DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

СТРУКТУРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЧНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА, БАССЕЙНА Р. ТУПАЛАНГ

Абдуазимходжаев А.Н., *И.о. доцента кафедры,*
кафедра геология минеральных ресурсов,
Университета геологических наук

Annotatsiya: *Maqolada To‘polon daryosi havzasining (Hisor tizmasining janubi-g‘arbiy tarmoqlari) daryo tizimlarining struktura-gidrologik va morfometrik tahlili SRTM raqamli relyef modeli (masshtab 1:50 000) asosida keltirilgan. Tadqiqot ArcGIS 10.1/10.2 va Global Mapper 13.0 dasturlaridan foydalanib bajarilgan. Horton–Straxler–Filosofov usuli bo‘yicha oqimlar tartibi aniqlangan. Havza hududida 1–4-tartibli 3296 ta elementar suv yig‘ish havzalari ajratilgan. Oqimlar, suv yig‘ish havzalari va drenaj tizimlarining raqamli xaritalari tuzilgan. Obichnarg‘iz soyining chap qirg‘og‘idagi filtratsiya zonasini modellashtirishga alohida e’tibor qaratilgan, to‘g‘onning o‘ng qirg‘og‘idan filtratsiya nuqtasigacha geomorfologik profil qurilgan. Natijalar relyefni gipsomorfometrik ko‘rsatkichlar bo‘yicha baholash, To‘polon suv ombori akvatoriyasidagi oqimlarning gidrologik xususiyatlarini aniqlashtirish va hududning geologo-tektonik tuzilishini lineamentlar va yoriq-jinsli strukturalarni ajratish orqali talqin qilish imkonini berdi*

Abstract: *The article presents a structural-hydrological and morphometric analysis of the river systems of the Tupalang River basin (southwestern spurs of the Gissar Range) based on the SRTM digital elevation model at a scale of 1:50,000. The study was carried out using ArcGIS 10.1/10.2 and Global Mapper 13.0 software. The Horton–Strahler–Filosofov stream ordering method was applied. A total of 3296 elementary catchment basins of the 1st–4th orders were identified within the basin. Digital maps of watercourses, catchment basins, and drainage systems were constructed. Special attention was paid to modeling the filtration zone on the left bank of the Obichnargiz say, and a geomorphological profile from the right abutment of the dam to the filtration point was built. The results made it possible to assess the relief according to hypsomorphometric indicators, clarify the hydrological characteristics of the watercourses in the Tupalang reservoir area, and interpret the geological and tectonic structure of the region with the identification of lineaments and fault-fracture structures.*

Аннотация: *В статье представлен структурно-гидрологический и морфометрический анализ речных систем бассейна реки Тупаланг (юго-западные отроги Гиссарского хребта) на основе цифровой модели рельефа SRTM масштаба 1:50 000. Работа выполнена с использованием программ ArcGIS 10.1/10.2 и Global Mapper 13.0. Применён метод упорядочивания водотоков Хортона–Страхлера–Философова. На территории бассейна выделено 3296 элементарных водосборных бассейнов 1–4-го порядков. Построены цифровые карты водотоков, водосборных бассейнов и дренажных систем. Особое внимание уделено моделированию зоны фильтрации по левому борту сая Обичнаргиз, построен геоморфологический профиль от правого борта плотины до точки фильтрации. Результаты анализа позволили оценить рельеф по гипсоморфометрическим показателям, уточнить гидрологические характеристики водотоков акватории Тупалангского водохранилища и интерпретировать геолого-тектоническое строение района с выделением линеаментов и разломно-трещинных структур.*

Kalit so‘zlar: *raqamli relyef modeli, morfometrik tahlil, daryo tizimlari, Tupalang daryosi havzasi, oqimlar tartibi, drenaj tizimlari, filtratsiya zonasi, lineamentlar, ArcGIS, Global Mapper.*

Key words: *digital elevation model, morphometric analysis, river systems, Tupalang River basin, stream orders, drainage systems, filtration zone, lineaments, ArcGIS, Global Mapper.*

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

Ключивые слова: *цифровая модель рельефа, морфометрический анализ, речные системы, бассейн р. Тупаланг, порядки водотоков, дренажные системы, зона фильтрации, линеаменты, ArcGIS, Global Mapper.*

Введение. Эволюция рельефа Юго - Западных отрогов Гиссарского хребта связана с альпийскими и новейшими фазами тектогенеза, охватывающими плиоцен и четвертичный период. Основными факторами формирования рельефа являлись вертикальные движения и денудационные процессы [1-4].

