

ПИД-нейроконтроллер с самонастройкой

Общая схема нейронного управления с самонастройкой приведена на рис. 4. Нейронная сеть используется для настройки параметров обычного контроллера подобно настройке, выполняемой человеком-оператором.

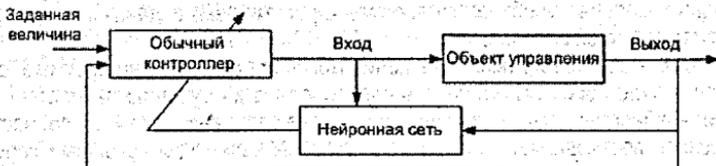


Рис. 4 – Схема нейронного обучения с самонастройкой

Так как ПИД-контроллеры имеют давнюю историю применения в управлении промышленными объектами и зарекомендовали себя как надежные, простые и устойчивые средства для многих процессов может применяться следующая схема, приведенная на рис. 5.

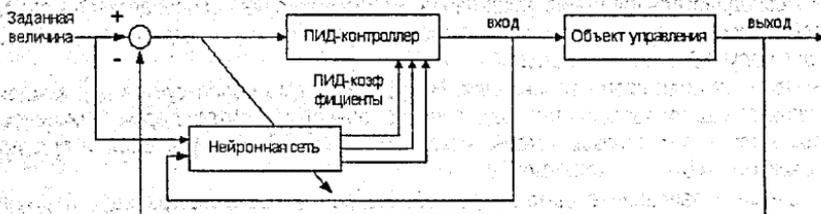


Рис. 5 – ПИД-нейроконтроллер с самонастройкой

Нейронная сеть здесь используется вместо человека-оператора так, что обеспечивается минимизация ошибки путем настройки ПИД-коэффициентов [3].

Заключение. Таким образом, дальнейшая работа, необходимая для внедрения нейроконтроллеров в реальном производстве, заключается в адаптации программного модуля, реализующего многослойную нейронную сеть, для используемых контроллеров (ICPCON серии 718х). Далее необходимо исследовать практическую эффективность такой системы управления относительно применяемых подходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Neurocontrol: An Overview for the Practitioner. – http://www.werbos.com/Neural/Neuro-controllers_1999.htm.
2. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф. Нейроуправление и его приложения. Книга 2. – М.: Издательское предприятие редакции журнала «Радиотехника», 2000.
3. Усов А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2004.

УДК 528.9:004:551.5:624.131.3

Дмитриева А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Дереченник С.С.

ИТЕРАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ГРИДИНГА С ПОКООРДИНАТНОЙ АППРОКСИМАЦИЕЙ ДЛЯ РАЙОНИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

При составлении метеорологических карт часто необходимо выполнять районирование, заключающееся в определении границ территориальных районов таким образом,

чтобы отклонение значения метеорологического параметра в любой точке района от значения (нормы), назначенного для района в целом, находилось в установленных пределах (например, не превышало его). Исходными данными служат значения снеговых нагрузок в отдельных точках (метеостанциях). Картографирование основывается на т.н. гридинге – расчете значений параметра в промежуточных точках с последующим построением поля в виде поверхности в некотором трехмерном пространстве с зависимой координатой z , соответствующей значению параметра, и независимыми координатами x и y – географическими координатами местности, преобразованными к прямоугольной системе.

Классические методы гридинга с построением карт в изолиниях, в условиях Беларуси, зачастую приводят к большому количеству сгенерированных замкнутых контуров, дроблению и сложному очертанию границ районов, что, в итоге, затрудняет их систематизацию [1]. Поэтому для получения практически полезных карт районирования необходимо выполнять сглаживание имеющихся значений расчетных параметров и границ районов. С другой стороны, при районировании по сглаженным данным могут иметь место случаи, когда значение параметра для отдельной метеостанции: а) превышает установленное районное значение, б) находится в пределах районного значения, в) меньше установленного районного значения. Случай «а» соответствует картам, не обеспечивающим необходимый запас надежности проектируемых зданий и сооружений, в случае «в» – этот запас оказывается необоснованно завышенным.

Нами предложен новый алгоритм гридинга, пригодный для аппроксимации прогнозных значений метеорологических параметров. Аппроксимация выполняется поочередно по каждой из двух географических координат, с итерационным уменьшением шага сетки (увеличением разрешения). Сущность алгоритма иллюстрируется на примере анализа и районирования снеговых нагрузок (веса снегового покрова) для территории РБ.

Для определения характеристических (прогнозных) значений применяют обычно способ, основанный на построении статистического ряда годовых максимумов снеговых нагрузок. Ряд выравнивают по одному из распространенных теоретических законов (чаще всего – распределению Гумбеля, логнормальному и нормальному распределениям), используя один из известных параметрических критериев согласия (например, Пирсона или Колмогорова). Затем, согласно найденному теоретическому распределению, рассчитывают вес снегового покрова, соответствующий заданным значениям обеспеченности прогноза и периода повторяемости. Нами, однако, показано, что надежность таких критериев вызывает серьезные сомнения [2, 3].

