

Математико-картографическое моделирование пространственно-временного распределения опасных явлений погоды

Абдуллин Ринат Камилович

аспирант, ПГНИУ, Географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, Россия, Пермский край, Пермь, rinaha-26@mail.ru

В последние годы наблюдается рост повторяемости и интенсивности опасных и неблагоприятных метеорологических явлений (ОЯ), которые могут вызывать чрезвычайные ситуации природного характера [2, 3]. Для разработки мероприятий по смягчению и нейтрализации негативного воздействия ОЯ необходимы количественные оценки вероятности их возникновения и возможной интенсивности. Картографирование данных характеристик позволяет в наглядной форме отображать пространственно-временное распределение ОЯ и выделять области наибольшего риска их возникновения [1].

Пространственное распределение опасных метеорологических явлений характеризуется очень высокой степенью изменчивости, которая обусловлена влиянием факторов подстилающей поверхности. Важность их учета особенно возрастает в условиях сложного рельефа.

Целью настоящей работы является выявление зависимостей режимных характеристик опасных явлений погоды от свойств подстилающей поверхности, и создание на их основе серии карт на примере территории Пермского края. Для территории России подобный опыт картографирования режимных характеристик опасных явлений погоды на региональном уровне является одним из первых.

Предметом рассмотрения в настоящей статье являются 4 вида опасных метеорологических явлений: сильная жара (температура воздуха $+35^{\circ}\text{C}$ и выше), сильные морозы (температура воздуха -35°C и ниже), сильные дожди (количество осадков не менее 30,0 мм за период времени не более 12 ч.) и сильные снегопады (количество осадков не менее 20,0 мм за период времени не более 12 ч.). Рассматривались такие характеристики явлений, как повторяемость (число случаев за фиксированный период времени) и интенсивность (средняя и максимальная).

Для создания карт были использованы данные с 25 действующих метеостанций, расположенных на территории Пермского края. Сведения об опасных явлениях погоды были взяты из метеорологических ежемесячников и ежегодников. В качестве базового исследуемого периода был выбран период с 2001 по 2015 гг., что обусловлено наличием полного однородного ряда данных и неизменностью критериев ОЯ.

В основе методики построения карт режимных характеристик ОЯ лежит интерполяция данных наблюдательной сети с учетом регрессионных зависимостей от свойств подстилающей поверхности. Так, при картографировании повторяемости и интенсивности сильных дождей и сильных снегопадов учитывается влияние высоты и уклона местности. Известно, что количество осадков в Пермском крае увеличивается в направлении с запада на восток. Данная зависимость связана с преобладанием зонального переноса воздушных масс и барьерным влиянием Уральских гор, расположенных на востоке края. При картографировании характеристик сильных морозов производится учет их зависимости от общей кривизны рельефа, поскольку в зимний период при антициклональной погоде холодный воздух застаивается и выхолаживается сильнее в отрицательных формах рельефа, чем на возвышенных участках.

Интерполяция данных наблюдений и построение карт осуществлялось средствами пакета ArcGis 10.*, с помощью метода приведенных величин. Методика картографирования включает

в себя следующие этапы:

- подготовка входных данных - расчет режимных характеристик опасных явлений в пунктах наблюдательной сети;
- построение линейной регрессии между режимными характеристиками ОЯ и независимыми переменными (физико-географическими факторами);
- оценка коэффициента детерминации линейной регрессии (R^2) и статистической значимости зависимостей с помощью t-критерия Стьюдента;
- расчет режимных характеристик ОЯ, «приведенных» к нулевому значению независимой переменной по формуле

$$X = X_0 - \Delta X / \Delta var, (1)$$

где X_0 - значение зависимой переменной в точке наблюдения при известном значении var (независимой переменной), $-\Delta X / \Delta var$ - зависимость, выраженная в форме градиента (например, вертикальный градиент температуры воздуха);

- интерполяция «приведенной» величины;
- введение в результат интерполяции зависимости между режимной характеристикой ОЯ и независимой переменной;
- сглаживание полученного результата методом осреднения в скользящем окне заданного размера.

В результате реализации описанной методики была получена серия карт пространственно-временного распределения режимных характеристик опасных метеорологических явлений на территории Пермского края. Примеры карт представлены на Рис. 1 и 2.