Зона денудационного эрозионного, скульптурного рельефа характеризуется устойчивыми поднятиями и денудацией, начиная с начала плиоцена и по настоящее время, представленная V – образными формами речных долин с тектоническими уступами и куэстами [5-7].

При геоморфологических исследованиях хорошо зарекомендовал себя морфометрический анализ речных систем. Первыми разработками в этом направлении были работы Р. Хортона предложивший метод разделения на группы в зависимости от порядка главного русла, в последующих работах А.Страхлер и В.П. Философовым, независимо друг от друга был усовершенствован метод анализа речных бассейнов, применив систему кодирования водотоков. Методика заключается в том, что водоток не получающий притоков, относится к руслам 1 -го порядка, два русла 1 -го порядка при слиянии образуют русло 2-го порядка и т.д.

Метод предложенный Хортоном в дальнейшем был усовершенствован Ю. Г. Симоновым для геоморфологического анализа, предложивший с помощью структурных индексов находить соотношение морфометрических характеристик разнопорядковых водотоков. Так, «при морфометрическом анализе русла разных порядков описываются с помощью нескольких геометрических параметров, которые имеют определенный геоморфологический смысл. Самым главным из них является площадь водосбора, пропорционально которой изменяется сток воды и наносов, определяющих ход флювиальных и сопряженных с ними рельефообразующих процессов. Наличие геометрических законов, содержащих в себе геофизический смысл, открывает определенные возможности для создания морфометрических карт. Вначале выдвигается некоторая геоморфологическая гипотеза, в которой один из этих морфометрических параметров речных бассейнов логически должен быть связан с некоторой группой рельефообразующих факторов или условий……» [1,2,8,9].

Впервые метод построения речной сети и определения структурных и геоморфологических параметров по ЦМР был предложен в работе О'Галлахена и Марка в 1984, [10]. Нами в данной работе, целью гидрологического анализа - был расчет статистики по высотам в рамках выделенных бассейнов и для выявления параметров зоны фильтрации по левому борту сая Обичнаргаз, а также всего бассейна р. Тупаланг.

Одно из основных приложений ЦМР, позволивших значительно упростить анализ речных систем — это автоматизированное построение водосборов и расчет их морфометрических характеристик. Данный анализ был осуществлен в программе ArC GIS версия 10.1 и программе Global Mapper версия 13.0., исходными данными служила ЦМР построенная по данным SRTM масштаба 1:50 000, описанная выше [8,9].

Выделение водосборных бассейнов осуществлялся по сетке элементарных речных бассейнов и строился для саев третьего и четвертого порядков (по кодировке Страхлера и Философова) [3,4].

Таким образом, на территории бассейна р. Тупаланг было выделено 3296 элементарных бассейнов с 1 по 4 порядок (Рис.1). В пределах бассейна преобладают элементарные бассейны 1-го, реже 2-го и 3-го порядков (диаграмма). Для каждого элемента

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

сети был определен его порядок по методу Хортона–Страхлера: за долину 1‑го порядка принимается долина в которую не впадает ни одна долина, при слиянии двух долин 1‑го порядка образуется долина 2‑го порядка, при слиянии долин 2‑го порядка образуется долина 3‑го порядка и т.д.

