

УДК 519.6

Братченко Наталья Юрьевна

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ СИСТЕМ

В статье рассмотрены особенности применения метода моделирования в прогнозировании сложного процесса, вызванные сложностью структуры динамической системы и необходимостью использования не единственной модели, а комплекса методов и моделей с соответствующей иерархией и последовательностью.

Ключевые слова: математическая модель, нестационарная система, динамическая система, многофакторный анализ, нелинейный анализ, прогнозирование.

Bratchenko Natalia Y.

SPECIFIC ISSUES IN DEVELOPING MODELS FOR BEHAVIOR DYNAMICS PREDICTIONS IN SYSTEMS

The article offers a view on the issues of applying the simulation method for making predictions in relation to complex processes determined by the complexity of the dynamic system structure, as well as the need for using more than one model yet a set of methods and models implying the respective hierarchy and consequence.

Keywords: mathematical model; rheonomic system; dynamic system; multifactor analysis; non-linear analysis; predicting.

Методология анализа динамики поведения сложной системы, используемая на этапе планирования и принятия решений на основе прогнозирования, имеет существенные недостатки, связанные с отсутствием строгой формализации соответствующих процедур, эффективных способов организации и проведения вычислений. Распространенной методикой, которая описывает те или иные процессы и явления, служит моделирование.

Метод моделирования, разработка которого применительно к прогнозированию приобретает особую сложность, требует к себе особого внимания. Сложность реализации метода моделирования в прогнозировании поведения процесса или объекта определяется особенностью структуры динамической системы и поэтому способствует необходимости использования не одной модели или метода, а комплекса методов и моделей, характеризующихся определенной иерархией и последовательностью.

Рассмотрим разработку совокупности моделей прогнозирования поведения системы в виде трех последовательных этапов (см. табл.):

Этапы разработки системы моделей прогнозирования поведения системы

Этапы разработки моделей	Описание этапа
1 этап разработки системы моделей прогнозирования поведения системы	Изучаются отдельные модели и подсистемы моделей прогнозирования. При этом учитывается ограничение, что предлагаемые модели должны быть взаимосвязаны и представлять единую систему для целей прогнозирования, которая обеспечивает это взаимодействие отдельных моделей в соответствии с определенными требованиями
2 этап разработки	Создается система взаимодействующих моделей прогнозирования, уточняются и согласовываются подсистемы моделей, проверяется их взаимодействие, определяется последовательность использования отдельных моделей, а также приемов оценки и методов проверки получаемых комплексных прогнозов. На этом этапе используется соответствующее программное обеспечение
3 этап создания системы моделей прогнозирования	Четкое определение и совершенствование отдельных систем и методов в ходе практического их использования с целью прогнозирования

Особенности системы моделей прогнозирования определяют методы, с помощью которых эти модели могут и должны разрабатываться, а также методы и средства осуществления расчетов по ним.

В ходе анализа процессов и систем, а также разработки методики исследования и управления их состоянием средствами автоматизации можно отметить существенные недостатки [2]:

- отсутствие явной структуры взаимосвязей параметров, характеризующих состояние системы;
- отсутствие комплексного подхода к выявлению динамики из ряда экспериментальных данных;
- требования к точности предсказания состояния системы.

Сложность и разнообразие анализа поведения систем и процессов во времени и пространстве формируют новые проблемы математического моделирования. Возможный путь их разрешения состоит в составлении одного или системы стандартных уравнений исследования со сложной техникой анализа и многочисленными компьютерными расчетами. При выборе радикального пути их решения возникает необходимость в описании процессов и систем совокупностью как статистических, так и динамических эволюционных операторов, на дискретном языке, считая, что само состояние системы может принимать конечный набор значений.

Рассмотренные особенности разработки системы моделей сводятся главным образом к следующим положениям:

- к описанию методики моделирования, которая включает описание ряда правил, которые позволяют составить отдельный прогноз при соответствующих предположениях о характере и значениях исходной для данного прогноза информации определенной структуры;
- соответствии требованиям методики используемым методам и техническим средствам, позволяющим проводить расчеты своевременно и многократно, исходя, как правило, из неоднородной и большой по объему, меняющейся по вариантам прогноза информации;
- учету сложных многофакторных связей прогнозируемых процессов и показателей;
- учету не только концепции равновесия состояния объекта, но и теории хаоса и фрактального анализа.

Следует обеспечить определение в данных условиях наиболее важных и устойчивых закономерностей и тенденций. Такое выявление необходимо как на исходном материале, так и в процессе анализа результатов, получаемых системой моделей прогнозируемых процессов, и их расчетов. Кроме того, необходимо согласование отдельных прогнозов в их системе. Система прогнозов должна обеспечить непротиворечивость и взаимную корректировку прогнозов.