В отличие от традиционных методов интерполяции, реализованных в геоинформационных системах, предложенная методика позволяет учесть основные физические закономерности распределения температуры воздуха и осадков в условиях сложного рельефа. Вторым ее преимуществом является возможность корректной интерполяции данных нерепрезентативной сети наблюдений, например в тех случаях, когда метеостанции расположены в глубоких долинах рек. Таким образом, данная методика может быть использована для оценки риска возникновения опасных явлений погоды на территориях, по которым отсутствуют данные метеонаблюдений.

Источники и литература

- 1) Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / под ред. С.К. Шойгу. М.: ДИК, 2005. 270 с.
- 2) Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории России и риски, создаваемые ими: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 2008. 21 с.
- 3) Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. 296 с.

Слова благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 16-45-590056 р-а).

Иллюстрации

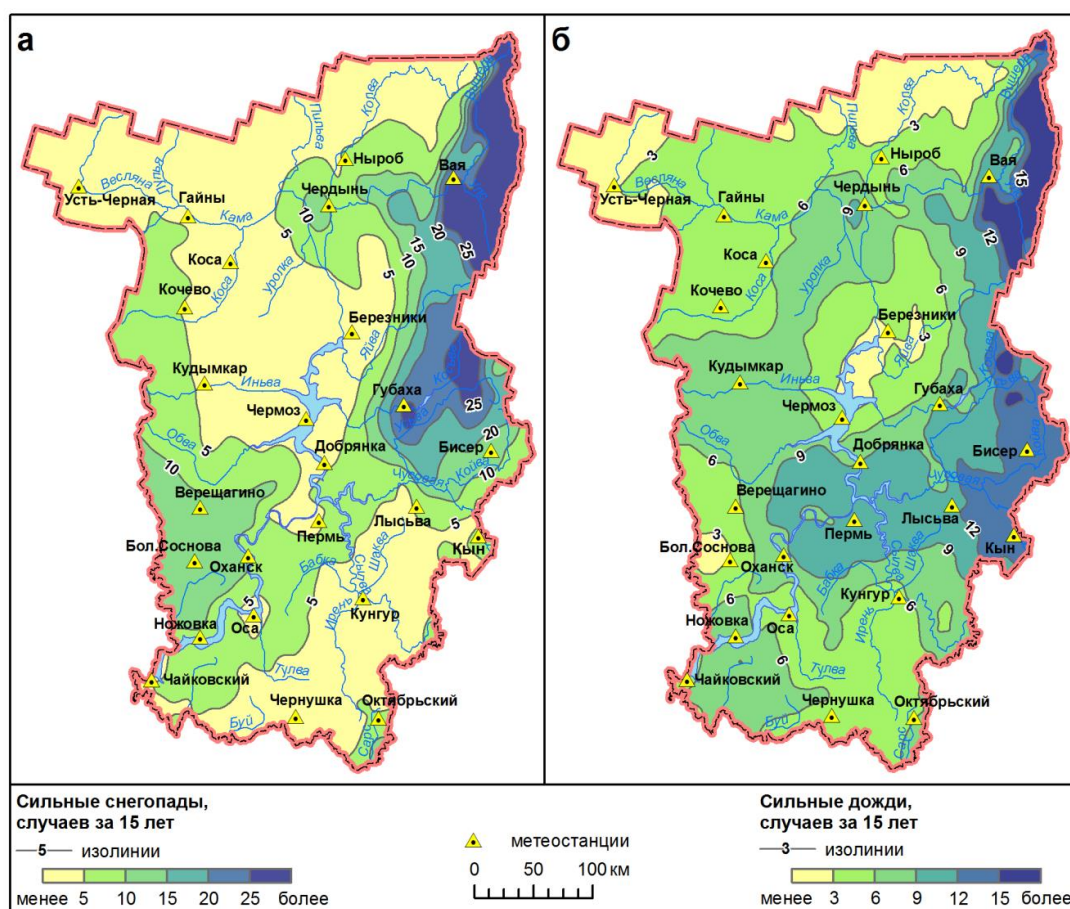


Рис. 1: Повторяемость опасных явлений, связанных с интенсивными осадками с учетом зависимости от высоты и уклона местности: а – сильных снегопадов; б – сильных дождей