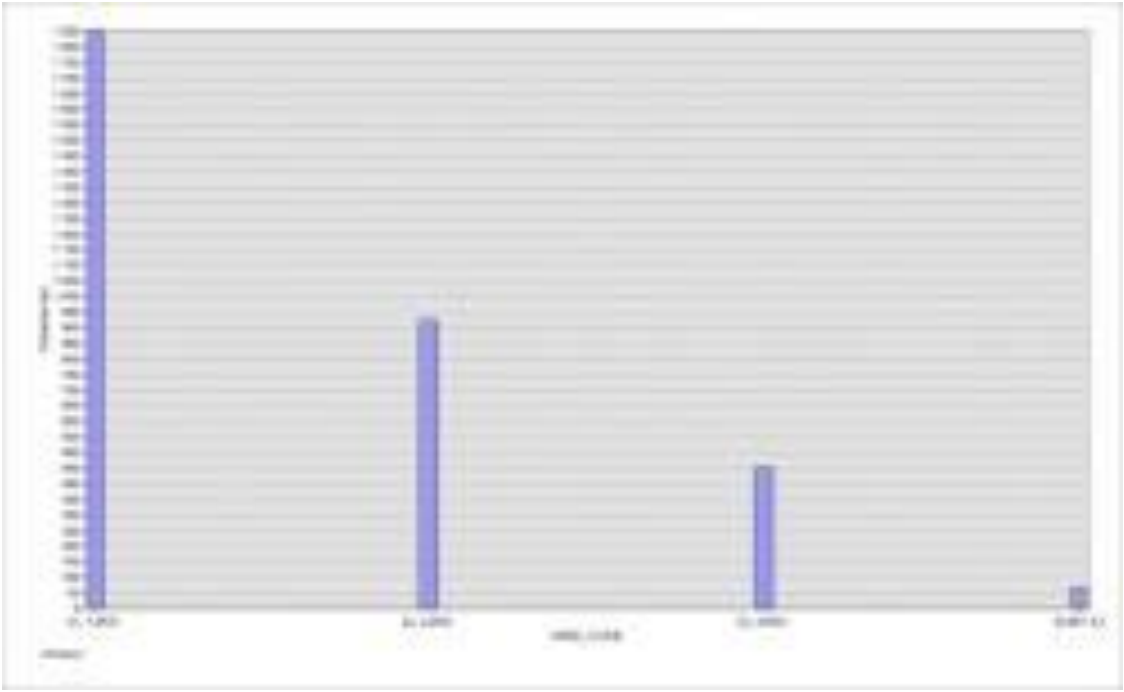

Рис. 1. График распределения элементарных бассейнов р. Тупаланг

Затем в соответствии с порядком водотока, расположенного в границах той или иной водосборной площади, определялись порядки бассейнов, результатом выполненного анализа стала карта водотоков и водосборных бассейнов р. Тупаланг М 1:50 000. (рис. 2.)

Для анализа дренажных систем р. Тупаланг, а также уточнения зоны фильтрации по левому борту р. Обичнаргаз был применен способ моделирования с использованием модуля «Анализ топографии» пакета Global Mapper 13.0. - инструмент «создать водораздел» [6].

Большое количество теоретических исследований по изучению направления русловых потоков было выполнено в последнее время. Самый известные и базовые модели для расчета направления потока называются детерминированными направление потока (D8) или (SFD). На основе этого метода разработан модуль программы Global Mapper 13.0 Drainaje Network (Водозабор) [6,5].

Команда создать «Водосбор» позволяет выполнить анализ водосбора по загруженным данным «terrain», чтобы найти пути потока, а также очертить области водосбора, которые стекают в данный раздел потока. При расчете водосбора используется алгоритм точки устья с восемью направлениями (D-8) для расчета направления потока в каждом местоположении, а также подход "снизу вверх" для определения направления потока через плоские области и пользовательский алгоритм для автоматического заполнения углублений в данных «terrain». Опция создать «области водосбора», просчитывает дренаж в выбранную точку, вычисляет площадь дренажа (водосбора) для каждого выбранного точечного объекта, показывая, какая часть загруженного рельефа стекает в непосредственную близость (т. е. в пределах заданного порога потока местоположения точки) выбранной точки. Опция «трассировать поток из выбранных точек» (анализ капель воды) приведет к созданию отдельной линии со стрелкой, начиная с каждого выбранного точечного объекта, показывающего, куда будет стекать капля воды,

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

помещенная в этой точке. Опция «трассировать поток от выбранных линий» приведет к созданию пространственного объекта, показывающего все области, в которые будет стекать конкретный линейный объект.

