

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТОПЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

Гизатуллин Алмаз Тимербулатович

студент магистратуры 2 года обучения

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва

Аннотация. Исследование направлено на разработку методики моделирования затопления на основе цифровой модели рельефа (ЦМР). Приводится обзор существующих методик, оцениваются их недостатки как необходимость разработки новой методики. Создание и тестирование методики производится на территории опасного с точки зрения наводнений Северного Кавказа.

Ключевые слова: гидрологическое моделирование, моделирование затоплений, цифровая модель рельефа.

Применение данных дистанционного зондирования, в частности, продуктов космической съемки, является одним из наиболее развивающихся и перспективных направлений прикладной науки. На основе них разрабатываются цифровые модели рельефа – аппроксимации высот участка земной поверхности. Целью данного исследования является моделирование затоплений по ЦМР на тестовом участке – в пределах территории Северного Кавказа.

На территории Северного Кавказа ежегодно происходит около 25 видов чрезвычайных ситуаций природного характера, в числе которых выделяются наводнения, прямым последствием которых являются обширные затопления.

Моделирование затоплений на Северном Кавказе предполагает изображение ситуации, если бы вода на всех гидрологических постах одновременно поднялась на уровень максимальных отметок, которые фиксировались за всё время наблюдений (с 1932 года).

Для моделирования были получены следующие данные:

- слой точечных пространственных данных 116 гидрологических постов;
- таблица с данными наблюдений по гидрологическим постам (отметки нуля постов, уровни максимальных и минимальных, осредненных отметок и прочие).

Первичная обработка данных заключалась в выборке из таблицы с наблюдениями записей максимальных отметок. Далее был произведен анализ существующих методик моделирования затоплений: посредством обработки космических снимков [1] и модуля к программе ArcGIS – HEC-GeoRAS.

Первый способ заключался в использовании космических снимков Landsat с

пространственным разрешением 30 м в среднем, ближнем инфракрасном и видимом зеленом каналах. Такая комбинация каналов позволяет выделить поймы речных долин, которые представляют собой зоны повышенной вероятности потенциального затопления. Однако применение этой методики является недостаточно точным и не даёт возможности использовать данные о максимальных уровнях, зафиксированных на гидрологических постах.

Второй способ представляет собой применение модуля HEC-GeoRAS [2]. Он заключается в использовании построенных на основе ЦМР поперечных профилей долины по заранее составленным линиям: рассчитывают двумерное поле затопления, которое затем интерполируется по множеству профилей на всю долину реки. Однако помимо данных об уровне затопления для получения результатов требуются центральные и береговые линии рек, которые сложно выделить с требуемой достоверностью. Большое количество постов (более 100) и значительный охват территории делают задачу дешифрирования этих линий трудоёмкой.

Исходя из непригодности предложенных методик было решено разработать авторскую методику затопления территорий, учитывая набор имеющихся данных: гидрологические посты с уровнями максимального подъёма воды и ЦМР SRTM с разрешением в 1'' (несколько десятков м в пределах рассматриваемой территории).

В основу разрабатываемой методики затопления было положено создание некоторой поверхности затопления методом интерполяции. Достаточно большое количество точек гидропостов позволит достаточно достоверно отобразить картину возможного затопления. Далее полученную поверхность вычитаем из ЦМР, близкие к нулю значения необходимо интерпретировать как границы зон затопления.

Однако интерполяция только по имеющимся точкам не позволит получить точных границ, так как поверхность будет отображать общий тренд рельефа, без учета форм врезания (в данном случае, речных долин). Для этого необходимо сдвоить точки гидропостов таким образом, как если бы они находились по обеим сторонам русла (рис. 1). На используемой ЦМР достаточно подробно отображаются как крупные, так и мелкие речные долины. Вместе с наличием данных о местоположении и абсолютных высотах нуля постов это позволяет проставить в окрестностях точек вторые точки с равной высотой. Такое сдваивание смещает акцент интерполяции на речные долины: поверхность затопления в их поперечном профиле будет иметь практически нулевой уклон. Это позволит с высокой точностью установить границы затопления, а расположение противоположных границ на одной высоте увеличит достоверность модели.

