

УДК 550.9

DOI 10.21661/r-508744

***В.Н. Бурова***

**ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКАМ УЩЕРБА ОТ ОПАСНЫХ  
ПРОЦЕССОВ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)**

***Аннотация:** в данной статье рассмотрено проявление опасных гидрометеорологических процессов на территории ЦФО в целом и в пределах его административных единиц. Проведен анализ динамики проявления этих опасностей. Рассмотрены зависимости числа случаев проявления опасных процессов в целом и по категориям последствий от температурного режима. В пределах областей со среднегодовой температурой воздуха, превышающей среднемноголетнюю температуру в ЦФО установлено, что количество ураганов и проливных дождей превышает их среднемноголетнее значение, а количество случаев, приводящих к негативным последствиям, связанным с метелями и снегопадами значительно ниже их среднемноголетних проявлений, а количество паводков выше их среднего значения. Предложен алгоритм расчета прогнозных экономических ущербов от проявления гидрометеорологических опасностей.*

***Ключевые слова:** среднегодовые температуры, гидрометеорологические процессы, распространение опасных процессов, динамика последствий, связь с температурным режимом, прогноз ущерба от опасных процессов.*

***V.N. Burova***

**MAIN APPROACHES TO DAMAGE ASSESMENT FROM HAZARDOUS  
PROCESSES (ON THE EXAMPLE OF THE CENTRAL  
FEDERAL DISTRICT)**

***Abstract:** this article discusses the manifestation of dangerous hydrometeorological processes in the Central Federal district. The analysis of manifestation dynamics of these dangers is carried out. The dependences of the hazardous processes cases number in general and by categories of on the temperature regime consequences are*

*considered in the article. It was found out that within areas where average annual temperature exceeds annual temperature in the Central Federal district the number of hurricanes and heavy rains exceeds the average value, and the number of cases leading to negative consequences associated with blizzards and snowfall well below their average long-term manifestations, but the number of floods above their average values. The algorithm of calculation of forecast economic damages from manifestation of hydrometeorological dangers is offered.*

**Keywords:** *average annual temperature, hydrometeorological processes, expansion of hazardous processes, dynamics of consequences, connection with temperature regime, assessment forecast of damages from hazardous processes.*

*Введение.* Наиболее наглядными откликами на ситуацию, связанную с повышением средних температур планеты, является увеличение числа катастрофических проявлений опасных природных процессов. Во многих экономических районах России в начале XXI века повторяемость катастрофических проявлений природных процессов, увеличилась на 15% по сравнению с последним десятилетием XX века.

Поэтому изучение закономерностей проявления опасных природных процессов на территории РФ и дальнейшая их оценка в показателях риска (ущерба) дает возможность минимизации потерь от опасных процессов.

В качестве объекта исследований рассмотрен Центральный Федеральный Округ (ЦФО), состоящий из 18 отдельных субъектов (17 областей и город федерального значения Москва). Территория округа относится к Центральной России с характерным для нее относительным единством природных, географических, демографических и экономических особенностей развития. Для ЦФО в целом характерен равнинный рельеф, обусловленный особенностями геологического строения. Эта территория в тектоническом отношении представляет собой часть обширной Русской платформы. Хотя в целом Центр является равнинным районом, в его пределах можно довольно ясно различить разные по характеру рельефа области.

Природные условия региона характеризуются умеренной континентальностью, средние температуры июля +19–22°C, января –8–11°C количество атмосферных осадков колеблется от 400 до 550 мм в год, продолжительность вегетационного периода – 175–185 дней.

Данная территория подвержена воздействию опасных природных процессов, приводящих к значительным экономическим потерям, в основном гидрометеорологического генезиса. Прежде всего это сильные ветры, скорость которых достигает 25–30 м/сек, сопровождаемые сильными ливневыми дождями, метели и снегопады, а также паводковые явления. В период с 1991 года по 2018 год количество проявлений перечисленных процессов составило 389 со следующим процентным соотношением: ураганы и ливни – 72%, метели и снегопады – 17% и 8% – паводковые явления.

