ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) ECOLOGY (ITS BRANCHES)

УДК 63.631.1:631.6

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2021-5-1-42-47>

Эколого-экономическое моделирование в агромелиоративном земледелии в целях адаптации сельского хозяйства к транзитивным кризисам

Щитов С. Е.

Федеральный Ростовский аграрный научный центр (п. Рассвет, Российская Федерация)

Целью данного исследования является разработка модели, позволяющей строить формализованные прогнозы развития агромелиоративной отрасли в транзитивном пространстве ее переменных на основе имеющейся информации о структуре и закономерностях взаимодействия элементов данной сложной системы. Основой для разработки модели при изучении поведения проблемно-ориентированных сложных систем стал когнитивный подход, который позволяет представить структуру любой геосистемы, в том числе и агромелиоративной, выявить причинно-следственные связи между ее элементами, а также спрогнозировать тенденции дальнейшего развития системы. Когнитивный подход в исследовании сложных систем предполагает решение взаимосвязанного набора задач системного анализа, таких как идентификация объекта и социально-экономической среды в виде когнитивной модели, анализ циклов и направлений когнитивной модели, проведение анализа управляемости, устойчивости, чувствительности, адаптируемости, сценарный анализ и т. д. Составлена когнитивная карта, представляющая собой ориентированный, взвешенный граф, в котором вершины соответствуют факторам системы, а дуги — взаимосвязям между ними: $G = \langle V, E \rangle$, где G — взвешенный орграф, V — множество вершин v_i , являющихся факторами системы, E — множество дуг e_{ij} , которые отражают отношения между вершинами $i, j = 1, 2, \dots, k$. Использование аппарата знаковых графов позволило создать модель формализованных прогнозов развития агромелиоративной отрасли в транзитивном пространстве.

Ключевые слова: земледелие, агромелиоративная система, транзитивность, моделирование, когнитивная модель.

Для цитирования: Щитов, С. Е. Эколого-экономическое моделирование в агромелиоративном земледелии в целях адаптации сельского хозяйства к транзитивным кризисам / С. Е. Щитов // Экономика и экология территориальных образований. — 2021. — Т. 5, № 1. — С. 42–47.
<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2021-5-1-42-47>

Ecological and economic modeling in agromeliorative agriculture in order to adapt agriculture to transitive crises

Schitov S. E.

Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet village, Russian Federation

The purpose of this study is to develop a model that allows us to build formalized forecasts of the agro-reclamation industry development in the transitive space of its variables based on available information about the structure and patterns of elements interaction of this complex system. The basis for the development of the model in the study of conduct problem-oriented complex systems has become a cognitive approach, which

allows representing the structure of any geosystems, including approaches to identify causal relationships between its elements and also to predict trends in the further development of the system. The cognitive approach in the study of complex systems involves solving an interconnected set of tasks of system analysis, such as identifying the object and the socio-economic environment in the form of a cognitive model, analyzing the cycles and directions of the cognitive model, analyzing controllability, stability, sensitivity, adaptability, scenario analysis, etc. Composed cognitive map representing a directed, weighted graph, where the vertices correspond to factors of the system, and the arcs — relationships between them: $G = \langle V, E \rangle$, where G is a weighted digraph, V is the set of v_i vertices, which are factors of the system, E is the set of e_{ij} arcs, which reflect the relationship between the vertices $i, j = 1, 2, \dots k$. The use of sign graphs device made it possible to create a model of formalized forecasts of the agro-reclamation industry development in a transitive space.

Keywords: agriculture, agromeliorative system, transitivity, modeling, cognitive model.

For citation: Schitov S. E. Ecological and economic modeling in agromeliorative agriculture in order to adapt agriculture to transitive crises. *Economy and ecology of territorial formations*, 2021, vol. 5, № 1, pp. 42–47. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2021-5-1-42-47>

Введение. Концепция транзитивности описывает состояние социально-экономической системы как сложное и многогранное сосредоточение динамических процессов, вызывающих многократные дискретные переходы от одного набора качеств к другим, зачастую обладающим более прогрессивными характеристиками, при этом обычно пропуская промежуточные состояния.