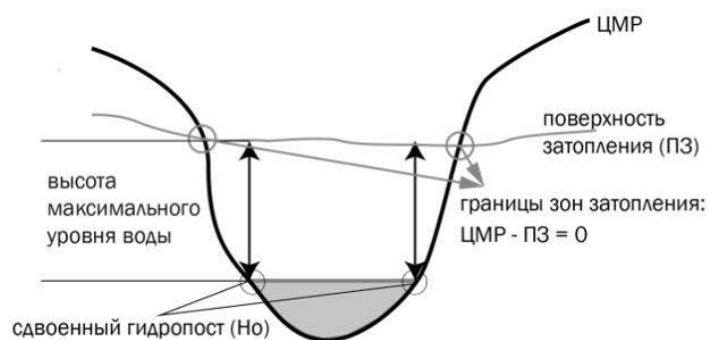


Рис. 1. Схема методики затопления речных долин удвоением точек гидрологических постов

Реализация методики в программном виде выглядит следующим образом:

1. Сдваивание гидропостов в режиме ручной правки.
2. Вычисление абсолютной высоты максимального подъема воды на гидрологических постах ('отметка нуля поста' + 'уровень подъема воды').
3. Интерполяция полученных значений и создание поверхности затопления. Путем применения различных способов интерполяции было установлено, что метод кригинга является наиболее пригодным с точки зрения достоверности результатов моделирования. Очертания зон в случае применения этого метода строго соответствовали долине, чего не наблюдалось при других способах.
4. Вычисление разности ЦМР и поверхности затопления: ('ЦМР' – 'поверхность затопления').
5. Выделение пикселей, по разности близких к нулю.
6. Конвертация в векторный формат.
7. Упрощение полученных линий.

Таким образом, методика была использована для построения зон затоплений Северного Кавказа (рис. 2). Из результатов были исключены зоны для рек, на которых отсутствовали гидрологические посты или наблюдения максимальных уровней.

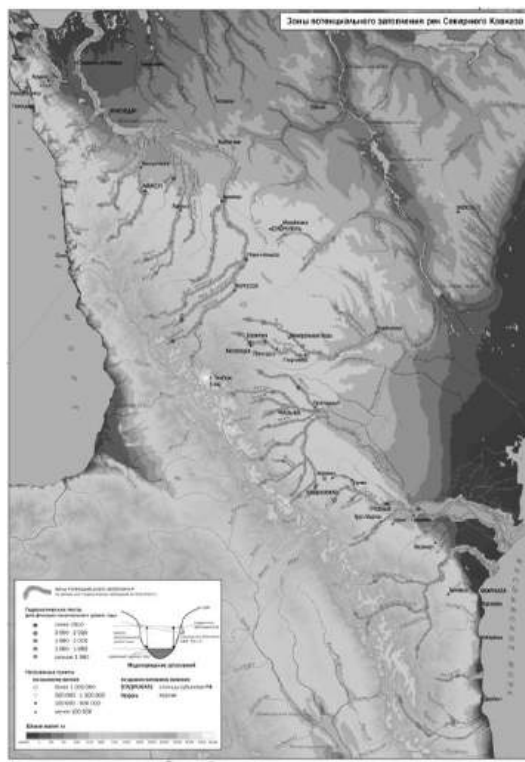


Рис. 2. Потенциальные зоны затопления на Северном Кавказе

Применение этой карты возможно для более глубоких исследований риска потенциального затопления, а также для выбора территорий крупномасштабного анализа наводнений в населённых пунктах. Степень вероятности таких затоплений достаточно высокая, так как показанные территории уже фрагментарно затоплялись в результате наводнений, во время которых и были зафиксированы использованные в работе максимальные отметки на гидрологических постах.

Список литературы:

1. Фролова Н. Л. Оценка и картографирование опасности наводнений на Северном Кавказе: обзор и сопоставление существующих подходов // Геориск — №2 — 2018. — с. 26-36
2. Sudhakar S. Tutorial on HEC-GeoRAS and HEC-RAS Modeling // Journal of Geomatics. — № 1 — 2015. — p. 3-37