SECTION IV. ECONOMIC SCIENCES

Меншуткин В.В., Минина Т.Р.**Когнитивное моделирование как подход к управлению процессами взаимодействия человеческого общества с природными экосистемами***ФГБУН Институт проблем региональной экономики Российской академии наук
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/satm-02-2022-06

Аннотация

Появление на Земле человеческого общества и технический прогресс привели к возникновению нового типа развития биосферы, которое происходит по законам, существенно отличающимся от тех, которые господствовали на нашей планете до появления на ней человеческой популяции. Современное развитие глобально, то есть охватывает всю биосферу, и в отличие от дарвиновской эволюции, принципиально управляемо человеческим обществом. Именно управляемость заставляет искать научный подход к этому процессу. Одним из подходов к управлению процессами взаимодействия человеческого общества с природными экосистемами является компьютерное моделирование сложных систем.

Ключевые слова: природные экосистемы, эколого-социо-экономическая система (ЭСЭ-система), оптимальное управление, устойчивое развитие, сложные системы, когнитивное моделирование.

Abstract

The appearance of human society and technological progress on the Earth has resulted in a new type of biosphere development, which follows substantially different laws from those prevailing on our planet before the emergence of the human population. Contemporary development is global, i.e. it includes the entire biosphere, and unlike Darwinian evolution, it is managed by human society. This manageability makes it necessary to search for a scientific approach to the process. One of the approaches to managing the processes of interaction between human society and natural ecosystems is computer modeling of complex systems

Keywords: natural ecosystems, ecological-socio-economic system (ESE-system), optimal management, sustainable development, complex systems, cognitive modelling.

Принцип устойчивого развития, принятый как руководящая доктрина развития Российской Федерации, предусматривает обеспечение оптимального управления целым рядом сложных систем. К ним относятся экономические и транспортные системы, объекты живой и неживой природы, наземные и водные сообщества животных и растений, а также сложные взаимодействия этих систем с человеческим обществом. Принцип устойчивого развития предусматривает такое взаимодействие между человеческим обществом и экологическими системами биосферы, которое обеспечивало бы в течение долгого времени сохранение среды обитания человека на уровне, обеспечивающим его нормальное существование. Этот тезис входит в конфликт с основной тенденцией научно-технического прогресса и развития общества потребления, направленного на всемерное расширение производства. Разрешению этого конфликта посвящена обширная литература, начиная с работ Форрестера, Мидоуза, Римского клуба [1]. Необходима разработка стратегии природопользования, в том числе в отношении крупных пресноводных водоемов, состояние которых – это ключевая проблема не только водоснабжения крупных городов, но и сохранения уникальных природных объектов, регулирования рыбного промысла, туризма, водного транспорта.

Ускорение технического процесса и формирование к XXI веку человеческого общества – общества потребления с нерегулируемым истреблением природных ресурсов – привело нарушению природного баланса, к возникновению таких экологических проблем, как разрушение озонового слоя, антропогенное загрязнение воды и воздуха, уничтожение лесов, деградация земель, уменьшение биоразнообразия, истощение природных ресурсов. На пороге XXI века на Земле почти не осталось нетронутых человеческим влиянием водных экосистем (даже до озера Восток в Антарктике добрались в 2012 году, пробуравив почти 4-х километровую толщу льда).

Для решения экологических проблем необходимы экономические меры, законодательные меры по охране окружающей среды, экологическое воспитание. Нужны конкретные научно-обоснованные данные со всесторонним анализом средств достижения принимаемых мер и их возможных последствий. В соответствии с концепцией устойчивого развития необходимо соблюдать баланс между решением социальных, экономических проблем и сохранением окружающей среды. В связи с коронавирусной эпидемией, объявленной пандемией и глобальным экономическим кризисом, проблема устойчивого развития в глобальном и региональном аспектах стала особенно актуальной.

Одним из подходов к управлению эволюционными процессами биосферы является компьютерное моделирование сложных систем. В помощь органам, принимающим ответственные решения, создаются системы поддержки принятия решений (СППР) (международное название – Decision Support System – DSS). СППР (компьютерные системы, которые путем сбора и анализа большого объема информации могут влиять на процесс принятия решений организационного плана) возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных. При создании СППР важны как учет всех отраслевых интересов, так и необходимость вовлечения в процесс принятия решений всех заинтересованных участников.

Эффективность СППР во многом зависит от научного уровня используемых в составе СППР математических, экономических и экологических моделей, от уровня оптимизации в методах управления, а также от объемов и качества информации в базе данных (БД) системы.

Решение проблемы устойчивого развития человеческого общества невозможно без учета его взаимодействия с окружающей средой. При исследовании природных экосистем необходимо учитывать влияние процессов, происходящих в экосистеме, включая демографию и экономику населения, проживающего на территории исследуемой экосистемы, а также качественные характеристики взаимодействия человека с природой, например, ограничения, определяемые природоохранным законодательством. Рассматриваемую ситуацию можно характеризовать как задачу оптимального управления сложной системой. Необходимым элементом для решения подобных задач является построение модели управляемой системы [2].

Управление любой сложной системой предусматривает формулировку критерия оптимальности, средств управляющих воздействий и динамической модели объекта управления [3, 4]. Для экономической системы критерием оптимальности обычно выбирается уровень жизни населения [5], который полагается зависящим не только от средних доходов на человека, но и от качества окружающей среды и других параметров. Такой подход приводит к необходимости включения в модель экономики подмоделей, описывающих изменения в климатических и экологических характеристиках окружающей среды. С другой стороны, качество жизни населения, как критерий устойчивого оптимального развития всей системы [6] во многом зависит от динамики структуры самого населения. Под комфортностью социальной жизни населения понимается совершенство функционирования правоохранительных органов, органов здравоохранения и средств самоуправления. Такой подход к оптимальному управлению экономико-экологической системой предполагает сохранение и улучшение условий существования человеческой популяции, учитывая демографию, экономику и культуру.