*Проявление опасных гидрометеорологических процессов в пределах административных единиц ЦФО.* В среднем ежегодно в ЦФО в пределах всех административных единиц происходит 13,9 события всех категорий последствий. Среднее количество событий в пределах административных единиц за рассматриваемый период составило 20,5. Наблюдается весьма неравномерное распределение событий по административным единицам. Наибольшее число проявлений этих процессов со всеми категориями последствий отмечено в Москве (40 случаев), наименьшее в Тамбовской и Белгородской областях (по 9 случаев) (рис. 1). В пределах девяти областей (Владимирская, Воронежская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Брянская, Костромская и г. Москва) число произошедших событий превышает их среднее значение (20,5).

Несмотря на то, что по количеству случаев в целом по округу преобладают сильные ветры с проливными дождями (72%), общее число произошедших событий гидрометеорологического характера в пределах отдельных территорий (административных единиц ЦФО) в некоторых случаях может соответствовать процессам разного генезиса. Это относится к Владимирской области, в пределах которой преобладают негативные, ущербобразующие события, связанные с сильными метелями и снегопадами. В пределах всех остальных областей

преобладающими являются негативные события, связанные с сильными ветрами и проливными дождями.

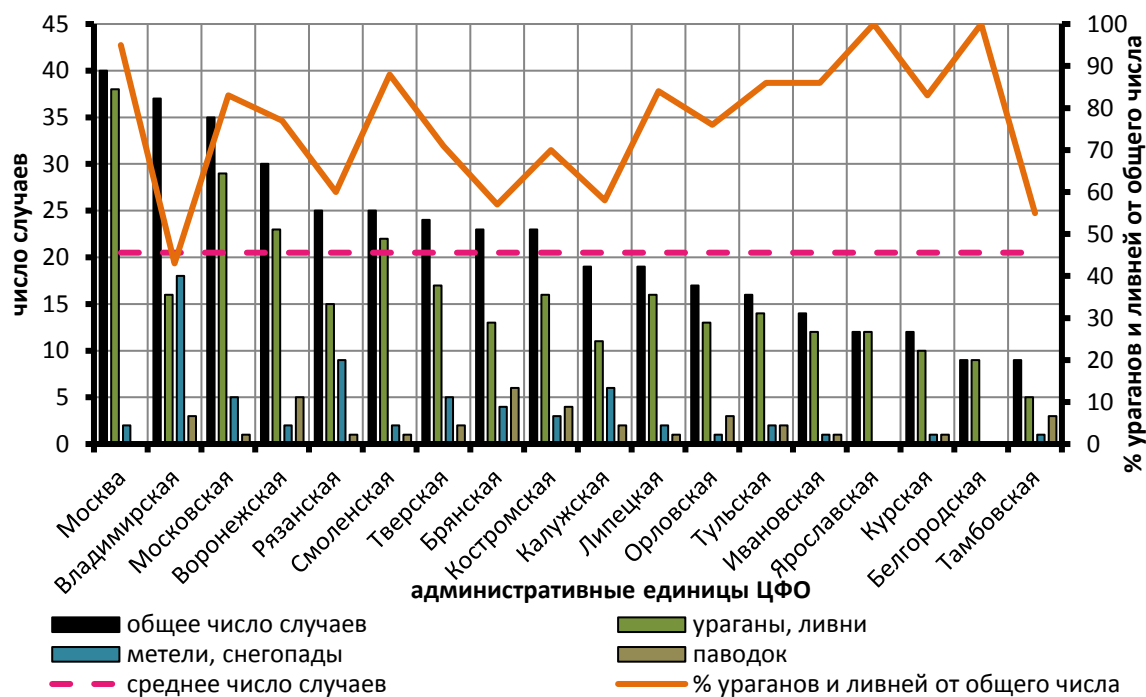


Рис. 1. Распределение числа событий гидрометеорологического генезиса в пределах административных единиц ЦФО

В Московской, Воронежской, Смоленской областях и г. Москве количество произошедших ураганов с сильными ливнями за рассматриваемый период времени значительно превышает среднееголетнее значение от всех событий. Это соответственно в процентном отношении – 83, 77, 88 и 95%. В Ярославской и Белгородской областях значимые негативные последствия от проявления опасных гидрометеорологических процессов обусловлены на 100% сильными ветрами и проливными дождями.