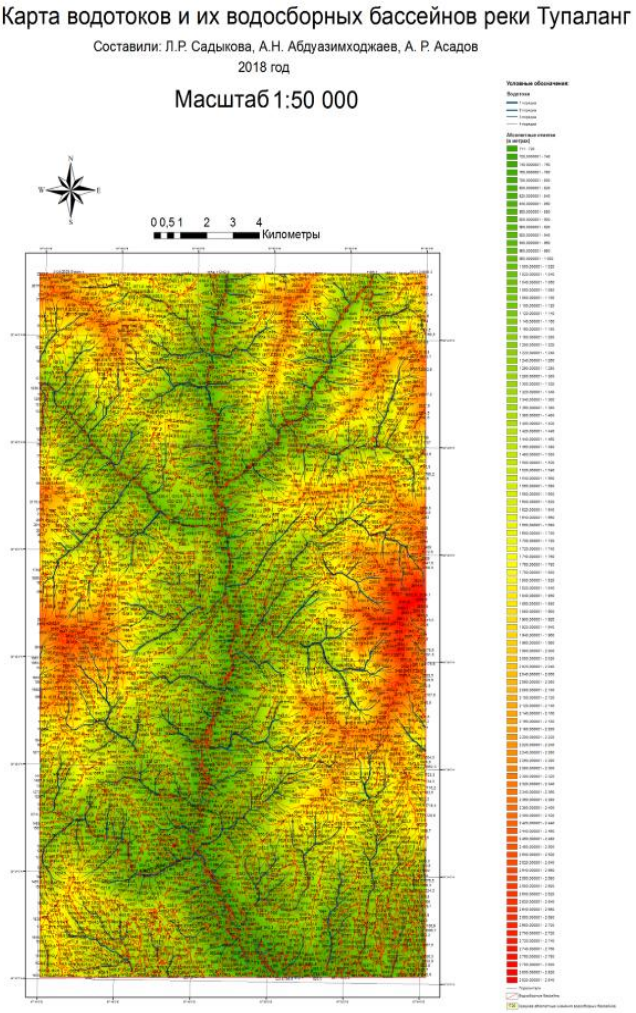

Рис. 2. Цифровая карта водотоков и их водосборных бассейнов р. Тапаланг созданная с использованием ArcGIS 10.2 (составили Л.Р. Садыкова, А.Н. Абдуазимходжаев, А.Р. Асадов)

Ранжирование элементарных бассейнов осуществляется при помощи инструмента «drainaje network» (watershed areas). Бассейны даже одного порядка могут значительно различаться по площади, что связано с геоморфологическими факторами (Рис. 3.). В нем четко прослеживается сеть потоков, а также дренажные зоны для каждого сегмента потока [6].

