

Рис. 1 Величины pH и минерализации до взаимодействия с базальтами и после

Таблица 2

Химический состав природных вод

Компонент	Ед. изм.	Атмосферные осадки	Эксперимент (лабораторные условия)	Вода на базальтах (природные условия)
pH	Ед. pH	6,65	8,00	8,74
Eh	мВ	-	-	64
Минерализация	г/дм <sup>3</sup>	0,04	0,20	0,34
CO <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	<0,4	<0,4	<0,4
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		<0,3	<0,3	6,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		16,0	106	207
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		4,45	19,4	31,5
Cl <sup>-</sup>		4,45	19,6	9,25
F <sup>-</sup>		0,03	0,99	0,36
Ca <sup>2+</sup>		1,09	4,86	12,0
Mg <sup>2+</sup>		1,10	4,90	8,26
Na <sup>+</sup>		8,70	45,7	64,8
K <sup>+</sup>		0,87	1,77	10,9
Si		0,56	1,25	0,35
P <sub>общ</sub>		0,01	-	1,93

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 17-17-01158 и проекта РФФИ № 18-05-00104 А. Автор благодарит С.В. Борзенко за помощь в полевых работах и постановке эксперимента.

Литература

- Борзенко С. В., Дребот В. В., Федоров И. А., Шварцев С. Л. Содовые воды района Торейских озер Забайкальского края: химический состав подземных и озерных вод // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием, Чита, 20-25 Августа 2018. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2018 – С. 434-437
- Дребот В. В. Химический состав подземных вод района Торейских озер (Забайкальский край, Россия) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых, Томск, 2-7 Апреля 2018. - Томск: Изд-во ТПУ, 2018 - Т. 1 – С. 558-560
- Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
- Шварцев С.Л. Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН, 2015, том 85, № 7, с. 632–642.
- Drebot V. V. Geochemistry of Groundwater in the Area of Zun-Torey and Barun-Torey Lakes (Transbaikalia, Russia) // 80th EAGE Conference & Exhibition 2018, Copenhagen, June 11-14, 2018. - Copenhagen: EAGE, 2018 – p. 1-3
- Flaathen T. K., Gislason S. R., Oelkers E. H., Sveinbjörnsdóttir Á. E. Chemical evolution of the Mt. Hekla, Iceland, groundwaters: A natural analogue for CO<sub>2</sub> sequestration in basaltic rocks // Appl. Geochemistry, 2009, v. 24, pp. 463 – 474.
- Gysi A.P., Stefansson A. CO<sub>2</sub>-water-basalt interaction. Numerical simulation of low temperature CO<sub>2</sub> sequestration into basalts // Geochim. Cosmochim. Acta, 2011, v. 75, pp. 4728-4751.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ НАВОДНЕНИЙ В Г. ГАРДАЯ (АЛЖИР)

М. Захуани

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Экстремальные явления погоды связаны с малыми вероятностями и обладают большой изменчивостью, но, несмотря на это, ущерб, наносимый экстремальными гидрометеорологическими явлениями, по оценкам ООН, составляет 70 % суммарного ущерба от воздействия природных катастроф и стихийных бедствий. Информацию о

наводнениях в пустыне Сахара можно воспринять как нечто невозможное, но дождевые паводки в г. Гардае, находящемся на севере пустыни Сахара в Алжире случаются достаточно часто. Некоторые из паводков наносят серьезный социально-экономический ущерб. Примером может служить наводнение, произошедшее 1 октября 2008 г., по некоторым оценкам ущерб составил около 200 млн евро. За считанные часы русла уэдов – пересохших рек наполнились водой, причем в некоторых районах города глубина затопления составляла свыше 7 метров. Это повлекло за собой затопление и частичное разрушение сотен домов, снесенные мосты и размытые дороги, был нанесен ущерб сельскому хозяйству, кроме того погибло несколько десятков людей.

