих взаимодействий описывается матрицей $B||b_{ij}||$, каждый элемент которой несет символическую смысловую нагрузку:

$$b_{ij} = \begin{cases} + & \text{при кооперативном поведении;} \\ - & \text{при антагонистических взаимоотношениях;} \\ 0 & \text{при индифферентном поведении.} \end{cases}$$

На основе вышеизложенных теоретических основ моделирования природных процессов мы построили реальную модель локальной территориальной системы Природа-Общество для Старооскольско-Губкинского района. Она позволяет проводить мониторинг с использованием ГИМС-технологий, создавать базу данных для контроля и слежения за взаимодействием природных, социальных и техногенных процессов на

исследуемой территории, а также с ее помощью можно создать наглядную комплексную модель системы ПО и спрогнозировать ее дальнейшее развитие с учетом многих факторов [1].

Взаимодействие *Человека (H)* и *Природы (N)* является функцией обширного комплекса факторов, действующих как в социуме, так и в природной среде. Основной проблемой этого взаимодействия является интенсивное влияние человека на окружающую природную среду, сопровождающееся быстрым развитием промышленности на территории Старооскольско-Губкинского района, а также сосредоточением здесь источников техногенного и антропогенного воздействия и, как следствие, кризисных явлений в состоянии окружающей среды на исследуемой территории.

В настоящее время реально встал вопрос о поиске стратегии оптимального взаимодействия систем H и N . Поэтому при исследовании территории Старооскольско-Губкинского района мы считаем целесообразно развивать и реализовывать многоаспектные программы по изучению взаимодействия между природой и обществом. Создавать базы данных, которые позволяют оценить уровень и направленность антропогенных процессов, а также осуществлять прогноз.

Основные тенденции в хозяйственной деятельности человека характеризуются функционированием природных процессов, таких как производство энергии, промышленных материалов и пищи. При этом наблюдается тенденция возрастания эффективности этих процессов в пересчете на душу населения. От энергетического потенциала в прямой зависимости находятся другие параметры, определяющие состояние производства и экономики района. При этом потенциал Старооскольско-Губкинского района является очень высоким за счет развития энергетики, черной металлургии, горнопромышленного и горнодобывающего комплекса, а также сельского хозяйства.

С точки зрения системного подхода и теории систем H и N являются открытыми системами. Их разделение условно и направлено на выделение

управляемых и неуправляемых компонентов окружающей среды. При этом мы полагаем, что обе системы симметричны с позиции их описания, т.е. каждая имеет цель, структуру и поведение. Пусть $H = \{H_G, H_S, |H|\}$ и $N = \{N_G, N_S, |N|\}$, где H_G и N_G – цели систем, H_S и N_S – стратегии поведения систем, $|H|$ и $|N|$ – структуры систем H и N соответственно. Тогда взаимодействие систем H и N можно описать процессом (V, W) – обмена, состоящего в том, что каждая из систем для достижения своей цели затрачивает ресурсы V и взамен получает новый ресурс в количестве W . Цель каждой системы состоит в оптимизации и гармонизации обмена с другой системой, т.е. максимизировать W и минимизировать V . Тогда уравнения (V, W) обмена будет выглядеть:

$$W_H(H^*, N^*) = \max_{\{H, |H|\}} \min_{\{N, |N|\}} W(H, N) = \min_{\{N, |N|\}} \max_{\{H, |H|\}} W(H, N) \quad (1)$$

$$W_N(H^*, N^*) = \max_{\{N, |N|\}} \min_{\{H, |H|\}} W(H, N) = \min_{\{H, |H|\}} \max_{\{N, |N|\}} W(H, N) \quad (2)$$

где H^* и N^* – оптимальные системы. Также здесь существует спектр мощности взаимодействия систем H и N , охватывающий конечные интервалы изменения выигрышей W_H и W_N в зависимости от степени агрессивности каждой из них. Модель сбалансированного развития социума и природы состоит в отождествлении системы H с совокупностью городов, промышленных узлов и рекреационных зон. Вся процедура моделирования завершается синтезом имитационной модели, которая в рамках принятых допущений и предположений является инструментом исследования. В нашем случае будем считать, что структура системы H включает:

- население G , - загрязнения Z , - природные ресурсы M ,
т.е. $|H| = \{G, Z, M\}$.

Аналогично структура системы N состоит из следующих элементов:

- климатический параметр температура T (температурный режим территории); - качество среды обитания Q ; - площадь

лесов L ; - площадь сельскохозяйственных земель S ;

Таким образом, $|N| = \{T, Q, L, S\}$.

Стратегия поведения системы N формируется из распределения капиталовложений в восстановление ресурсов U_{MG} , борьбы с загрязнениями U_{ZG} , сельскохозяйственных инвестиций U_{BG} , т.е. $N_S = \{U_{MG}, U_{ZG}, U_{BG}\}$.