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

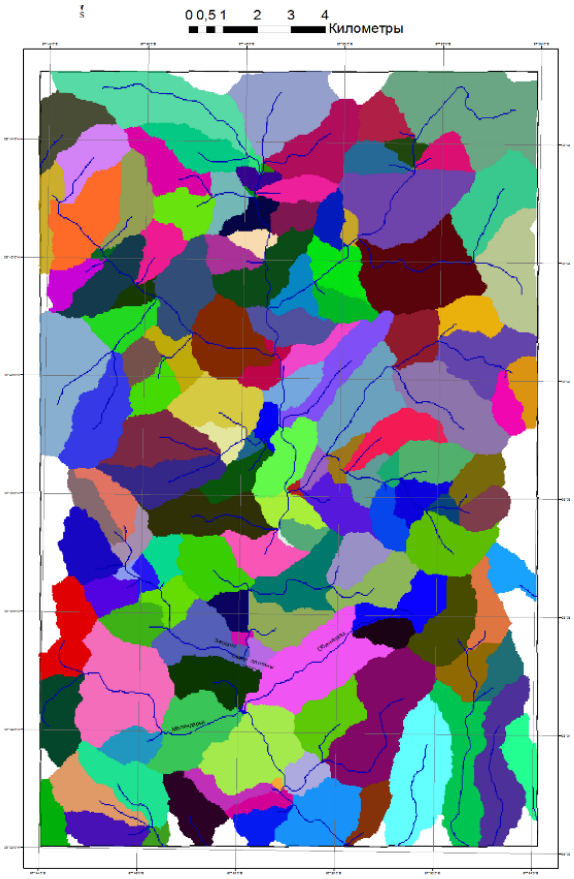

Рис. 3. Цифровая карта дренажных систем и их водотоков бассейна р. Тупаланг созданная с использованием программы Global Mapper 13.0 (составили Л.Р. Садыкова, А.Н. Абдуазимходжаев)

Интересующая нас часть проявления фильтрации по саю Обичнаргаз показана на рис. 4.

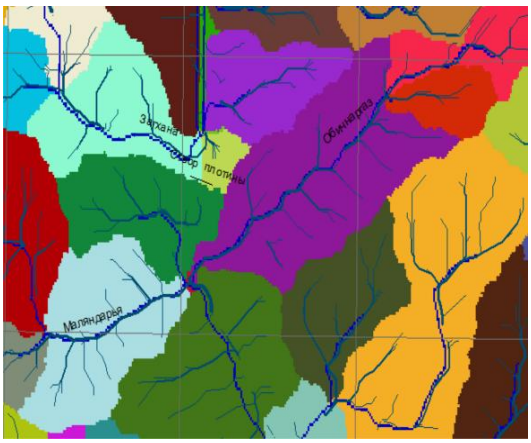

Рис. 4. Врезка к карте дренажных систем и их водотоков р. Тупаланг

На рис. 5. построен геоморфологический профиль от правого борта плотины на (абс.отм. 895 м) до точки фильтрации с (абс. отм. 865м.) в правом борту р. Обичнаргиз, расстояние от зоны фильтрации до водохранилища 977 метров. На рис. 6. представлена система зон водотоков и дренажных систем р. Обичнаргиз.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

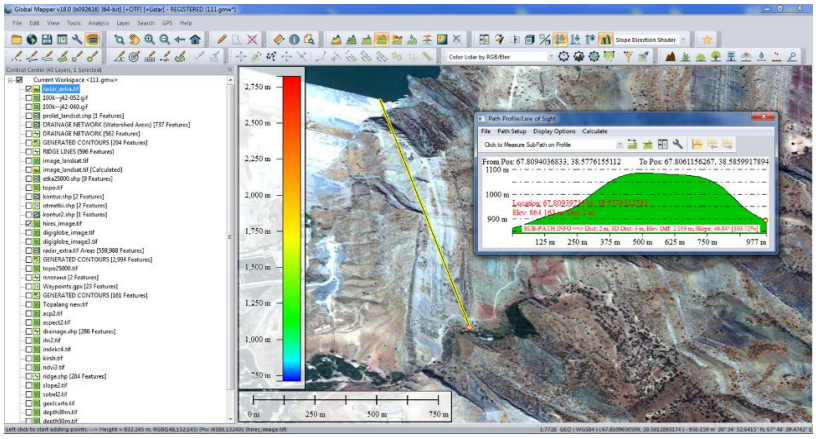

Рис 5. Профиль от зоны фильтрации по р. Обичнаргиз до Тупалангского водохранилища

