

МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ОСАДКОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Чижикова Н.А., Савельев А.А., Голосов В.Н.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

nelly.chizhikova@kpfu.ru

Аннотация: для Европейской территории России построены модели динамики эрозионно-опасных осадков теплого периода. Модели используют аппарат случайных полей для восстановления непрерывного пространственно-временного поля распределения моделируемых характеристик. В настоящее время наибольший рост осадков достигается в лесной зоне и юге ЕТР, наибольшие приросты степной и лесостепной зоны наблюдались десятилетия назад.

1. Введение

Одной из наиболее острых проблем земледелия является водная эрозия почвы, вклад в которую вносит ливневый смыв. Эрозионность дождя связана со многими факторами, в том числе с его интенсивностью, кинетической энергией капель и др. (Ellison, 1947; Ларионов, 1993). Дождевые капли способны разбивать почвенные частицы и перемещать их. Большое количество дождевых капель приводят к запечатыванию почвенных пор мелкими частицами, образуя корку на её поверхности и снижая её способность к инфильтрации, из-за чего увеличивается поверхностный сток и смыв. Классическим порогом для выделения класса эрозионно-опасных дождей является суточный слой осадков 10 мм, однако согласно исследованиям (Edwards & Owens, 1991) более 75-80% суммарных потерь почвы на распахиваемых склоновых водосборах приходится на экстремальные ливни со слоем более 40-50 мм.

На фоне интенсификации глобального водного цикла (Durack et al., 2012), для Европейской территории России (ЕТР) отмечается рост количества летних осадков (Groisman et al., 2013; Второй оценочный доклад..., 2014), а также их длительности и интенсивности (Zolina, 2012). При этом подавляющее число научных работ сфокусировано на поиске и анализе линейных трендов для выявления глобальных климатических тенденций, тогда как для анализа взаимосвязанных изменений эрозионности осадков теплого периода и скорости эрозионных процессов, изменений частоты эрозионных событий, необходим учет более сложных вариаций режима осадков. В этой связи необходимо совершенствование моделей, используемых для выявления трендов эрозионно-опасных осадков. Необходима единая пространственно-временная модель, которая могла бы фиксировать параметры временных трендов в каждой станции «гладко» изменяющимися в пространстве, а также учитывать их пространственную ковариацию; необходима модель временных трендов без использования жёстко заданных базисов.

Целью данной работы является уточнение оценок и гипотез о направленности трендов изменения режима эрозионно-опасных осадков для Европейской территории России.

2. Материалы и методы

Данные о суточном слое осадков сети метеорологических станций предоставлены Российским исследовательским институтом гидрометеорологической информации – Мировым центром данных (Веселов, 2002; Razuvaev et al., 1993). Из всего списка станций, относящихся к ЕТР, на основании длины временной серии (период 1960-2015 гг.) и количества отсутствующих данных (не более 20% от серии наблюдений, в соответствии с рекомендациями Zolina, 2012) для анализа были выбраны 167. Для выделения эрозионно-опасной категории дождей в данной работе взята суточная сумма осадков, превышающая 10 мм.

На первом этапе для уточнения гипотез и оценок происходящих изменений для каждой временной серии данных (для каждой погодной станции) была выбрана простейшая модель, наилучшим образом описывающая динамику изучаемой величины во времени: монотонная (линейный рост, снижение), немонотонная (унимодальная модель, парабола с вершиной вверху или внизу). Тренд осадков был оценен с помощью обобщенных линейных моделей (generalized linear model, GLM), связывающих анализируемую характеристику осадков с календарным годом. Для частоты ливневых осадков теплого периода года выбрана модель, учитывающая пуассоновское распределение зависимой переменной. Для суммы ливневых осадков выбрана модель, где зависимая переменная характеризуется гамма распределением.

На втором этапе была построена пространственно-временная модель Байесовского типа, обладающая преимуществом возможности учета пространственной ковариации параметров и не требующая жестко заданных базисов. В качестве инструмента моделирования была выбрана статистическая система INLA (Rue et. al, 2009), которая использует аппарат случайных полей для восстановления непрерывного пространственно-временного поля распределения моделируемой характеристики.

3. Результаты

Для частоты и суммы осадков, выпадающих суточными слоями до 40 мм наблюдаются следующие закономерности: преобладание тенденций к линейному росту в лесной зоне, унимодальная динамика в степной зоне и западе лесостепной зоны, снижение альпийского высотных поясов и субтропиков Черноморского побережья Кавказа. Осадки, выпадающие суточным слоем 40-50 мм, демонстрируют снижение количества в лесной зоне, рост в лесостепной, степной зоне (район Среднерусской возвышенности) и на юге ЕТР.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (проект №15-05-20006).

Литература

- Веселов В.М. Архивы Госфонда на ПЭВМ и технология их организации. // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных, 2002. Т. 170, с. 16-30.
- Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2014. 1008 с.
- Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв. – М., МГУ, 1993, 200 с.
- Durack P.J., Wijffels S.E., Matear R.J. Ocean Salinities Reveal Strong Global Water Cycle Intensification During 1950 to 2000. // Science, 2012. P. 455–458.
- Edwards W.M., Owens L.B. Large storm effects on total soil loss. // Journal of Soil and Water Conservation, 1991. V. 46. P. 75–78.
- Ellison W. D., Ellison O. T. Soil erosion studies part VI: Soil detachment by surface flow. // Agriculture Engineering, 1947. V. 28. P. 402–406.
- Groisman P.Y., Knight R.W., Zolina O.G. Recent Trends in Regional and Global Intense Precipitation Patterns. // Climate Vulnerability, 2013. Pp. 25-55.
- Razuvayev V.N., Apasova E.G., Martuganov R.A., Steurer P., Vose R. Daily Temperature and Precipitation Data for 223 U.S.S.R. Stations. – ORNL/CDIAC, Numerical data package – 040, Oak Ridge National laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA, 1993.
- Rue H., Martino S., Chopin N. Approximate Bayesian Inference for latent Gaussian models using Integrated Nested Laplace Approximations // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 2009. V. 71, № 2. P. 319-392.
- Zolina O. Change in intense precipitation in Europe. // Kundzewicz Z.W. (eds.). Changes in Flood Risk in Europe, 2012. IAHS Press, Wallingford, Oxfordshire, UK. Special Publication No. 10.