

# ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В МИРЕ И В РОССИИ: НАВОДНЕНИЯ И ЗАСУХИ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УЩЕРБОВ

Истомина М.Н.<sup>1</sup>, Добровольский С.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт водных проблем РАН, Москва*

Изучается, в глобальном масштабе, количественная информация о наиболее катастрофичных экстремальных гидрологических явлениях – наводнениях и засухах: созданный в ИВП архив, содержащий информацию по примерно 2400 наводнениям, а также данные из разных источников по «гидрологическим», «метеорологическим» и «сельскохозяйственным» засухам. Предложены согласованные определения экстремальных гидрологических явлений. Сформулированы суждения о возможных изменениях параметров ущербов от наводнений и засух – как в ближайшей, так и в отдаленной перспективе.

В рассмотрении, в рамках одного доклада, этих двух, казалось бы, прямо противоположных явлений – наводнений и засух – имеются сходные моменты. (1) Целесообразно закладывать схожие принципы в определения двух явлений: наводнения (засухи) – временные изменения увлажненности территорий, вызывающие социально-экономические ущербы. (2) Как наводнения, так и засухи не наблюдаются ни в избыточно увлажненных регионах (где наводнение «постоянно»), ни в центральных областях пустынь (где засуха «постоянна»). Как ни парадоксально, максимальные ущербы как от наводнений, так и от засух наблюдаются примерно в одном и том же в широтном поясе: 20 – 40 градусов северной широты. (3) Оба рассматриваемых явления – не только и даже не столько природные, сколько социально-экономические. Они наиболее часто встречаются на густонаселенных и/или на экономически развитых территориях. (4) Подушевые, или в расчете на единицу территорий, материальные ущербы от обоих типов катастрофических явлений наиболее высоки в экономически развитых регионах мира. В то же время, именно в этих регионах доля ущербов от обоих явлений в ВВП стран – наименьшая. (5) Таким образом, можно выдвинуть гипотезу о том, что по мере экономического развития стран, в долгосрочной перспективе, абсолютные размеры материальных (финансовых) ущербов от обоих катастрофических явлений растут. В то же время, реально достижимыми целями являются уменьшение доли ВВП, утрачиваемой вследствие катастрофических явлений. (6) Особенно нетерпимы гуманитарные ущербы: уменьшение гуманитарных ущербов (число эвакуированных, общее число пострадавших, число погибших), как в абсолютных величинах, так и приходящихся на единицу материальных ущербов и на одно наводнение – особенно высоких в слабораз-

витых странах – принадлежит к числу реально достижимых целей стратегии борьбы с последствиями наводнений и засух. (7) Количественный анализ изменений ущербов от наводнений и засух на протяжении немногих десятилетий указывает на то, что (часто приписываемый парниковому эффекту) рост ущербов от этих явлений незначим. Таким образом, в ближайшем будущем не стоит ожидать роста ущербов по этой причине.

В работе были использованы следующие источники информации. По «гидрологическим засухам» – примерно 2000 длинных рядов минимального стока за весь период наблюдений из архива авторов [Добровольский, 2011]; по «метеорологическим» засухам – данные по индексам засух Пальмера, рассчитанные для всей суши за период с 1901 по 2000 год [Dai et al., 2004]; по «сельскохозяйственным засухам» - информация банка данных Лувенского католического университета о примерно 450 крупнейших засухах за период с 1980 по 2008 г. [International..., 2013]. Наконец, информация по 13 количественным параметрам для каждого из примерно 2400 наводнений мира за период с конца 1997 по конец 2008 г наводнениям была собрана авторами в базе данных [База..., 2015].

Наиболее общее представление об экстремальных гидрологических ситуациях может дать совмещенная карта основных ареалов гидрологических засух и основных ареалов наводнений вследствие аномальных осадков в жидкой фазе (наиболее распространенный тип наводнений) на рисунке 1.

