

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЭКОСИСТЕМ

Кольцов Ю.В. – к. ф.-м. наук, доцент

Пермяков М.Н. – аспирант

Кубанский Государственный Университет

В статье предложена модульная нейросетевая модель прогнозирования продуктивности агроэкосистем. Представлена иерархическая декомпозиция предметной области и исследовано ее влияние на параметры прогноза.

В последнее время все чаще возникают трудноформализуемые задачи, то есть такие, для которых алгоритм решения либо не является единственным, либо не позволяет оценить качество или достижимость решения. Одной из таких задач является прогнозирование продуктивности агроэкосистем. В основном [2, 3] для ее решения используются линейные модели, что сказывается на точности прогнозирующих функций.

В качестве одного из механизмов нелинейного моделирования сложных задач были предложены нейронные сети [1]. Искусственная нейронная сеть – это набор математических нейронов, соединенных между собой. Как правило, передаточные функции всех нейронов в сети фиксированы, а веса являются параметрами сети и могут изменяться. Некоторые входы нейронов помечены как внешние входы сети, а некоторые выходы – как внешние выходы сети. Подавая любые числа на входы сети, мы получаем какой-то набор чисел на выходах сети. Таким образом, работа нейросети состоит в преобразовании входного вектора в выходной вектор, причем это преобразование задается весами сети. В данной работе используются многослойные искусственные нейронные

сети с последовательными связями, обучение которых велось с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. В качестве передаточной была использована логистическая функция [1].

При анализе работ [2, 3, 4, 5] были выделены параметры, описывающие продуктивность, которые можно отнести к следующим классам:

- Почва
- Гидротермические условия
- Данные об исследуемой культуре

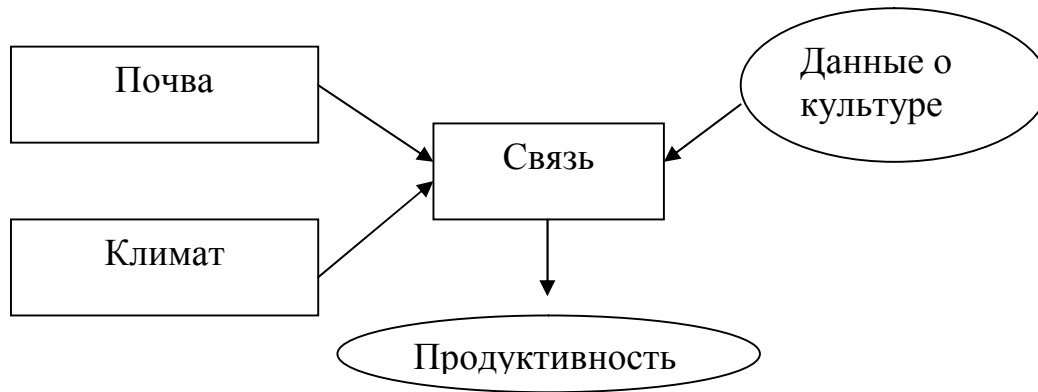
В результате численных экспериментов были обнаружены следующие недостатки модели:

1. Структуру сети и ее обучение необходимо проводить под каждую конкретную культуру.
2. В связи с большим количеством параметров и полносвязанностью сети, задача имеет высокую вычислительную мощность.
3. Сложность решения обратной задачи (по заданной продуктивности определить возможные значения параметров).
4. Добавление в модель новых параметров требует как минимум переобучения всей нейронной сети.

Для устранения перечисленных недостатков введем модульную структуру нейронной сети. Модульной нейронной сетью назовем совокупность нейронных сетей, входы которых являются либо входами системы, либо выходами других сетей, а выходы – либо выходами системы, либо входами других сетей.

Модульность нейронной сети позволяет выполнить иерархическую декомпозицию сложной задачи в ряд более простых подзадач, а соответствующая структура сети может быть оптимизирована под конкретную задачу.

Для разграничения множества параметров воспользуемся уже выделенными классами. Тогда общую схему модели можно представить так (см. рис.):



Общая схема модели

Построенным модулям можно дать следующие краткие характеристики:

1. Модуль "Почва" позволяет численно оценить показатель плодородия через доступные физико-химические параметры, характеризующие почву. Опираясь на современные взгляды по данному вопросу [2, 3], входными параметрами считаем:

- запасы гумуса;
- запасы основных элементов минерального питания (фосфор, азот, калий);
- кислотность почвы.

Выход модуля будем интерпретировать как индекс потенциального плодородия почвы.

2. Модуль "Климат" оценивает гидротермические условия. В качестве входных параметров возьмем следующие среднемесячные значения за предыдущие 10 месяцев [2]:

- количество осадков в миллиметрах;

- данные о температуре.

3. Модуль "Связь" при прогнозировании продуктивности выступает в качестве интерпретатора гидротермических и почвенных условий для конкретной культуры. Его входами являются:

- выходы модуля "Почва";
- выходы модуля "Климат";
- параметры исследуемой культуры.

Преимущества предложенной модели заключаются в следующем:

1. Результаты работы модулей "Почва" и "Климат" не зависят от конкретной культуры. Следовательно, их модели могут усложняться и уточняться без перестройки всей сети.
2. Выходы модулей "Почва" и "Климат" допускают интерпретацию [3] практиками, что повышает доступность модели.
3. Модуль "Связь" разрабатывается под конкретную культуру с учетом особенностей роста и развития.
4. При сохранении размерности задачи значительно упрощается ее вычисление.
5. Модель может быть легко расширена дополнительными модулями (например, история полей и экономические факторы) без ее полной перестройки.

Список литературы

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. – М.: Вега, 2001.
2. Ковалев В.М. Теория урожая. – М.: МСХА, 1997.
3. Хомяков П.М., Иванов В.Д. Геоэкологическое моделирование. – М.: УРСС, 2002.
4. Константинов А.Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. – Л.: Гидрометиздат, 1978.
5. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. – М.: Агропромиздат, 1990.