Целью исследований являлось выявление факторов формирования катастрофических наводнений в пустынной зоне на примере уэда Мзаб. Бассейн уэда Мзаб был выбран в связи с его социально-экономической значимостью для республики Алжир, как культурной, так и туристической. Материалом исследований послужили данные о физико-географических условиях территории, максимальной сумме осадков за сутки в г. Гардая, расположенном на юго-востоке бассейна, за период 1970-2015 гг., предоставленные администрацией г. Гардая, а также данные о количестве месячных сумм осадков с 1969 по 2018 гг. для метеостанций Алжира [1]

Район исследований расположен в северной части Сахары, примерно в 600 км к югу от города Алжир, административно относится к вилайи (провинции) Гардая. Гардая (Ghardaïa) – сочетание пяти поселений – ксуров El Atteuf (Эль Аттёф), Bounoura (Бунура), Beni Isguen (Бени Исгуэн), Melika (Мелика) и Ghardaïa (Гардая), расположенных в оазисе долины Мзаб в северной части Сахары. Территория долины Мзаб расположена к северу от пустыни Сахара, ограничена 30-32° с.ш. и 3-4,30° в.д. Скалистое плато чередуется с несколькими долинами (рис. 1), не превышающими глубину 100 метров, долины направлены с северо-запада на юго-восток. Абсолютные высоты поверхности Мзаба 750-600 м понижаются в сторону Гардаи и Эль-Голеа до 450-350 м (рис. 2) и вновь повышаются до 550-700 м на плато Тадемаит. В пределах плато Тингерт отметки поверхности колеблются в пределах 300-500 м, на общем фоне поверхности хамады возвышаются отдельные гряды с высотами 550-565 м. Поверхность Мзаба сложена сильно-трещиноватыми и закарстованными известняками верхнего мела и интенсивно расчленена эрозией. Бассейн Мзаб настолько изрезан уэдами, что превратился в беспорядочное чередование хребтов и останцов. Южную часть Мзаба, отпрепарированную денудацией и нарезанную густой сетью уэдов, в Сахаре называют «шебка» [2].



Рис. 1. Водосборная территория вади Мзаб [3]

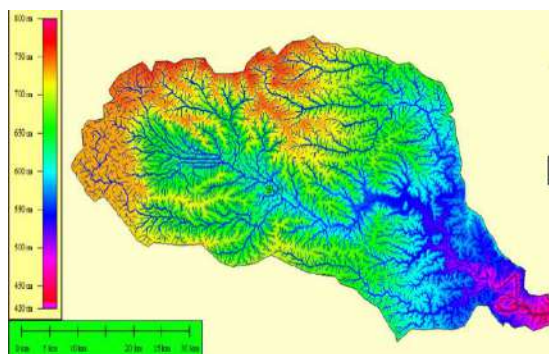
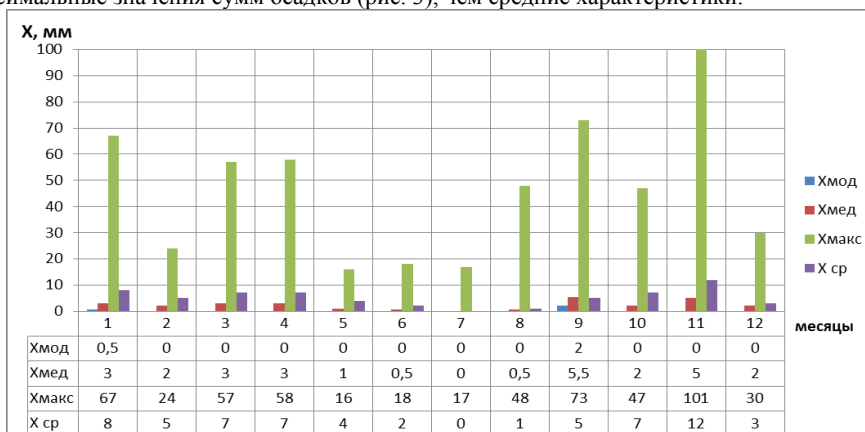


Рис.2. Рельеф бассейна уэда Мзаб, Алжир [4]

Долина Мзаб характеризуется континентальным климатом пустыни, сухим и жарким летом. Средний дневной максимум температуры в июле согласно [1] составляет 39,8°C, минимум 25,7°C, в январе соответственно 16,5°C и 5,3°C; экстремальные значения температур воздуха в июле достигают 46°C. Осадки приносят только ветры северной четверти – зимой северо-западный и северо-восточный летом. Ветры из пустыни южной четверти – жаркие и сухие, с марта по май наблюдаются песчаные бури скорость ветра достигает 32 м/с. Водообеспеченность района низкая, в Гардае сумма осадков за год в среднем 61 мм/год. При столь незначительных осадках наблюдается высокая испаряемость – свыше 3800 мм в год. В пределах плато Тадемаит и Тингерт осадки выпадают не ежегодно. Поверхностных водотоков нет. Наиболее освоенный и населенный район Мзаба находится в оазисе, где осадки обеспечивает временный сток в уэдах.