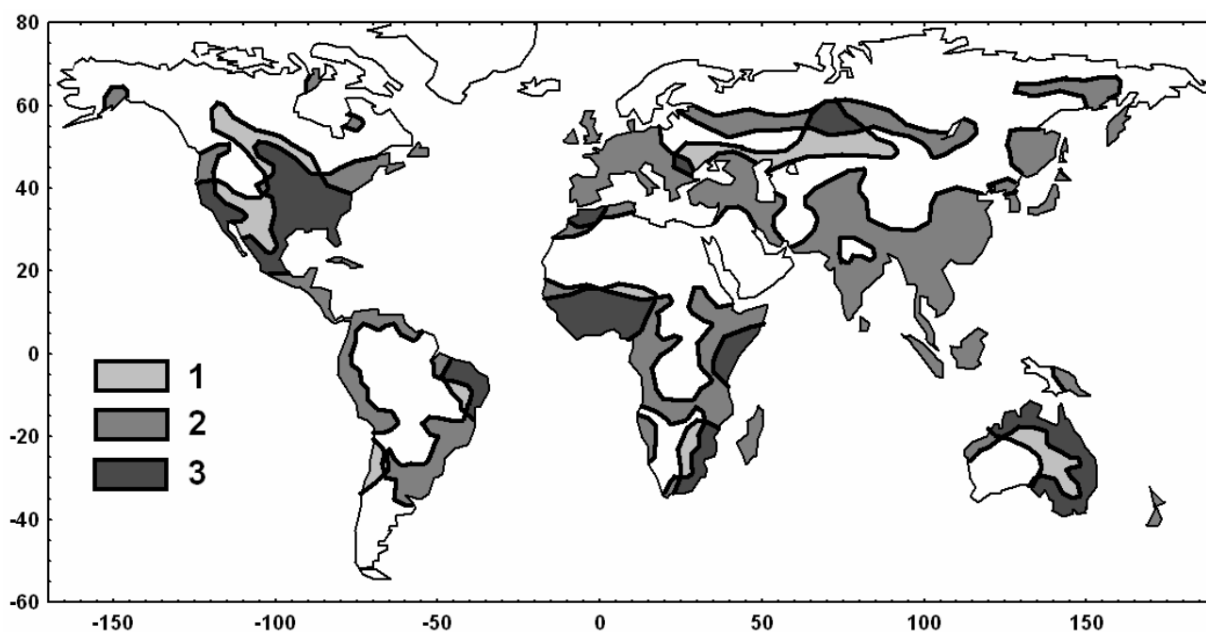


Рис.1. Основные ареалы крупнейших «гидрологических» засух (1); наводнений вследствие аномальных осадков в жидкой фазе (2); пересечения ареалов засух и наводнений (3)

Из рассмотрения карты видно, что регионы максимальной увлажненности (бассейны Амазонки и Конго не являются зонами наводнений – так же, как наиболее засушливые регионы (Сахара, Аравийский полуостров, наиболее значительная часть пустынь Центральной Азии и Австралии) не являются ареалами сколько-нибудь заметных засух. Более того: зачастую ареалы крупнейших гидрологических засух и наводнений пересекаются друг с другом. Таковы районы востока и крайнего запада Соединенных штатов; область Каатинга в Южной Америке; регион, простирающийся от Гвинейского залива до Сахели, восток и юго-восток Африки; юго-восток, восток и север Австралии. Сложнее картина в Евразии – возможно, вследствие недостаточности данных о засухах на большей части территории континента.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что как наводнения, так и засухи – не только природные явления, но в очень значительной степени социально-экономические явления, приуроченные зачастую к густонаселенным и/или экономически развитым территориям. Ярким, подтверждением высказанного суждения является парадоксальный, на первый взгляд, график распределения по широтам средних многолетних слоев речного стока и средних материальных ущербов от наводнений на рис. 2.

