

УДК 004.94

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

КОБЗАРЬ ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА

Студентка

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения математического моделирования для решения задач социально-экономических процессов. Анализируются основные этапы моделирования, а также особенности моделирования социально-экономических процессов. Рассматриваются примеры некоторых задач, а также наиболее популярные подходы, в частности агент-ориентированное моделирование, цветные сети Петри, теория клеточных автоматов.

Ключевые слова: математическое моделирование, социально-экономические процессы, агент-ориентированное моделирование, цветные сети Петри, клеточные автоматы.

MATHEMATICAL MODELING OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES

Kobzar Darya Sergeevna

Abstract: The article discusses the possibilities of using mathematical modeling to solve problems of socio-economic processes. The main stages of modeling are analyzed, as well as the features of modeling socio-economic processes. Examples of some problems are considered, as well as the most popular approaches, in particular agent-oriented modeling, colored Petri nets, and the theory of cellular automata.

Keywords: mathematical modeling, socio-economic processes, agent-oriented modeling, colored Petri nets, cellular automata.

В задачах исследования различных социальных явлений зачастую применяется математическое моделирование. При этом, важно отметить, что моделирование социальных процессов предполагает не только их конструирование с помощью различных инструментов и структур, но и возможность построения различных сценариев на будущее. Однако, только относительно событий настоящего времени, подразумевается такая характеристика, как материальность. Ситуации же прошлого или будущего непосредственно связаны с психическими образами — которые хранятся в памяти или генерируются нашим воображением [1]. Поскольку в современном мире развитие общества происходит быстрыми темпами, для проведения анализа социальной среды необходимы различные инструменты и механизмы. Математическое моделирование традиционно используется для прогнозирования в различных сферах жизни общества, однако не всегда могут быть разработаны именно строгие модели, что приводит к необходимости проектирования различных гибких моделей, из которых впоследствии можно составить целостный образ системы. Одной из проблем, связанных с оценкой и анализом социальных процессов, является психологический характер последствий, не имеющий физического выражения [2].

Поскольку процессы, характерные для социально-экономических систем, характеризуется динамичностью, при их исследовании наиболее часто используется системный подход. Моделирование является одним из путей исследования протекающих явлений, при этом важно помнить, что модель должна с достаточной степенью точности отражать реальность, однако не быть слишком запутанной, сложной для понимания и исследования. Стоит отметить, что целью создания модели является не только анализ существующей проблемы, но и возможность определить закономерности влияния опре-

деленных действий на объект исследования [3].

К важной особенности моделирования социальных процессов, протекающих в обществе, относится изучение поведения отдельных личностей и групп людей. На поведение людей, их действий в определенных ситуациях по отношению к какому-либо объекту, во многом оказывает влияние их восприятие и отношение к объекту. Одним из наиболее популярных подходов в социальном моделировании является агент-ориентированный подход. Под агентом понимается участник социальных отношений, у которого имеется некая информация о состоянии среды, он может выполнять различные действия, которые также оказывают влияние на среду. Одной из разновидностей данного подхода является мультиагентное моделирование, при этом информация, которая имеется у каждого агента недостаточна для решения задачи, а все агенты действуют самостоятельно [2].

Существует большое количество различных равновесных моделей, которые строятся на предположении, о том, что оператор эволюции системы является линейным. Это позволяет дифференцировать и интегрировать уравнения развития системы. Однако большое количество систем в социально-экономических отношениях являются открытыми и подчиняются неравновесным моделям. Таким образом, важно учитывать влияние внешней среды при исследовании данных систем, оценивать их устойчивость. Важно отметить, что неравновесность является необходимой компонентой развития любой системы, поскольку только лишившись устойчивости, система может развиваться. Исходя из системного подхода, применяемого для исследования развития систем, эволюционировать способны только сложные системы, с большим количеством разнообразных связей между ее элементами. Стоит отметить, что системное поведение во многом определяется отклонениями в поведении её отдельных частей. При этом, если в стабильных системах такие отклонения нейтрализуются, то в развивающихся системах - они в конечном счёте, и являются эволюционным механизмом [3].

Примером задач, при рассмотрении которых широко используются методы математического моделирования, является оценка развития человеческого капитала. В первую очередь в процессе моделирования определяются параметры, позволяющие оценить уровень образования, зависимости между образованием и состоянием рынка труда, а также уровень воспроизводства человеческого капитала. Затем исследователи выясняют соотношения между параметрами, определяют, какое влияние оказывает внешняя среда на функционирование системы, чтобы в итоге получить возможности прогнозирования для управления и распределения ресурсов [4].

Также, с помощью математического моделирования, можно осуществлять планирование и управление развитием технических университетов. Это касается, в частности, объединения вузов, а также повышение их автономии. Процессы, которые изучаются в данных задачах, развиваются в пространстве и времени. Основным инструментом исследования подобных процессов выступают дифференциальные уравнения, которые позволяют оценивать изменения, происходящие в процессах и с течением времени, и с учетом территориального расположения. Статистические данные, необходимые для построения модели, сначала собираются экспертами, анализируются, «чищаются» от некорректных значений и выбросов. При этом, после процесса моделирования, сначала необходимо проверить корректность работы модели, и, если результаты оказываются неудовлетворительными – корректировать требуемые параметры модели. В результате, получив математическую модель исследуемого процесса, можно не только выявить закономерности изменения характеристик процесса, но также и рассчитать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие. Не менее важно и то, что с помощью модели можно определить план дальнейших действий, анализируя результаты, достигаемые в результате различного влияния на систему [4].