Таким образом, учитывая, что в рамках традиционных подходов не удастся получить существенного улучшения качества анализа поведения сложных нелинейных систем, актуальным является разработка и применение методологии на основе новых подходов. Реализация математических методов является необходимым условием создания и применения методов прогнозирования.

Исследование процессов и систем путем построения их моделей является наиболее экономичным способом для принятия наиболее эффективного решения. В настоящее время широко используются различные модели прогнозирования [1, 3], так с учетом временной составляющей могут использоваться статические или динамические модели, а также факторные, структурные и комбинированные. Один и тот же тип моделей может быть применим к различным объектам и процессам.

Известно, что особое значение в прогнозировании имеют статистические методы. Статистический прогноз предполагает не столько качественное предсказание, сколько точное количественное измерение вероятных возможностей, ожидаемых значений признаков [1, 3].

Описание движения явлений во времени осуществляется, как известно, с помощью динамических систем. Движение систем происходит под совокупным влиянием множества длительно и кратковременно действующих факторов и в том числе различного рода случайностей. При этом

изменение условий развития системы приводит к более или менее интенсивной смене самих факторов, изменению силы и результативности их воздействия и, в итоге, к вариации уровня изучаемой системы во времени. Лишь в особых случаях в природе встречаются чисто стационарные системы, когда динамика их состояний такова, что средние значения характеристик не изменяются во времени. В таких случаях вариацию можно отнести к действию только случайных причин и исследовать ее с помощью традиционных методов статистики, не учитывая тот факт, что процесс развивается во времени [3]. Но следует иметь в виду, что система моделей прогнозирования должна учитывать факт нестационарности объекта или процесса.

Поэтому важным в процессе моделирования и прогнозирования является понятие равновесия состояния объекта, которое он сохраняет при отсутствии внешних воздействий. В данной работе предлагается схема моделирования и прогнозирования, которая рассматривает как описание процессов выхода к состоянию равновесия, так и процессов трансформации самого этого состояния под воздействием внешних сил (рис.).

В целом, в рамках моделирования и прогнозирования состояния систем наиболее важным является то, насколько точно модели динамики отражают процессы, реально происходящие в системе. Точность и адекватность представления моделью реальных процессов базируется на практической оценке сопоставления реальности и модели динамики.

Известны виды моделей динамики, реализующие дискретный и непрерывный подходы. Такие модели носят весьма общий и абстрактный характер. В то же время решение может быть найдено в явном виде, причем из него следуют важные особенности для различных частных случаев соотношения параметров. Данные модели представляют простейший аппарат дискретного и непрерывного динамического моделирования, отражающие важнейшие категории и проблемы динамики.

Представленная на рисунке схема учитывает растущий интерес к методам нейронных сетей, что можно объяснить их применением в самых различных областях деятельности для решения задач прогнозирования, классификации и управления [1, 2]. На сегодняшний день нейронные сети представляют собой новый и с многих точек зрения привлекательный ИТ-инструментарий, наследующий структуру мозга и по этой причине принципиально отличающийся от привычных для нас компьютерных приложений.

Практические достоинства которого заключаются:

- в наиболее удобном и недорогом многопроцессорном решении с большим числом элементов, параллельно обрабатывающих поступающую информацию;
- отсутствию ребований к программированию, использующих только процесс обучения.

Также известно, что такие характеристики нейросетевых методов, как возможность нелинейного моделирования и сравнительная простота реализации, часто делают их незаменимыми при решении сложнейших многомерных задач. Универсальные аппроксимационные свойства многослойных сетей играют ключевую роль в формировании нелинейных алгоритмов анализа и прогнозирования состояния исследуемых объектов и процессов [1].

Разработка и исследование моделей, согласно выше представленной схемы, позволяют осуществить переход от простейших упорядоченных к хаотическим режимам при изменении соответствующих параметров и в результате построить модели динамики состояния системы. А также, данная схема позволяет понять не только качественные, но и количественные закономерности возникновения хаоса, позволяет проанализировать соответствующие области эволюционного развития системы, определить стратегию построения модели, с целью последующего прогнозирования экспериментальных данных. При этом известно, что если динамическая система задана системой дифференциальных уравнений, то решение в основном находится только численным интегрированием системы средствами вычислительной техники. Однако часто требуется вычислить характеристики аттрактора системы, модель которой неизвестна. То есть при моделировании поведения нестационарных систем необходимо учитывать не только концепцию равновесия, но и теорию хаоса и фрактального анализа. Представленная схема демонстрирует исследование областей расширения неравновесности процессов и объектов, а также различных траекторий их поведения.