Транзитивность экономических отношений характеризуется состояниями перманентной вариативности и трансформации, искажающими вектор развития и затрудняющими планирование и прогнозирование [1].

Известно, что в комплексных исследованиях развития сложных систем определяющее положение занимает задача создания и претворения в жизнь моделей, дающих на выходе прозрачные механизмы прогноза и управления пропорциями роста в долгосрочной перспективе. Подобные оптимизационные модели играют ведущую роль в экономических расчетах, целью которых является сохранение оптимального вектора развития отдельных сфер и секторов экономики, а также территориальных комплексов. С научной точки зрения оптимальным признается такое направление развития сельского хозяйства и его подкомплексов, при котором любой отдельный элемент и вся сегментированная структура производства развиваются последовательно и пропорционально. Напротив, неконтролируемый рост отдельных составных компонентов системы приводит к несбалансированности, дезориентации и диспропорциям структур.

Основная часть. Агромелиоративное земледелие как отрасль сельскохозяйственного производства представлено следующими ключевыми компонентами (элементами) своей современной концепции:

- мелиорируемые земли;
- чередование размещения сельскохозяйственных культур (севооборот);
- технологии возделывания и уборки;
- система комплексной защиты и удобрения;
- обеспеченность водой;
- агротехнические мероприятия.

Факторы обеспеченности теплом и влагой, экономические, материальные и трудовые ресурсы (так называемые «ресурсы входа») являются базисом, определяющим эффективность системы «на выходе». В результате объединения ресурсов и приложения труда в процессе производства сельскохозяйственной продукции формируется база для достижения качественно нового уровня воспроизводства почвенного плодородия и сохранения свойств окружающей среды.

Постулируя приоритет максимизации финансовой отдачи от внедряемых улучшающих мероприятий в рамках экономического подхода, представим модель функционирования системы агромилиоративного земледелия в виде структурной модели (рис. 1).

$\min, \max, opt$ – направления соответственно минимизации, максимизации и оптимального использования средств;
 c – тариф на поливную воду; q – удельные затраты поливной воды на единицу урожая

Рис. 1. Модель системы агромилиоративного земледелия (составлено автором)

Формирование и развитие системы улучшающих мероприятий в земледелии, являющихся частью агролесомелиоративного комплекса, направленного на повышение общей эколого-экономической эффективности сельского хозяйства, включают в себя следующие виды проектно-изыскательских работ:

1. Агроэкологический мониторинг экосистем мелиорируемых площадей, построение комплексной модели, формирующей базис перспективного проектирования ландшафтно-агроэкологических мероприятий.
2. Осуществление комплекса исследовательских мероприятий по выявлению характерных черт сельскохозяйственных массивов, в том числе по наличию и качеству плодородного слоя, влажностному и тепловому режиму, вовлеченности земель в оборот, взаимосвязи между элементами ландшафтов, преобладающим видам сельскохозяйственных работ.
3. Оптимизация состава посевных площадей в севооборотах на основе биологических и экономических норм, уровня специализации, баланса между задачей сохранения плодородия и уплотнением верхних слоев почвы. При выполнении такого рода работ опираются на принцип зонирования сельскохозяйственных культур в соответствии с химическими и физическими характеристиками почвы, вегетативным циклом сельскохозяйственных культур.
4. Реализация мероприятий по защите растений.
5. Выбор системы культивации для обеспечения энергосбережения и экономии производственных затрат путем уменьшения числа операций по обработке почв, применения более эффективных агрегатов и обрабатывающих машин и уточнения оптимальных сроков проведения полевых работ с учетом сезонного состояния почвы.
6. Подбор сортов, ориентированный на использование принципа взаимного дополнения для различных культур с отличающимися вегетационными периодами и характеристиками процесса обеспечения генетической защиты растений от болезней.

7. Проектирование технологической основы агрономелиорации путем выбора наилучших методов ведения сельского хозяйства. Это решение в области управления направлено на оптимизацию взаимосвязи между высокой урожайностью и устойчивым землепользованием.

На каждом из вышеупомянутых этапов необходимо оценивать соответствие прогнозируемой геосистемы ландшафтно-агрономелиоративных исследований основным экологическим стандартам и правилам, касающимся мелиорации земель.