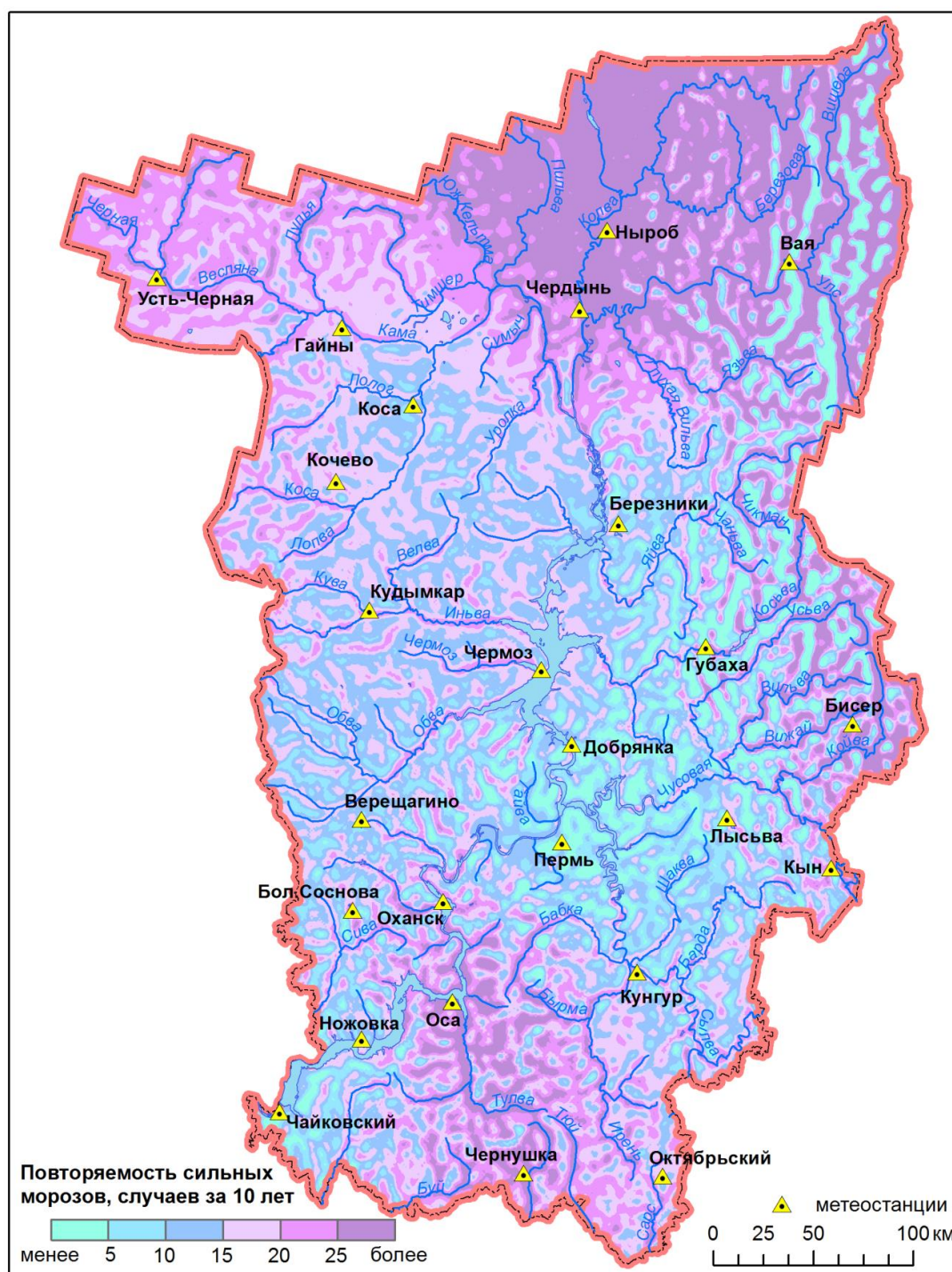


Рис. 2: Повторяемость сильных морозов с учетом зависимости от кривизны рельефа