В настоящем исследовании использованы экспериментальные данные за период наблюдений с 1945 по 2006 год по 35 метеостанциям Беларуси. Характеристические (прогнозные для периода повторяемости 50 лет) значения снеговых нагрузок S_k для каждой станции найдены по методике, основанной на статистиках экстремальных событий и заключающейся в анализе хвостовой части эмпирического распределения [1].

Аппроксимацию значений нагрузки для произвольной точки местности предлагается выполнять в виде $S(x, y) = T(x, y) + R(x, y)$, где $T(x, y)$ – функция тренда, $R(x, y)$ – функция отклонения (отскока), вносимого локальными особенностями. Функцию тренда находят методом наименьших квадратов в виде некоторой простой поверхности, в данном случае – второго порядка: $T(x, y) = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + f$.

Переход от географических координат к прямоугольным производился по одной из распространенных моделей Земли – эллипсоиду Красовского. За осевой принимался меридиан 30° , затем выполнялось смещение координат, так что крайняя западная метеостанция (Высокое) имела координату $x = 0$, а крайняя южная (Пинск) – $y = 0$. В результате расчета получены следующие коэффициенты функции тренда: $a = 2.29 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{км}^{-2}$,

$b = 4.83 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{км}^{-2}$, $c = -2.75 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{км}^{-2}$, $d = -0.51 \text{ Па} \cdot \text{км}^{-1}$, $e = 1.37 \text{ Па} \cdot \text{км}^{-1}$, $f = 1280 \text{ Па}$.
 Поверхность, представленная на рисунке 1, иллюстрирует общую тенденцию возрастания снеговой нагрузки в Беларуси в направлениях с запада на восток и с юга на север.

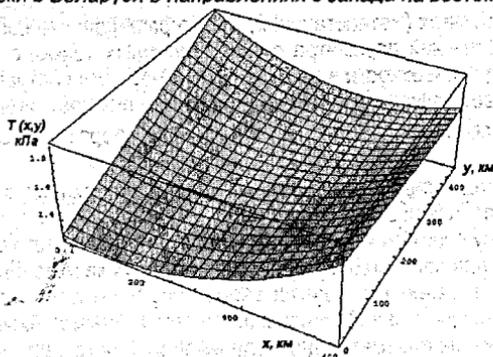


Рисунок 1 – Трендовая поверхность характеристических значений снеговой нагрузки

На втором этапе исходными данными являются отклонения прогнозного значения от тренда в заданных точках: $R_k = T(x, y) - S_k$. Аппроксимацию функции отскока $R(x, y)$ предлагается выполнять поочередно по каждой из координат, фиксируя вторую координату в некотором узком диапазоне значений (анализируемая территория фактически делится на горизонтальные и вертикальные полосы определенной ширины). Всем точкам с известными значениями параметра, попадающим в полосу, придается одинаковое значение одной из координат (y – для вертикальной полосы, x – для горизонтальной). Таким образом, в пределах полосы необходима аппроксимация только по одной координате, поэтому может выбираться аппроксимирующая функция высокой сложности (порядка). Ширина полос на каждом шаге итерации уменьшается (например, вдвое); вплоть до достижения необходимого разрешения искомого поля параметра. Для каждой новой полосы набор исходных значений $R_k = T(x, y) - S_k$ дополняется «виртуальными» отсчетами, которые соответствуют значениям, найденным в предыдущей аппроксимации для области пересечений данной полосы с соответствующими ортогональными полосами. Для аппроксимирующих полиномов третьей степени и выше алгоритм обеспечивает итерационную сходимость результата, как по отдельным координатам, так и в целом для функции $R(x, y)$, что иллюстрируется зависимостью, представленной на рисунке 2.

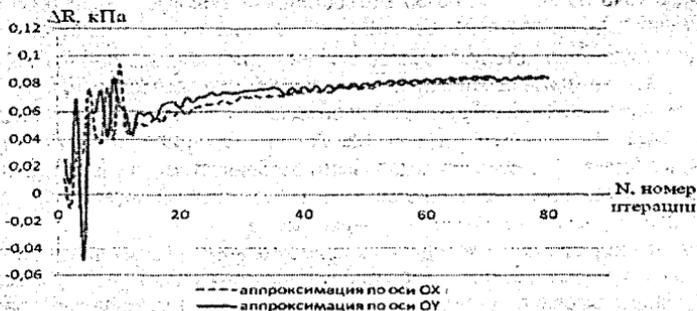


Рисунок 2 – Изменение отклонения $\Delta R = R - R_k$ при пошаговой аппроксимации прогнозных значений снеговой нагрузки (полиномы 5-й степени, метеостанция Минск)

С использованием найденных функций выполнено районирование снеговой нагрузки с шагом параметра 0,2 кПа. Карта районирования по функции тренда $T(x, y)$, приведенная на рисунке 3, представляется весьма упрощенной, при этом исходные значения параметра для ряда метеостанций существенно отличаются как от трендовой функции, так и от районных значений. Наибольшие отклонения $S_i - T$ отмечены для метеостанций:

- отрицательные: Лида (-0,30 кПа), Лепель (-0,22 кПа), Брест (-0,21 кПа);
- положительные: Новогрудок (0,52 кПа), Орша (0,34 кПа), Лынтупы (0,33 кПа), Высокое (0,21 кПа).

