

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА**

Мокогон Д.А., Сакаш С.Д., Терешин С.В.

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Каргушинский А.В.*

Научный руководитель – к.т.н. Ланкин Ю.П.**

Сибирский федеральный университет

Понимание и прогнозирование поведения природных систем является одной из наиболее важных задач современной науки. Создание достаточно точных и подробных моделей Биосферы, ее экосистем, атмосферы и гидросферы позволяет надеяться найти способы преодоления глобального экологического кризиса, протекающего в настоящее время на нашей планете, повысить точность метеорологических и климатических прогнозов и т.д. Однако моделирование природных систем представляет собой весьма непростую задачу из-за сложности самих систем. Природные системы состоят из огромного числа элементов. Связи между этими элементами имеют сложную структурную организацию, особенно между элементами Биосферы. На любую природную систему оказывается внешнее влияние и система в свою очередь оказывает воздействие на другие природные системы. Поэтому такие структуры Биосферы, атмосферы и гидросферы чрезвычайно сложны как для понимания, так и для описания существующими методами моделирования.

Одним из наиболее эффективных средств для решения задач с большим числом переменных, меняющихся периодически в природных условиях, являются искусственные нейронные сети. Во многих случаях нейросети проще для понимания, чем традиционные методы, в которых используются универсальные алгоритмы обработки информации в самых разных задачах с различными данными. Сети высокоэффективны в задачах нахождения зависимостей и взаимосвязей внутри системы и между системами. Нейросетевые методы обладают большим преимуществом при необходимости оперативной обработки данных и дают возможность решать такие задачи путем обучения сети без построения аналитических или численных моделей.

Нейронная сеть – это комбинация нейронов в той или иной последовательности, каждый из которых представляет собой единицу обработки информации. Формальный нейрон состоит из набора синапсов – связей, каждая из которых имеет свой вес, из сумматора и нелинейного преобразователя. Работа нейронной сети описывается взаимодействием ее нейронов, включающим две процедуры – функционирование и обучение.

Благодаря своей высокой эффективности, методы нейроиформатики активно используются для моделирования сложных экологических и других природных систем в рамках Концепции Самоорганизующихся Адаптивных Систем (КАС), развиваемой на основе теории систем, синергетики и нейроиформатики.

Методы и алгоритмы КАС ориентированы на моделирование адаптивных процессов и самоорганизации нестационарных, циклически функционирующих природных систем с высоким уровнем структурной сложности.

Алгоритмы обучения нейросетей КАС имеют ряд важных свойств:

- 1) Ориентация на работу с данными изменяющимися в циклической форме, подобно сезонным изменениям в биосфере (процесс вегетации, неравномерность прогрева земной и водной поверхности, изменчивость толщины озонового слоя);
- 2) Ориентация на настройку моделей самоорганизации сложных природных систем;
- 3) Отсутствие ограничений на длину интервала обучения;
- 4) Отсутствие ограничений на сложность структуры модели.

Помимо простоты и эффективности в задачах обработки данных, перспективы нейросетевых методов связаны с развитием информационных технологий, в частности, с возможностью высокоэффективного распараллеливания вычислительных процессов, необходимого для решения сложных задач и обработки больших объемов данных. Распараллеливание легко осуществляется, так как нейросеть состоит из отдельных нейронов, автономно решающих свои локальные задачи. Каждый нейрон можно рассматривать отдельно, их можно объединять в слои, в простые сети, в том числе и до сложной системы из нескольких связанных нейросетей. Также нейронные сети можно использовать для анализа, классификации, прогнозирования, адаптивного управления и других задач.

В настоящее время ведется разработка экспериментального нейросетевого модуля, предназначенного для решения широкого круга разнообразных задач. Создание нейросетевого модуля является первым этапом разработки программного комплекса для построения высокоэффективных моделей КАС, отражающих процессы биосферы, атмосферы и океана, а также позволяющего решать различные задачи из других областей науки.

На первом этапе исследований, разрабатываемый нейросетевой модуль планируется использовать в программах обработки данных в качестве инструмента для моделирования изменения продуктивности экосистем биосферы Земли, температуры на планете и динамики озонового слоя. Моделирование природных процессов на основе нейросетевых подходов подразумевает использование данных спутникового мониторинга поверхности Земли.