На рис. 1 приведена схема формирования критерия оптимальности на основе данных моделей, входящих в систему.

Рисунок 1. Схема формирования критерия оптимальности (уровня жизни населения) на основе данных моделей, входящих в систему

В книге Н.Н. Моисеева [7] намечены пути моделирования всей системы «природа – человеческое общество», устойчивое развитие которой имеет исключительно большое значение для решения проблемы сохранения водных ресурсов озер. В [8] приводятся результаты подсчета высокой эффективности водоохранной деятельности: один рубль, вложенный в водоохранные мероприятия, предотвращает экономический ущерб, равный 10 руб. Авторы расчетов отмечают, что трудно найти ещё сферу хозяйственной деятельности, где рентабельность была бы столь высока (на уровне 1000%).

Для изучения влияния деятельности человека на территории водосбора на экологическое состояние водоёма авторами доклада создана когнитивная модель эколого-социо-экономической системы (ЭСЭ-системы) крупного водоема и его водосбора [9]. Применение когнитивного моделирования обусловлено тем, что оно допускает существенное различие элементов моделируемого объекта (закон сохранения не выполняется), а элементы ЭСЭ-системы, отражающие процессы, происходящие в экономике, окружающей среде и социальной сфере на водосборе водоема могут различаться на несколько порядков размерности, иметь вероятностную природу и быть информационными.

ЭСЭ-система состоит из пяти подсистем: экономика, демография, лесные экосистемы, водная экосистема и сельское хозяйство, объединенных системой управления [9]. Основным критерий управления – повышение уровня жизни населения региона водосбора за счет инвестиций в промышленность, сельское и лесное хозяйство, рыболовство и рыборазведение, а также инвестиций в мероприятия по охране окружающей среды. Распределение инвестиций контролируются блоком управления. Объем инвестиций зависит от объема валового регионального продукта (ВРП), который определяется в подмодели экономика и передается в блок управления. ВРП является основным показателем, характеризующим экономическое положение региона. Значимость показателя ВРП обусловлена тем, что данные о результатах производственной деятельности регионов

используются органами государственного регулирования экономики для разработки региональной политики. Он дает основания для реализации правильной экономической политики в сфере производства и промышленности (на долю которых практически во всех регионах приходится от 60 до 80 процентов всего объема ВРП).

Модель легла в основу построения когнитивной модели ЭЭ-системы конкретного региона – Белого моря и его водосбора [10],

Исследования показали [10, 11], что разработанная когнитивная модель ЭСЭ-системы водосбора крупного водоема, в перспективе, может быть включена в СППР для выработки управленческих решений, необходимых для достижения устойчивого развития системы «человеческое общество – природные экосистемы», в частности, при управлении природными ресурсами в конкретном регионе. При этом СППР должна быть оснащена базами данных и базами знаний об экологической, социальной и экономической ситуации в регионе.

Необходимость учета при принятии управленческих решений большого количества экологических, экономических, социальных, юридических и моральных факторов значительно усложняет задачу выбора правильного варианта решения. В первую очередь, это связано со сбором необходимой для принятия решений информации. Кроме того, при принятии сложных решений необходимо привлекать экспертов – специалистов в различных областях знаний, и в СППР должен быть предусмотрен блок для выработки решения исследуемой задачи на основе рекомендаций экспертов, с использованием когнитивного моделирования. При когнитивном моделировании создаются системы логических высказываний, которые на основании знаний экспертов или других источников информации устанавливают связь между переменными моделируемого объекта.

Когнитивная модель принципиально не приспособлена в выдаче количественных результатов. Когнитивные модели предназначены для прогнозирования на качественном уровне изменений сложной системы, происходящих при изменении внешних воздействий.

Работа выполнена по теме НИР ИПРЭ РАН № Г.Р. АААА-А19-119021390164-1.

1. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Мир.1978.
2. Бусленко И.П. Моделирование сложных систем. М.: Советское Радио. 1973.
3. Математическая теория оптимальных процессов / Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. М.: Физматгиз, 1961. 391 с.
4. Федоренко Р.П. Приближенное решение задач оптимального управления. М.: Наука, 1978.
5. Загородникова Т. Об уровне жизни населения / Вопросы статистики. 1998. №6. С. 14-17.
6. Гизатуллин Х.Н., Троицкий В.А. Концепция устойчивого развития: новая социально-экономическая парадигма // Общественные науки и современность. 1998, № 5. С. 124-130.
7. Моисеев Н.Н. Козволюция человека и биосферы в век компьютеров // Вестник АН СССР. 1982. № 3. С.90-97.
8. Рюмина Е.В. Экологическая версия предназначения природной ренты // Экономическая наука современной России, № 2, 2002. С. 11-22.
9. Меншуткин В.В., Минина Т.Р. Моделирование эколого-социо-экономической системы водосбора крупного водоема // Сб. научных статей под ред. Л.П. Совершаевой. СПб.: ГУАП, 2020, 1(14). 328 с. С. 206-211.
10. Меншуткин В.В., Филатов Н.Н. Моделирование эколого-социо-экономической системы Белого моря и его водосбора. Морской гидрофизический журнал, том 37, № 1, 2021. С. 113-131.
11. Меншуткин В.В., Минина Т.Р. Исследование когнитивной модели эколого-социо-экономической системы водосбора купного водоема // Труды XVIII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Теория и практика экономики и предпринимательства». Симферополь-Гурзуф, 27-29 апреля 2021 года. 421 с. С. 67-70. ISBN 978-5-6046332-2-9