На рисунке 4 представлена карта районирования, полученная по суммарной функции $S(x, y) = T(x, y) + R(x, y)$. Результат в целом согласуется с конфигурацией районов, полученной другими методами [1], а также с аналогичными картами смежных территорий Украины, Польши и Литвы.

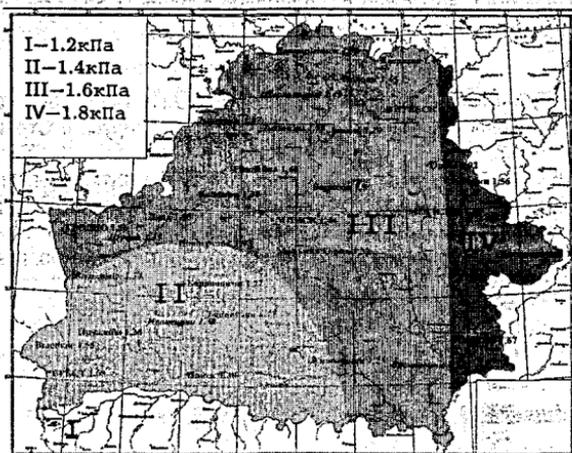


Рисунок 3 – Карта районирования характеристических значений снеговой нагрузки по функции тренда (период повторяемости 50 лет)

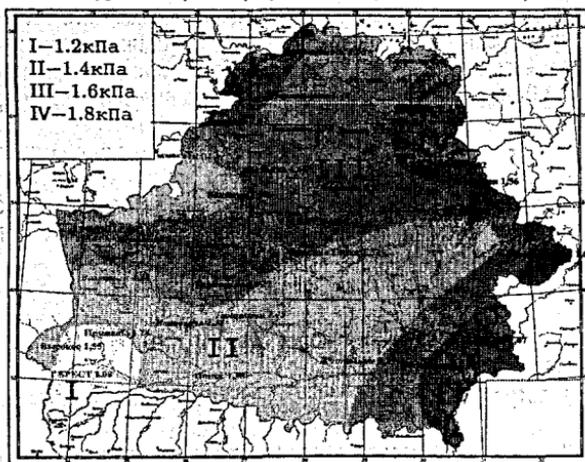


Рисунок 4 – Карта районирования характеристических значений снеговой нагрузки (период повторяемости 50 лет)

Отклонение $s_x - s$ исходных прогнозных значений снеговой нагрузки от суммарной функции практически незначительно (не превышает $\pm 0,1$ кПа, за исключением станций с высотой местности более 280 м, где рекомендуется индивидуальное прогнозирование снеговой нагрузки [1]), но по-прежнему заметно их отклонение от районных значений. Так, для указанных выше метеостанций:

- исходные отсчеты ниже районных значений в Лиде ($-0,21$ кПа), Лепеле ($-0,17$ кПа), Бресте ($-0,08$ кПа);

- исходные значения превышают районные в Новогрудке ($0,50$ кПа), Орше ($0,18$ кПа), Лынтупах ($0,17$ кПа), Высоком ($0,18$ кПа).

Таким образом, новый алгоритм гридинга обеспечивает корректную аппроксимацию функции метеорологических данных. Требуется, однако, уточнение методики собственно районирования. Например, возможно объединение в районы с учетом соблюдения заданной обеспеченности прогнозируемых нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тур В.В., Валуев В.Е., Дереченник С.С., Мешик О.П., Воскобойников И.С. Нормирование снеговых нагрузок для территории Республики Беларусь // Строительная наука и техника (Минск). – 2008. – № 2. – С. 27-45.

2. Дмитриева А.В. Критерий согласия Пирсона и методы группирования данных: сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. – Брест, 2007. – Ч.1. – С. 82-85.

3. Дмитриева А.В. Проблемы оптимизации группирования данных при проверке статистических гипотез: сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. – Брест, 2007. – Ч.1. – С. 93-96.

УДК 519.3

Чернован А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Тур В.В.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATHCAD

Разработка нормативного документа, позволяющего выполнять расчеты строительных конструкций на ветровые воздействия с учетом методики, изложенной в Европейских нормах [3], является актуальной задачей [1]. Ее решение предполагает получение численных значений базового скоростного напора ветра для всей территории Республики Беларусь.

В настоящее время метеорологические наблюдения по полной программе проводятся на 50 пунктах наблюдений и сокращенные метеорологические наблюдения на 77 метеорологических постах РБ. Для получения базовых значений скоростного напора ветра для климатических условий Республики Беларусь необходимо выполнить обработку следующих данных метеорологических измерений:

- максимальных месячных (годовых) значений скорости ветра с 10-минутным осреднением;

- значений максимальных порывов ветра, соответствующих максимальным средним значениям скорости;

- направления ветра (в градусах), соответствующего максимальным средним значениям скорости;

- значений основных параметров однородного микрометеорологического ряда для вычисления поправочных коэффициентов по высоте установки ветроприемников, времени осреднения измерений, шероховатостью поверхности окружающей местности и т.д.