Экологизация агрономелиорации должна основываться на принципах экологического менеджмента и управления, которые направлены на непрерывное повышение качества окружающей среды, отсутствие ущерба, причиненного другим землепользователям в ходе агрономелиорации.

Ключевым элементом когнитивного анализа являются построение моделей, в упрощенной форме представляющих карту выявленных проблем и возможных сценариев развития анализируемой ситуации, а также разработка рекомендаций по устранению возможных последствий.

Когнитивный анализ предполагает следующие операции:

- 1) описание ключевых параметров исследования;
- 2) ситуационный анализ, выполняющий сбор, обработку и классификацию качественных и количественных данных, описывающих внутренние и внешние факторы, влияющие на развитие агролесомелиорации;
- 3) выявление проблемных факторов устойчивого развития агроэкономики;
- 4) симплициальный анализ (q-стыковой анализ);
- 5) прогнозирование возможных изменений, построение различных сценариев развития и принятия решений в области управления различными аспектами взаимодействия между окружающей средой и экономикой в области агролесомелиорации [2].

Первые два этапа носят подготовительный характер и обеспечивают информацией дальнейшие операции, предшествующие получению когнитивной карты рассматриваемого процесса.

Когнитивную карту рисуют в виде ориентированного взвешенного графа, в котором вершины соответствуют факторам системы, а дуги — взаимосвязям между ними: $G = \langle V, E \rangle$, где G — взвешенный орграф, V — множество вершин v_i , являющихся факторами системы, E — множество дуг e_{ij} , которые отражают отношения между вершинами $i, j = 1, 2, \dots, k$.

Выстраивание последовательности причинно-следственных связей между анализируемыми факторами осуществляется на базе экспертного метода исследования проблемной ситуации. При этом выделяют два типа причинно-следственной связи между факторами: положительные (прямые) и отрицательные (обратные). Когнитивная карта способна фиксировать только сам факт установления взаимосвязи между факторами системы без учета их типологии и динамики [3]. Верификация параметров системы, уточнение характера связей и значимости факторов производится с помощью построения когнитивной модели, представляющей собой функциональный граф исследуемой системы, в котором вершины соответствуют факторам системы, а дуги отражают функциональную зависимость между ними. Каждая взаимосвязь между факторами системы может быть выражена как измеряемыми (количественными), так и неизмеряемыми (качественными) переменными [4–5].

В данном случае в качестве вершин системы выступают: $V1$ — сельскохозяйственная продукция, $V2$ — агрономелиоративные мероприятия, $V3$ — земля, $V4$ — технологии, $V5$ — процесс землепользования, $V6$ — государственное регулирование, $V7$ — население, $V8$ — природная среда. Тогда когнитивная модель процесса экологизации агрономелиоративного земледелия приобретает вид, отображенный на рис. 2.

На следующем этапе когнитивного анализа производится моделирование импульсного процесса распространения возмущений, происходящих вследствие возмущающих либо управляющих воздействий, определяющих различные сценарии развития агрономелиоративной геосистемы. При этом процесс импульсного моделирования, производимый при помощи когнитивных карт, позволяет проследить пути динамических изменений всей агрономелиоративной системы.

Динамическое моделирование осуществляет задание вектора управляемых отклонений в одной из вершин графа, регулирующих взаимодействие данной вершины с другими связанными с ней в большей либо в меньшей степени вершинами.

Рис. 2. Когнитивная модель процесса экологизации агромелиоративного земледелия (составлено автором)

В общем случае, когда имеется несколько вершин V_j , смежных с V_i , распространение возмущений по графу при наличии внутренних импульсов P_j определяется по правилу [6]:

$$X_i(n+1) = X_i(n) + \sum f(X_i, X_j, e_{ij}) P_j(n).$$

В случае, когда присутствуют внешние возмущения Q_i , процесс распространения возмущений имеет вид:

$$X_i(n+1) = X_i(n) + \sum f(X_i, X_j, e_{ij}) P_j(n) + Q_i(n+1).$$

Выводы. Использование аппарата знаковых графов позволяет строить формализованные прогнозы развития агромелиоративной отрасли в транзитивном пространстве переменных на основе имеющейся информации о структуре и закономерностях взаимодействия ее элементов.