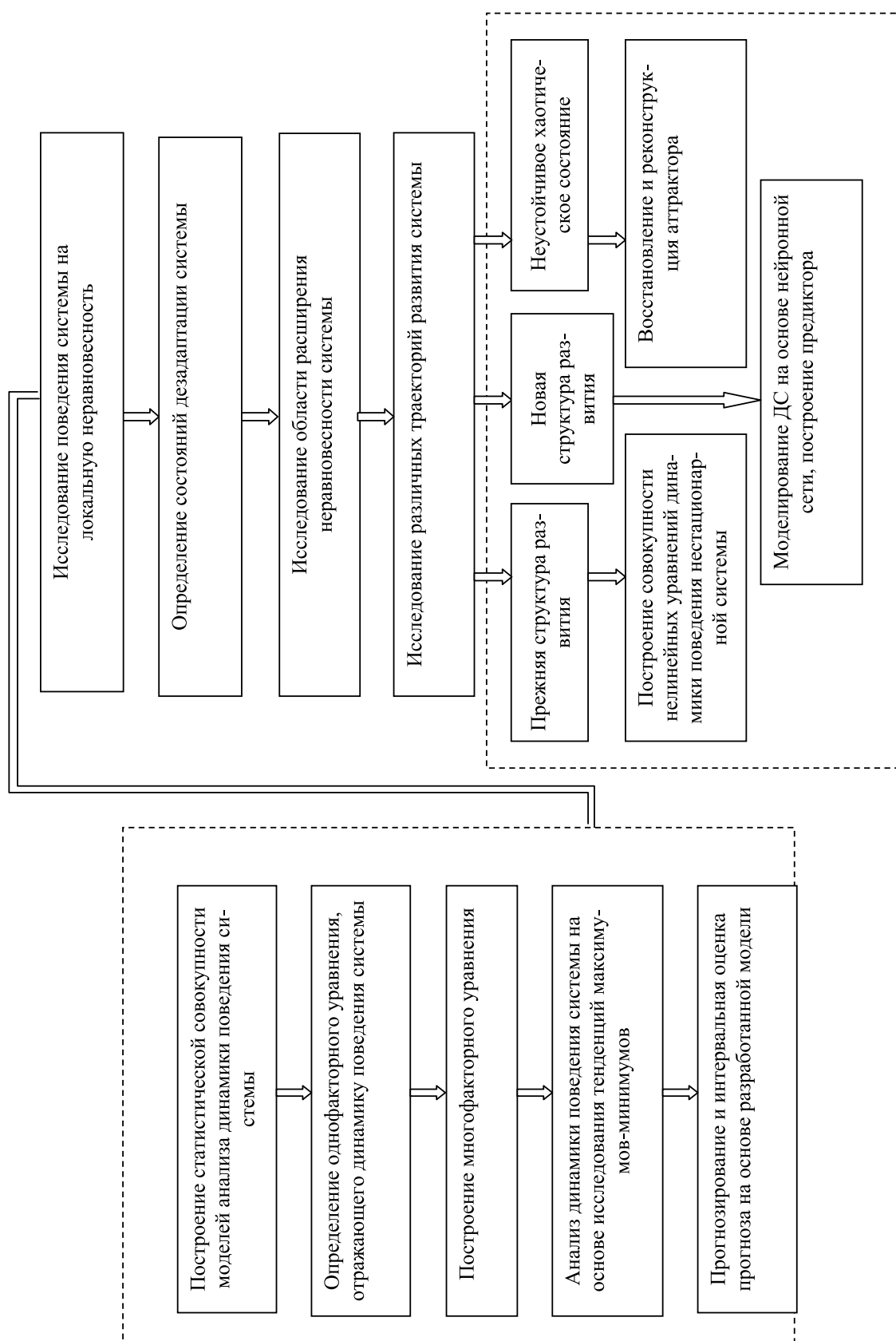


Рис. Схема построения и анализа комплекса моделей

Выявление наличия нестатистического аспекта в поведении системы определяет необходимость применения нелинейно-динамического подхода с целью наилучшего имитирования поведения исследуемой системы на основе гипотезы о том, что отклонения модельных значений параметров от их реально наблюдаемых случайны. Предложенная схема нелинейно-нейросетевого анализа динамики поведения исследуемой системы и ее применение является инструментом научно обоснованных предсказаний, в составе которой используется математический аппарат теории катастроф, бифуркаций и нейросетевой анализ [3].

Таким образом, предложенная схема моделирования представляет собой комплекс взаимосвязанных моделей прогнозируемого объекта или процесса с последующей детализацией отдельных этапов исследования и прогнозированием его состояния.

Литература

1. Братченко Н. Ю. Разработка и применение методов исследования динамики поведения нестационарных систем: дис. ... канд. физ-мат. наук: 05.13.18. Ставрополь, 2005 г. 182 с.
2. Братченко Н. Ю. Методология анализа динамики поведения сложных систем // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. Ставрополь, 2009. № 2 (19). С. 107–111.
3. Братченко Н. Ю. Исследование хаотического поведения динамических систем // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. Ставрополь, 2012. № 1 (30). С. 6–8.