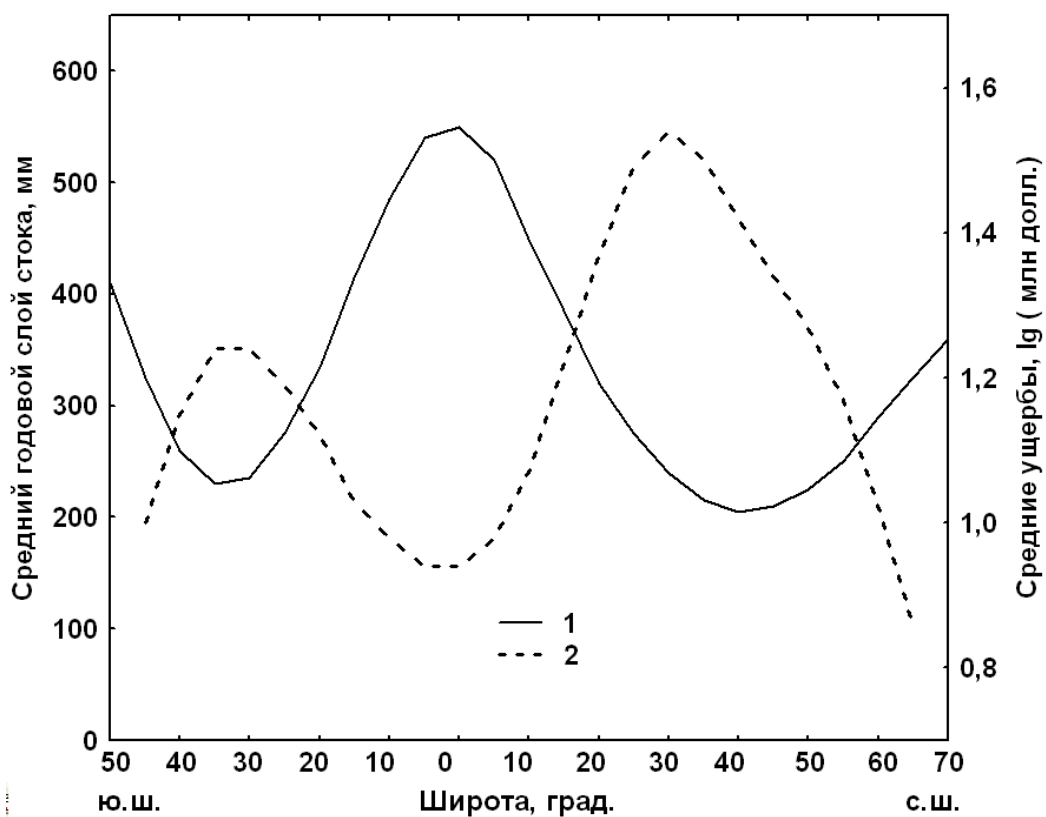


Рис. 2. Глобально-осредненные изменения вдоль широт средних многолетних слоев речного стока (1) и средних многолетних финансовых ущербов от наводнений (2)

Большой объем собранной информации о наводнениях и засухах позволяет впервые получить достоверные представления о взаимозависимостях природных характеристиках и социально-экономических параметрах последствий экстремальных гидрологических явлений. В качестве примера на рисунке 3 показаны глобально-осредненные графики зависимостей важнейшего показателя гуманитарных ущербов от наводнений основного типа (вследствие аномальных осадков в жидкой фазе) – числа эвакуированных людей – от продолжительностей наводнений и от площадей затопленных территорий.

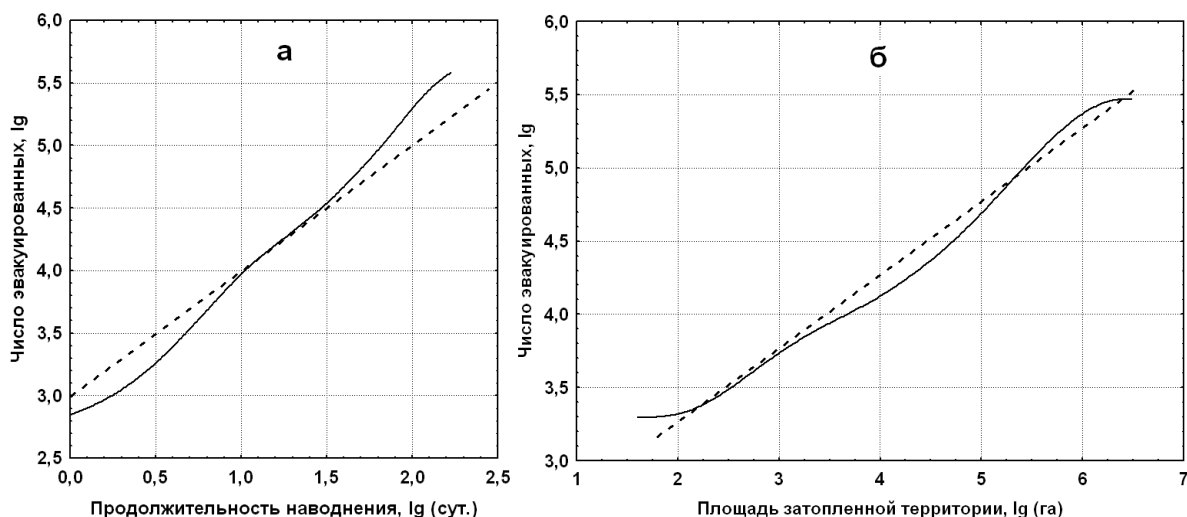


Рис. 3. Осредненные зависимости (сплошные линии) чисел эвакуированных от длительностей наводнений (а) и от площадей физических затоплений при наводнениях (б). В билогарифмических масштабах. Штриховые линии – линейные аппроксимации с тангенсами углов наклона 1 ( а) и 1/2 ( б)