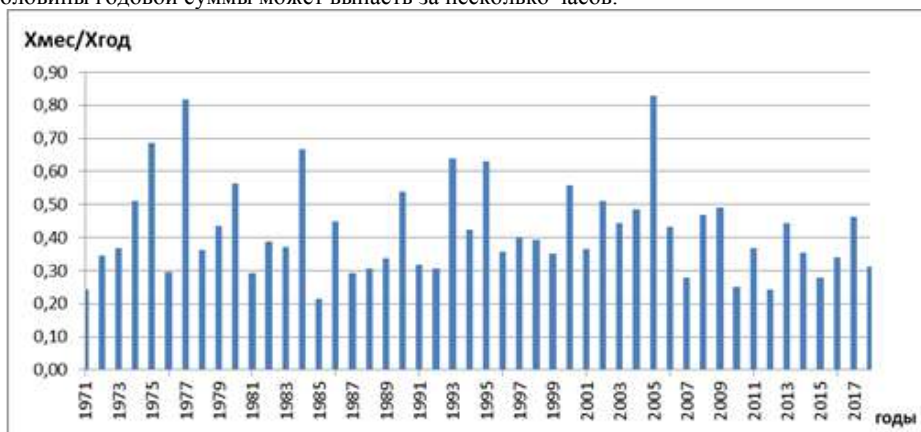
## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ.

Паводки бывают в среднем каждый год или один раз в 2 года. Местное население в долинах уэдов строит плотины, с помощью которых задерживает паводковые воды для полива плантаций, Широко распространены шахтные колодцы, глубиной 10-55 метров, эксплуатирующие воду подрусловых потоков уэдов [2]. Согласно [5] бассейн Мзаб по своим морфометрическим характеристикам, способствует образованию наводнений. Причинами катастрофических наводнений в г. Гардая служат с одной стороны особенности бассейна – малая способность к инфильтрации из-за пересохшей почвы, горный рельеф, вызывающий высокую скорость движения дождевых вод по поверхности. Уплотнение почвы из-за урбанизации и заблокированные ливневые канализационные сети также являются отягчающим фактором. Другим опасным фактором являются оползни, которые в 2008 г. всего за несколько часов заполнили сети ливневой канализации и усугубили катастрофическое состояние во время наводнения. Осадки характеризуются неравномерным распределением в течение года (рис. 3) и большой изменчивостью от года к году (рис. 4). Основным фактором наводнений это редко повторяющиеся дожди с максимальной интенсивностью. Распределение вероятностей осадков для изучаемой территории не является нормальным, для описания режима осадков более информативными являются модальные, медианные и максимальные значения сумм осадков (рис. 3), чем средние характеристики.



**Рис. 3. Годовой ход сумм осадков в Гардае, показаны средние, максимальные, медианные и модальные значения (1969-2018 гг.)**

Сумма осадков за месяц может составлять 50-80% от годовой суммы осадков (рис. 4) и выпадать в течение 1-2 дней, свыше половины годовой суммы может выпасть за несколько часов.



**Рис. 4. Временной ход экстремальности сумм осадков 1971-2018 гг. (отношение максимальной суммы осадков за месяц к сумме за данный год)**

Для минимизации последствий наводнений и изучения процесса образования наводнений автор предлагает создать систему наземного мониторинга в долине Мзаб. Предложена схема установки датчиков, которые будут измерять количество выпавших осадков, также следует установить датчики уровня воды, насыщения влагой почвы, фиксировать сползание грунта на горных склонах.

### Литература

1. DWD Climate Data Center: Monatliche CLIMAT-Meldungen für Stationen weltweit. [www.dwd.de](http://www.dwd.de)
2. Пантелеев И. Я. Голубев С. М. Подземные воды Алжира. М, «Недра», 1978, 212 с, (Союзоргтехводстрой).
3. Younes Mettas, Application des techniques de la géomatique à la gestion des risques naturels, cas d'inondation de la ville de Ghardaïa, 2010
4. K.Yamani, A.Hazzab, M.Sekkoum, T.Slimane Mapping of vulnerability of flooded area in arid region. Case study: area of Ghardaïa-Algeria. Model. Earth Syst. Environ. (2016) 2:147 DOI 10.1007/s40808-016-0183-x. Springer International Publishing Switzerland 2016
5. A.Benaoudj., B.Touaibia, P.Hubert Les inondations dans la vallee du M'Zab: genese et prediction. Revue scientifique et technique. LJEE N°24&25 Juin-Déc 2014 [https://www.ensh.dz/files/ljee/25/article\\_benaouadj.pdf](https://www.ensh.dz/files/ljee/25/article_benaouadj.pdf)