Механизм адаптации каждой отрасли и сельского хозяйства в целом к транзитивным (переходным, кризисным) условиям требует учета переходного состояния российской экономики, для которой характерна неустойчивость и разновекторность процессов интеграции, дезинтеграции и дифференциации.

Библиографический список

1. Транзитивность / Энциклопедия по экономике : [сайт]. — URL: <https://economy-ru.info/info/9940/> (дата обращения: 19.02.2021).
2. Захарова, Е. Н. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем. Когнитивный подход / Е. Н. Захарова, Г. В. Горелова, С. Н. Радченко. — Ростов-на-Дону : Изд-во РГУ, 2006. — 332 с.
3. Заболотский, М. А. Когнитивное моделирование — уникальный инструмент для анализа и управления сложными системами (регион, отрасль промышленности, крупное предприятие) / М. А. Заболотский, И. А. Полякова, А. В. Тихонин // Успехи современного естествознания. — 2005. — № 2. — С. 28.

4. Лавреш, И. И. Когнитивное моделирование социально-экономических рейтингов регионов / И. И. Лавреш, В. В. Миронов, А. В. Смирнов // Вестник ИТАРК. — 2011. — № 1. — С. 26.

5. Модели экономического прогнозирования развития сельского хозяйства России в условиях глобальных вызовов: моногр. / А. Н. Тарасов, С. Е. Щитов, А. Р. Петкова [и др.]. — Ростов-на-Дону : ООО «АзовПринт», 2017. — 108 с.

6. Захарова, Е. Н. О когнитивном моделировании устойчивого развития социально-экономических систем / Е. Н. Захарова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1. Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. — 2007. — № 1. — С. 227.

Поступила в редакцию 10.12.2020

Запланирована в номер 25.01.2021

Об авторе:

Щитов Сергей Ефимович, ведущий научный сотрудник отдела экономики Федерального Ростовского аграрного научного центра (п. Рассвет, Российская Федерация), кандидат экономических наук, доцент

References

1. *Tranzitivnost'* [Transitivity]. Encyclopedia of Economics: [website]. (In Russ.)
2. Zakharova EN., Gorelova GV. *Issledovanie slabostrukturirovannykh problem social'no-ekonomicheskikh sistem. Kognitivnyj podhod* [Research of weakly structured problems of socio-economic systems. Cognitive approach]. Rostov-on-Don: Publishing House of RSU, 2006:332. (In Russ.)
3. Zabolotskiy MA, Polyakova IA. *Kognitivnoe modelirovanie — unikal'nyj instrument dlya analiza i upravleniya slozhnymi sistemami (region, otrasl' promyshlennosti, krupnoe predpriyatie)* [Cognitive modeling is a unique tool for analyzing and managing complex systems (region, industry, large enterprise)]. (In Russ.)
4. Lavresh II., Mironov VV. *Kognitivnoe modelirovanie social'no-ekonomicheskikh rejtingov regionov* [Cognitive modeling of socio-economic ratings of regions]. Bulletin of ITARC, 2011;1:26. (In Russ.)
5. Tarasov AN., Schitov SE. *Modeli ekonomicheskogo prognozirovaniya razvitiya sel'skogo hozyajstva Rossii v usloviyakh global'nykh vyzovov: monogr.* [Models of economic forecasting of agriculture development in Russia in the context of global challenges: monograph]. Rostov-on-Don, AzovPrint, 2017:108. (In Russ.)
6. Zakharova EO. *Modeli ekonomicheskogo prognozirovaniya razvitiya sel'skogo hozyajstva Rossii v usloviyakh global'nykh vyzovov: monogr.* [On cognitive modeling of sustainable development of socio-economic systems]. Bulletin of Adygeya State University. Series 1. Regional Studies: Philosophy, history, sociology, law, political science, cultural studies. 2007;2:227. (In Russ.)

Received 10.12.2020

Scheduled in the issue 25.01.2021

Authors:

Schitov S. E. Leading Researcher, the Department of Economics, Federal Rostov Agricultural Research Center (Rassvet village, Russian Federation), Candidate of Economic Sciences, Associate Professor