Очевидна близкая к линейной зависимость числа эвакуированных от продолжительности наводнений (что можно было ожидать), но также и линейность (что не очевидно априори) связи этого параметра гуманитарных ущербов не с площадью затопленных территорий, а с горизонтальными размерами последних. В качестве гипотезы относительно причины последнего явления можно выдвинуть предположение о том, что «пространственные структуры ущербов» скорее линейны, нежели двумерны – что связано с линейностью самих водотоков, приуроченных к ним инфраструктур и поселений.

Не имея возможности, в рамках краткой статьи, описать все результаты исследований наводнений и засух, проведенных в лаборатории глобальной гидрологии ИВП, остановимся на такой ключевой проблеме, как характер многолетних изменений параметров экстремальных гидрологических явлений и ущербов от них.

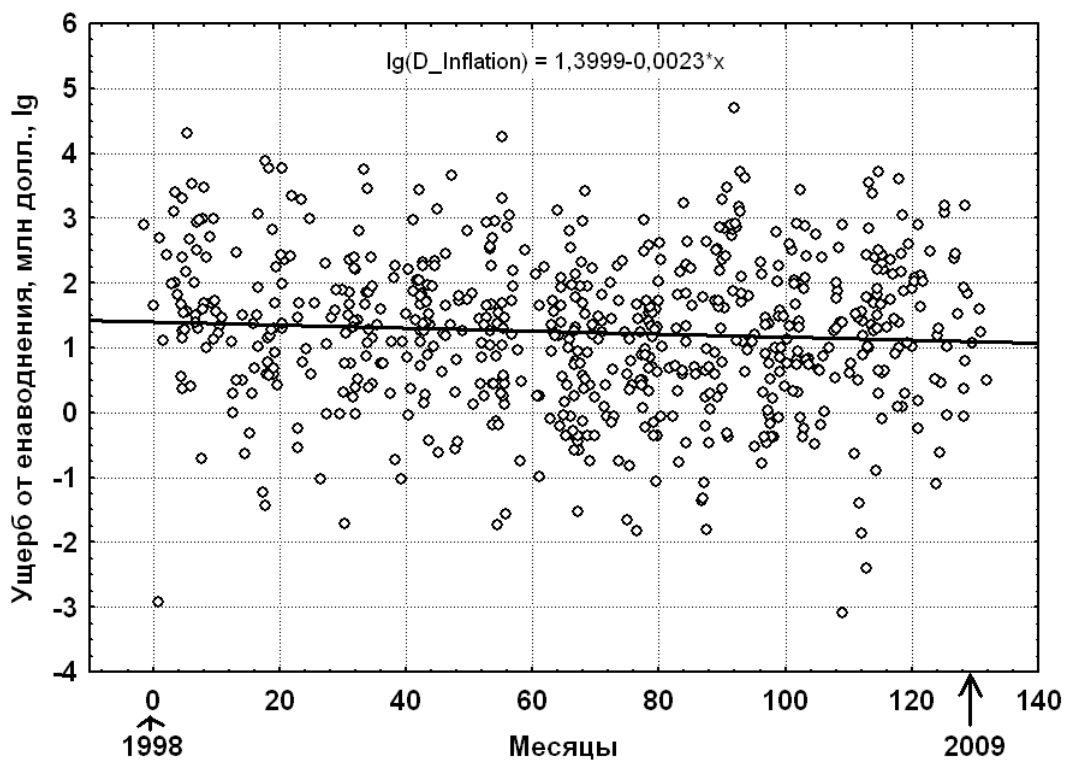


Рис. 4. Изменения финансовых ущербов от крупнейших наводнений всех типов

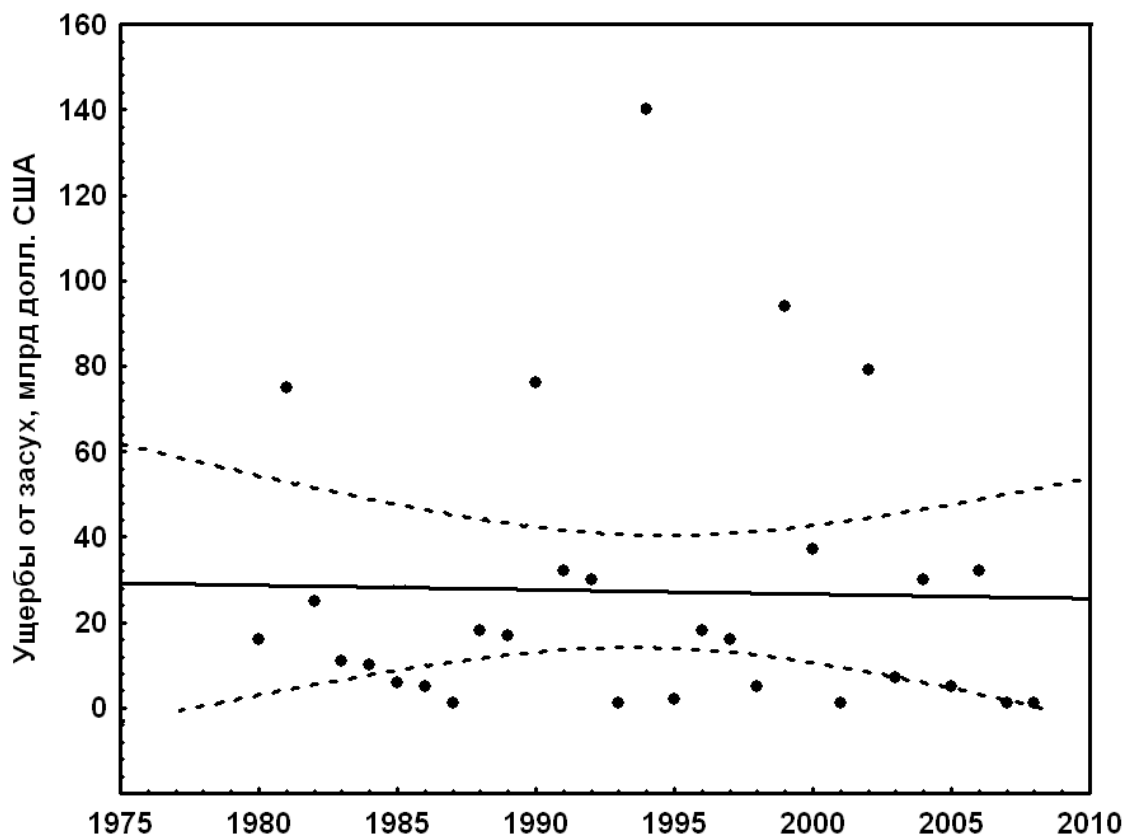


Рис. 5. Изменения годовых сумм ущербов от наиболее крупных засух мира. Информация из [International..., 2013]

Нами были построены графики изменений во времени различных природных характеристик и параметров социально-экономических ущербов от наводнений и засух за периоды времени соответственно 1997 – 2008 и 1980 – 2008 гг. В качестве примера на рисунках 4 и 5 показаны изменения ущербов от крупнейших наводнений