Рязанская, Тверская и Калужская области подвержены воздействию трех рассматриваемых процессов приблизительно в соотношении: 63% – ураганы, ливни; 30% – метели, снегопады; 7% – паводковые явления.

Была проанализирована зависимость (изменение) количества опасных гидрометеорологических процессов (в процентном отношении от общего числа случаев) от среднееголетней температуры воздуха по административным единицам (рис. 2).

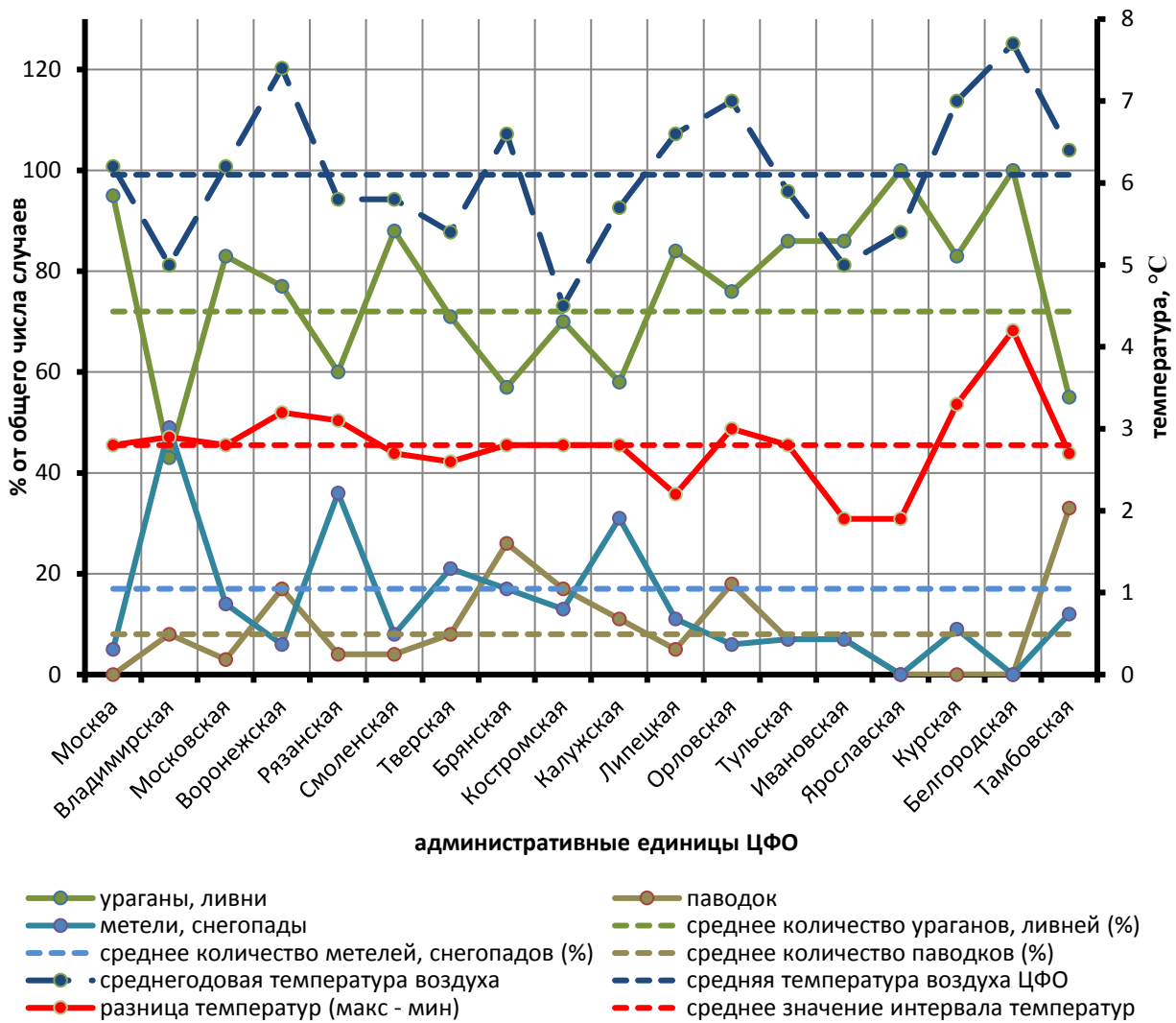


Рис. 2. Распределение гидрометеорологических опасностей (в процентном соотношении) и их связь со среднемноголетней температурой воздуха на территории административных единиц ЦФО