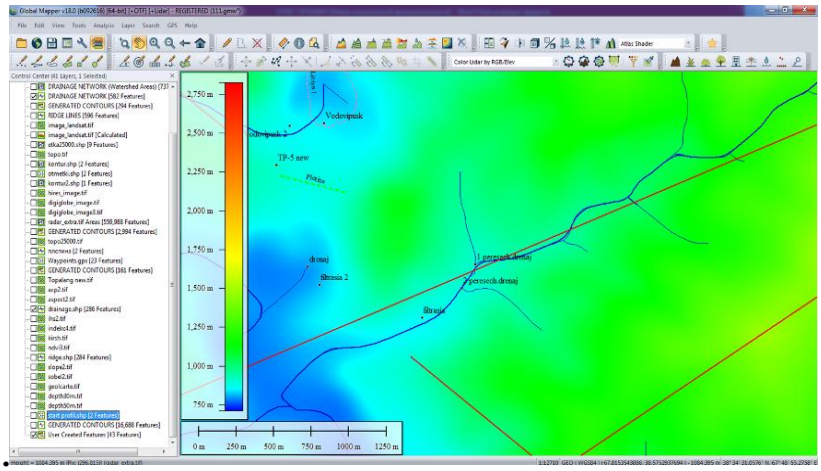

Рис. 6. Система зон водотоков и дренажных систем р. Обичнаргиз.

Красная линия выделенный линеамент соответствующий тектоническому нарушению (методика выделения линеаментов описана в разделе III), синие линии – система водотоков р. Обичнаргиз полученная при морфогидрологическом анализе.

Выводы: В результате исследований оценен рельеф по гипсоморфометрическим показателям. Результаты оценки рельефа легли в основу гидрологических характеристик водотоков акватории Туполанского водохранилища.

Обработанные цифровые материалы методами CC, ACP, ITS, Mincomp и др., являются наиболее информативными для картографирования геолого-вещественных и структурных комплексов. Анализ результатов цифровой обработки космических снимков методами Кирша, Собеля, Index IV и др., которые на основе характеристик рисунка, текстуры фотоизображения, форм рельефа и тона позволили картировать многочисленные линейные структуры, отсутствующие на составленных ранее геолого-структурных картах, а также выделить новые объекты в пределах исследуемого района. По результатам анализа обработанных космоснимков составлена космоструктурная схема исследуемой территории, на которой выделены линеаменты.

Дистанционные материалы дали возможность по-новому интерпретировать геолого-тектоническое строение района Тупалангского водохранилища. Методом дешифрирования выделено сеть разломов различного порядка (от трещиноватости до разломов и линеаментов), которая объективно отражает разломно - трещинные структуры.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.75

Список литературы:

1. Динамическая геоморфология: Учебное пособие / Под ред. Г. С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. — М.: Изд-во МГУ, 1992. — 448 с
2. Динамическая геоморфология / Под ред. Ананьева Г.С. и др. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. — 447 с.
3. Есипова Е.С., Кобяков К.Н., Колбовский Е.Ю. и др. Методические подходы и рекомендации к зонированию малонарушенных лесныхтерриторий на юге Дальнего Востока России. М.: учебно-методическое пособие. Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. – 41 с.
4. Павлова А.Н**.** Геоинформационное моделирование речного бассейна по данным спутниковой съемки SRTM (на примере бассейна р. Терешки)// Известия Саратовского университета. 2009. Т. 9. Сер. Науки о Земле, вып. 1.С.43-44.
5. Руководство пользователя программным пакетом Arc GIS 9.0
6. Руководство пользователя программным продуктом Global Mapper 13.0
7. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. Л.:Изд.во Ленинг.Ун-та 1965 г.
8. Симонов Ю.Г. Морфометрический анализ рельефа. — М. — Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. — 272 с.
9. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. — 232 с.
10. O'Callaghan J.F. and Mark D.A. (1984) The Extraction of the Drainage Networks from Digital Elevation Data. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 28, 323-344. http://dx.doi.org/10.1016/S0734-189X(84)80011-0
11. Клочко А.А., Панина Л.В. Отчет по теме: «Структурно-геоморфологический анализ района Юго-Западного Гиссара с целью уточнения глубинного строения и построения тектонической модели блока» (Договор № UZ-09-8009) за 2009 г. (Кашкад.обл.). - Т.: Госгеолфонд, 2009.