В отличие от традиционных методов, в частности - методов дифференциального исчисления, некоторые социальные явления удобно описывать с помощью теории клеточных автоматов. Клеточные автоматы — это дискретные системы, состояние которых изменяется во времени и пространстве по некоторым законам. Теорию клеточных автоматов на практике можно применять для моделирования социальных процессов в государстве. Например, можно рассматривать период российской истории, когда происходило становление государственного строя и основную роль играло сельское хозяйство – примерно вторая половина первого тысячелетия. С помощью модели можно описать только демогра-

фическую ситуацию, не учитывая некоторые особенности рассматриваемого периода времени. Демографическая ситуация региона зависит от урожайности следующим образом – после осуществления сбора урожая, в каждом населенном пункте составляется собственный продовольственный план. Если количество собранного урожая окажется недостаточным для того, чтобы обеспечить всех жителей продуктами, часть из них будет вынуждена покинуть привычное место жительства и поселиться на другой территории, тем самым количество жителей данной территории уменьшится, а численность новых мест – соответственно увеличится [5].

Модель должна также учитывать возможные различные исходы переселения, так, может оказаться, что поблизости нет территорий, пригодных для жизни, тогда в поселении наступит голод, что в итоге приведет к сокращению численности населения. Либо же, если вблизи находится другой город, ситуация может привести к возникновению конфликта, что также окажет негативное влияние на численность населения. По результатам моделирования с помощью клеточных автоматов были сделаны выводы о том, что несоответствие уровня урожайности требуемому уровню приводит к миграциям и распределению населения по свободным территориям, а достаточное количество урожая стимулирует формирование устойчивых структур с развитыми взаимоотношениями между различными поселениями [5].

Другим примером инструментария для моделирования функционирования динамически изменяющихся систем служат сети Петри. Для моделирования поведения простых систем достаточно обычных сетей Петри, однако для решения более сложных задач необходимо привлекать более сложные модификации данного алгоритма, в частности, цветные сети Петри. При моделировании бизнес-процессов использование сетей Петри позволяет графически представить всю значимую информацию, тем самым наглядно моделировать работу системы. Необходимость применения именно цветных сетей Петри вызвана тем, что в процессе моделирования помимо непосредственно элементов процесса, обозначаемых местами, требуется введение мест, отвечающих за порядок активации переходов сети. Поскольку, в этом случае места подразделяются на группы, несущие различную смысловую нагрузку – применение классических сетей Петри становится невозможным [6].

В настоящее время для решения задач теории управления разрабатываются модели двух основных видов: системные и модели данных. Модели данных, или по-другому - аналитические модели, представляют собой группу моделей математической статистики. Методология данных моделей активно развивается, особенно это заметно на примере экспертно-статистических систем. Тем не менее, технологии виртуального моделирования разработаны именно для системных моделей, которые, предположительно, станут основой моделирования в будущем. Уровень развития современных вычислительных систем и комплексов позволяет создавать модели с использованием технологий виртуальной реальности. Развитие и распространение моделирования, как инструмента решения проблем различных отраслей, вместе с тем приводит к эволюции методов и средств моделирования, а также модификации базовых концепций моделирования [7].

Моделирование является актуальной задачей во всех отраслях современного мира, поскольку для того, чтобы грамотно управлять сложными системами необходимо исследовать ее характеристики, зависимости, возникающие в процессе ее функционирования. Социально-экономические модели представляют наиболее сложную, с точки зрения моделирования, группу моделей. Это связано в первую очередь с тем, что элементами таких систем являются люди [6]. Наиболее трудоемкими частями социального моделирования являются: формирование базового набора данных, составление правил, которым подчиняются элементы системы, а также подбор вероятностных характеристик, в соответствии с которыми происходит функционирование элементов системы. В случае, если удастся найти и обнаружить подходящие характеристики, которые позволят описать состояние и принципы работы системы с достаточной степенью точности – разработанная модель будет показывать хорошие результаты. Таким образом, поведение модели будет хорошо ложиться на реальную ситуацию, что позволит прогнозировать дальнейшее поведение, и, соответственно, влиять на ее функционирование в будущем [2].

Список источников

- 1 Аверина Наталья Специфика моделирования социально-исторических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-modelirovaniya-sotsialno-istoricheskikh-protsessov>.(22.02.2022)
- 2 Копылова Н. С., Мурзин Ф. А., Курков И. А. Моделирование социальных процессов и мультиагентный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sotsialnyh-protsessov-i-multiagentnyy-podhod>.(24.02.2022)
- 3 Пшунетлев А. А. Актуальные задачи моделирования социально-экономических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-zadachi-modelirovaniya-sotsialno-ekonomicheskikh-protsessov>.(25.02.2022)
- 4 Куижева С. К. Роль и место математического моделирования в исследовании социально-экономических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-mesto-matematicheskogo-modelirovaniya-v-issledovanii-sotsialno-ekonomicheskikh-protsessov>.(25.02.2022)
- 5 Хлебников В. В. Моделирование динамики численности популяции методом двумерных клеточных автоматов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-dinamiki-chislennosti-populyatsii-metodom-dvumernyh-kletochnyh-avtomatov>.(26.02.2022)
- 6 Ехлаков Ю. П., Тарасенко В. Ф., Жуковский О. И., Сенченко П. В., Гриценко Ю. Б. Цветные сети Петри в моделировании социально-экономических систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsvetnye-seti-petri-v-modelirovanii-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem>.(26.02.2022)
- 7 Жуликов С. Е., Жуликова О. В. Математическое моделирование социальных процессов как актуальная практическая задача современного инновационного проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-sotsialnyh-protsessov-kak-aktualnaya-prakticheskaya-zadacha-sovremennogo-innovatsionnogo>.(28.02.2022)

© Д.С. Кобзарь, 2022