Средняя температура воздуха в ЦФО составляет  $6,1^{\circ}\text{C}$ . Из 18 административных единиц в восьми областях (Московская, Воронежская, Брянская, Липецкая, Орловская, Курская, Белгородская, Тамбовская) среднегодовые температуры воздуха превышают их среднее значение по ЦФО. Данные превышения изменяются от  $0,1$  до  $1,6^{\circ}\text{C}$ , амплитуда среднемноголетних колебаний составляет  $2,2\text{--}4,2^{\circ}\text{C}$ .

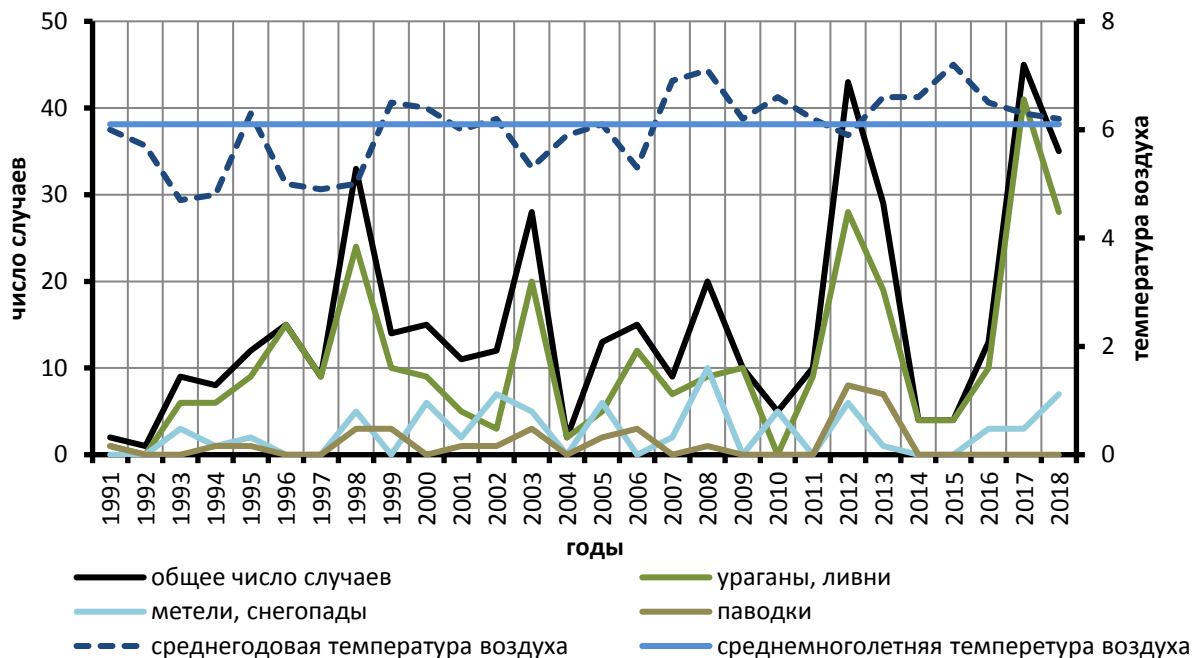
В пределах областей со среднегодовой температурой воздуха, превышающей среднемноголетнюю температуру в ЦФО ( $6,1^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается следующая зависимость. В преобладающем большинстве на данных территориях