и засух мира в финансовом выражении. Сплошные прямые на рисунках – линейные аппроксимации, построенные методом пространственно-взвешенных наименьших средних квадратов, штриховые линии на рис. 5 обозначают 95%-ные доверительные интервалы для линии регрессии (доверительные интервалы на рис. 4 не построены, чтобы не загромождать рисунок). Очевидно, что изменения средних величин на рис. 4 и 5 статистически незначимы. Такими же незначимыми оказались изменения всех других характеристик наводнений и засух за рассматриваемые периоды времени. Естественно предположить, что аналогичная ситуация будет наблюдаться по крайней мере в ближайшей перспективе. В то же время, как указывалось выше, в длительной перспективе, с ростом экономик развивающихся стран можно ожидать роста ущербов от экстремальных гидрологических ущербов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Добровольский С.Г.* Глобальные изменения речного стока. М.: Геос, 2011. – 660 с.
2. *Истомина М.Н., Добровольский С.Г.* База данных по наводнениям мира (с детализацией по России). Федеральная служба по интеллектуальной собственности, номер гос. регистрации 2015620292, 2015.
3. *Dai A., Trenberth K.E., Qian T.* A global dataset of Palmer Severity Index for 1870 – 2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming // *Journal of Hydrometeorology*, 2004. – Vol. 5. – P.1117 – 1130.
4. International Disaster Database. <http://www.emdat.be/>