Стратегия поведения системы N отождествляется со скоростью старения капиталовложений T_V , смертностью населения μ_G , продуктивностью сельского хозяйства H_x , стоимостью восстановления ресурсов G_{MG} , постоянной времени самоочищения природной среды от загрязняющих веществ T_B , степенью воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую природную среду F , а также степенью самовосстановления техногеосистемы P , т.е.

$$N_S = \{T_V, \mu_G, H_x, G_{MG}, T_B, F, P\} \quad (3)$$

В общем смысле эта модель формулируется с помощью терминов теории эволюционной технологии моделирования. Если все возможные состояния природной среды территории Старооскольско-Губкинского района составляют множество $\Gamma = \{\Gamma_i\}$, то в результате воздействия горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности C_K на природную среду гипотетически возможны два выхода:

1) $C_K(\Gamma_i) \rightarrow \Gamma_i \in \Gamma$ – геосистема стремиться к самоочищению и самовосстановлению природной среды, формируются оптимальные условия существования человека;

2) $C_K(\Gamma_i) \rightarrow \Gamma_i \notin \Gamma$ – геосистема уже не способна к самовосстановлению, происходят необратимые изменения в природной среде и ее компонентах, формируется техногеосистема.

На данном этапе развития территория Старооскольско-Губкинского горнопромышленного комплекса идет по второму пути, т.е. здесь уже достаточно четко выделяется сформированная техногеосистема, произошли глубокие и необратимые изменения в компонентах природной среды, отмечены весьма неблагоприятные условия для жизнедеятельности человека.

Если последовательность состояний окружающей природной среды

$\{C_K(\Gamma_i)\} \in \Gamma$, то можно говорить об устойчивой коэволюции системы $N \cap N$. Однако территорию Старооскольско-Губкинского района нельзя охарактеризовать как территорию устойчивого развития, поэтому равновесие сдвигается в сторону *Человека* и в результате выглядит так: $\{C_K(\Gamma_i)\} \notin \Gamma \rightarrow N_N \cap N$.

На основании вышеизложенного мы выдвинули предположение о том, что в геосистеме расположенной на территории Старооскольско-Губкинского района должна существовать некая «точка равновесия». Ее значение состоит в том, что она является тем гипотетическим балансом, который может достигнуть *Человек* и *Природа* в процессе стремления к гармонизации межкомпонентных взаимоотношений. Ее достижение в принципе возможно лишь в том случае, если названные системы будут двигаться в процессе своей эволюции навстречу друг другу. Но поскольку система *Природа* на территории Старооскольско-Губкинского района претерпела необратимые изменения и не сможет вернуться к своему исходному состоянию, т.к. стала на путь формирования природно-технической геосистемы, то ее движение навстречу *Человеку* невозможно – она сможет либо сократить темпы своего дальнейшего развития, либо продолжит изменяться дальше, без изменений.

Тогда складывается следующая ситуация: система *Природа* движется в направлении к *Техногеосистеме*, а система *Человек* движется не к природе, а в противоположном направлении, т.е. к *Социуму* (система, где все компоненты гармонируют друг с другом, но отдалены от природной среды). *Социум* и *Техногеосистема* находятся на постоянном расстоянии друг от друга и не движутся навстречу в данных условиях. Но гипотетически они могут пойти на сближение, и тогда встанет вопрос о том, какая из них станет частью другой и при каких условиях.

Достижение «точки равновесия» в современных условиях практически невозможно, однако, если по-

строить оптимальную модель территориального развития и выделить главные цели, направленные на достижение устойчивого развития, провести модельный эксперимент и спрогнозировать дальнейшее развитие, то первый шаг на пути к максимально комфортному взаимодействию между *Природой* и *Человеком* будет сделан [2].

Безусловно, в данном контексте, возникает проблема адекватности между реальными процессами, происходящими на исследуемой территории и их упрощенным представлением в виде модели. Однако математическое моделирование для данного исследования весьма целесообразно, т.к. позволяет осуществить перспективную оценку кинетики параметров окружающей среды.

Таким образом, соотношение реальной (R) и оптимальной модели (O) межкомпонентного взаимодействия между системой *Природа* и *Человек* на территории Старооскольско-Губкинского региона основывается на стремлении природной среды к устойчивому развитию и сбалансированности отношений между внешними и внутренними компонентами, а человек, в свою очередь, стремиться к социальному и экономическому благополучию и максимально комфортным условиям среды. В этом одновременном противоречии мы нашли гипотетическую «точку равновесия», при которой воздействие отрицательных антропогенных и техногенных факторов будет стремиться к минимуму, социальное и экономическое благополучие будет максимально сбалансировано с процессами окружающей природной среды. И к ней нужно стремиться, но с учетом определенных социально-экономических и природно-антропогенных процессов.

References:

1. Крапивин В.Ф. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика / В.Ф. Крапивин, К.Я. Кондратьев. – СПб, 2002. – 724 с.
2. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. – М.: Академия, 2004. — 406 с.