количество ураганов и проливных дождей превышает их среднемноголетнее значение, а количество случаев, приводящих к негативным последствиям, связанным с метелями и снегопадами значительно ниже их среднемноголетних проявлений. Такая же зависимость наблюдается и в отношении паводков, т.е. в областях, где среднемноголетняя температура воздуха выше средней по округу, количество паводков выше среднего значения. Превышение числа ураганов и ливневых дождей в пределах рассмотренных областей изменяется от 4 до 12%. Количество негативных последствий от снегопадов и метелей меньше среднемноголетних от 3 до 11%, а паводков больше среднемноголетних – от 9 до 25%. В среднем превышение температуры над среднемноголетними значениями составляет  $0,65^{\circ}\text{C}$ . Среднее превышение числа ураганов и ливней составляет 11,6%, среднее уменьшение числа случаев метелей и снегопадов – 7,3%, увеличение числа паводков – 15,5%. Исходя из этих данных можно сделать следующие выводы. При увеличении температуры воздуха на  $0,1^{\circ}\text{C}$ , число случаев проявления сильных ураганов и ливневых дождей будет увеличиваться на 1,78% от среднемноголетних значений, число метелей и снегопадов – уменьшаться на 1,12%, а паводков увеличиваться на 2,38%. В существующих условиях повышения температурного режима, эти данные можно использовать при прогнозировании числа (частоты) случаев проявления соответствующих опасностей и дальнейшей оценке возможных негативных потерь в виде экономического ущерба.

В девяти областях среднегодовые температуры воздуха ниже средней температуры ЦФО ( $6,1^{\circ}\text{C}$ ). Это Владимирская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Костромская, Калужская, Тульская, Ивановская, Ярославская области. Данные понижения изменяются от  $0,2$  (Тульская область) до  $1,6^{\circ}\text{C}$  (Костромская область), амплитуда среднемноголетних колебаний составляет  $1,9$  (Ивановская и Ярославская области) –  $3,1^{\circ}\text{C}$  (Рязанская область).

*Динамика проявления опасных гидрометеорологических процессов в ЦФО.* Динамика проявления опасностей гидрометеорологического генезиса на территории ЦФО, также неоднозначна (рис. 3). Общий характер временного изменения количества событий гидрометеорологического характера, как и всех

опасных природных процессов на территории России, можно охарактеризовать, как пилообразный, где периоды ежегодного роста событий сменяются достаточно резким падением. За рассматриваемый период (1991–2018 годы) можно выделить 7 временных интервалов, в течение которых происходил постоянный рост проявления природных опасностей, относящихся к различным категориям последствий. Причем продолжительность этих периодов менялась от 1 года до 2 лет. Продолжительность периодов спада количества событий менялась от 1 года до 3 лет. Таких периодов наблюдается 7. Основные пики событий относятся к 1998, 2003, 2008, 2012 и 2017 годам. Самые большие спады – 1992, 2004, 2010, 2014, 2015 годы.



*Рис. 3. Динамика проявления опасных гидрометеорологических процессов на территории ЦФО*

Вполне закономерно прослеживается четкая зависимость увеличения и (или) уменьшения общего числа случаев от ураганов с сильными ливнями. 2002, 2005 и 2008 явились исключением, так как в этот период времени общее число случаев проявления данных опасностей в большей степени определялось метелями и заморозками, несмотря на то что в эти годы среднегодовая температура воздуха была выше среднегоголетней. В 2008 году ее значение превышало среднегоголетнее на 1°C.

Резкое увеличение общего числа проявления опасных гидрометеорологических процессов, более чем в 2,5 раза по сравнению с предыдущим годом (1998, 2003, 2012 2017) происходит на фоне снижения среднегодовой температуры воздуха также по сравнению с предыдущим годом (см. рис. 3). Причем снижение среднегодовых температур незначительно (от 0,1 до 0,6) и их значения близки к среднемуголетнему значению по округу. Обозначенные зависимости общего числа событий и среднемуголетних температур, также относятся и к ураганам и ливням, как преобладающим на данной территории. Резкие скачки температур не приводят к значительному изменению числа проявлений рассматриваемых опасностей.

Также наблюдается, за небольшим исключением, некоторая зависимость между изменением среднегодовой температуры воздуха и числа проявлений метелей и снегопадов. При увеличении температуры воздуха, число случаев проявления данной опасности понижается (см. рис. 3).

По отношению к паводкам делать какие-то выводы нецелесообразно из-за недостаточности статистических данных в данном регионе.

*Алгоритм оценки ущербов от опасных процессов.* Полученные данные по частоте проявления гидрометеорологических опасностей, отнесенных к различным категориям последствий на территории ЦФО, можно использовать для получения прогнозных значений экономических потерь.

Такие расчеты необходимо выполнять по трем вариантам: пессимистическому, наиболее вероятному и оптимистическому. Выбор варианта расчета зависит от целей выполняемых исследований. В случае обзорной оценки, как правило применяется наиболее вероятный вариант, когда в расчетах используются среднемуголетние значения частоты события и средние значения возможных потерь в соответствии с разработанной классификацией последствий от проявления опасных природных процессов на территории России [1].

Так как общее число событий складывается из событий, отнесенных к разным категориям последствий, то и при расчетах используются данные по всем категориям.



Предлагается следующий алгоритм расчета прогнозных значений ущербов от гидрометеорологических опасностей.

$$Y_{\text{прогн}} = \sum_{i=1}^4 (Y_i \cdot P_i);$$

или

$$Y_{\text{прогн}} = Y_4 \cdot P_4 + Y_3 \cdot P_3 + Y_2 \cdot P_2 + Y_1 \cdot P_1$$

где  $Y$  – величина среднего ущерба от опасностей определенной категории последствий;

$P$  – среднегодовалая частота случаев, которую мы принимаем как вероятность проявления опасностей данной категории (табл. 1).

Таблица 1

Данные для вероятностно-статистического прогнозирования ущерба от гидрометеорологических опасностей для ЦФО по наиболее вероятному сценарию

Параметры	По категориям опасности последствий			
	1	2	3	4
Среднегодовая частота случаев	3,6	5,9	4,6	1
Средний ущерб, млн рублей*	0,3	25	275	750

\*Согласно классификации последствий [1, 2]

Среднегодовая частота случаев представляет собой наблюдаемую (эмпирическую) вероятность проявления опасного процесса данной категории последствий.

Например, прогноз возможного ущерба по наиболее вероятному сценарию от гидрометеорологических опасностей по ЦФО на ближайшие 2–3 года будет выглядеть следующим образом:

$$Y_{\text{прогн.}} = 3,6 \cdot 0,3 + 5,9 \cdot 25 + 4,6 \cdot 275 + 1 \cdot 750 = 1,1 + 147,5 + 1265 + 750 = 2163,6 \text{ млн рублей/год.}$$

Точно также можно рассчитать прогнозное значение ущерба по двум остальным сценариям. Причем, результат может быть еще уточнен, если в расчете использовать не значение среднего ущерба от данной категории

последствий по классификации, а учитывать, если имеются, фактические данные по ущербам в рассматриваемом регионе.

*Заключение.* Создание базы данных о последствиях проявления опасных природных процессов на территории России и изучение на ее основе зависимостей между количеством событий, количеством событий разных категорий последствий и температурным режимом, а также оценка частоты этих событий, позволяет проводить прогнозные оценки ущербов от процессов любого генезиса, развитых в пределах различных регионов. Использование большего числа статистических данных позволит получать более достоверные прогнозные характеристики.

*Работа подготовлена при поддержке программы РАН «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования».*

### ***Список литературы***

1. Бурова В.Н. Развитие информационно-методического обеспечения базы данных о последствиях проявления опасных природных процессов на территории РФ / В.Н. Бурова, Е.А. Карфидова // Ежемесячный международный научный журнал «Интерактивная наука». – 2017. – №4. – С. 42–46.

2. Положение о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (утв. постановлением Правительства РФ от 13 сентября 1996 г. №1094).

### ***References***

1. Burova V. N., Karfidova E. A. The information and methodological basics for database evolution on the consequences of manifestations of natural hazards in the territory of the Russian Federation / Monthly international scientific journal «Interactive science» №4, 2017.P. 42–46.

2. Regulation on classification of natural and man-made emergencies (approved. the order of the Government of the Russian Federation of September 13, 1996 N 1094).

---

**Бурова Валентина Николаевна** – канд. геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экзогенной геодинамики и анализа геологического риска

ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН)», Москва, Россия

**Burova Valentina Nikolaevna** – candidate of geological-mineralogical sciences, leading researcher of laboratory of exogenous geodynamics and geological risk analysis of Sergeev Institute of Environmental Geoscience Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

---