

**ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
В ИССЛЕДОВАНИИ
МЕГАКОНУСНЫХ ФОРМ
РЕЛЬЕФА В ЦЕНТРАЛЬНОМ
КАЗАХСТАНЕ**

Ишанкулов М.Ш., Рахимжанов Б.К.

*Евразийский национальный
университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан
ishankulov@mail.ru,
rahimzhanovberik@mail.ru*

Изучение территории на региональных на основе данных ДЗЗ стало возможным в Казахстане только в последнее время, в связи с возрастанием разнообразия типов космической съёмки и большей доступностью снимков высокого разрешения. Немаловажно также, что примеры исследования форм рельефа на огромных территориях, таких как выявление мегаконусных форм с использованием методов ДЗЗ весьма ограничены в мире и каждый из них представляет большую ценность.

Обнаруженный нами конусообразная форма рельефа на территории географического провинции Сарыарка на территории Казахстана изучается нами на основе данных космических съёмок в виду его гигантских размеров.

Данные дистанционного зондирования Земли оказались очень полезны в выявлении границ мегаконусной формы рельефа в Центральном Казахстане и позволяют сделать общие описания объекта.

Крупномасштабные топографические карты не давали возможности а те тематические карты, которыми мы располагали (геоморфологическая карта, геологическая карта) указывали на повсеместное присутствие аллювиального-пролювиального материала на обширных про-

странствах мелкоспочника. Карты четвертичных отложений ничем не восполняли пробелы, однако комбинированное использование данных Aster DEM и Landsat, дающим обзорность (широкую полосу обзора).

На этапе начального изучения объект имеет черты поверхности, присущие флювиальным образованиям, однако активные флювиальные события на данной территории происходили в ранне четвертичном периоде и мы полагаем, что данное образование могло формироваться в период плейстоцена.

Материалы и методы

Для изучения исследуемой территории нами были использованы сцены покрытия съёмок Landsat TM на территорию Казахстана, снимки подбирались летнего сезона, с максимально низкой облачностью.

Далее были использованы данные Aster Dem (30 m) покрытие радиолокационных съёмок на исследуемую территорию.

Также, мы пользовались сервисами Google Earth, Kosmosnimki.ru, а также гиперспектральные снимки Aqua Modis.

Для выполнения работы необходимо было выполнить:

1. Создание мозаики односезонных изображений Landsat TM максимально удовлетворяющего задачам визуального изучения поверхности;
2. Импорт изображений в формат программ обработки данных ДЗЗ (ERDAS Imagine 9.3) и трансформирование в форматы .sid для работы с мозаикой в Arc GIS и в формат .img для обработки в Erdas Imagine;
3. Создание цифровой модели рельефа на основе данных Aster Dem (30 м);

4. Экспорт полученных карт в ГИС, создание векторных тематических слоев, применение инструментов анализа ARC GIS.

Описание внутренней его структуры выполнено на основе слоев горизонталей высот, полученных в результате экстракции контуров рельефа из радарных снимков Aster Dem на модуле Spatial Analyst-ARC GIS.

Автоматизированной классификации снимков для выделения маски увлажненности выполнялся на основе инструмента Unsupervised Classification -ERDAS Imagine.

Трехмерные модели рельефа создавались с использованием программного продукта Global Mapper 10.

Рельеф как индикатор новейших, и в особенности современных тектонических движений имеет, в большинстве случаев, большую наглядность, чем тектоническая структура. Вопросы значения тектоники и климата в формировании конусных форм рельефа были исследованы ранее Hooke (1967) и Wasson (1977b) Beaty (1963, 1970) Bull (1964) [8]. По результатам исследования этих авторов конусные формы рельефа формируются как в результате климатических факторов как смыв и селевые выносы породы, так и в результате тектонических поднятий и разрушения. В большинстве случаев эти факторы дополняют друг-друга. В случае с изучаемым нами объектом основными факторами по нашему мнению явились климатические факторы связанные с трансгрессией северного ледовитого океана и в проявлении флювиальных потоков в четвертичный период.

Чувствительным к экзогенным процессам горных пород на данной территории обусловлен тем что регион расположен в семиаридной зональности, большая амплитуда температуры и увлажнения в течении года обуславливает

разрушаемость горных пород и относительно интенсивный смыв в весенний сезон обеспечивает достаточное количество энергии для флювиального смыва. Процессы аллювиального выноса горных пород занимают длительные геологические периоды тем самым формируя области отложения на огромных территориях. Любые ослабленные зоны, например зоны повышенной трещиноватости, подвергаются эрозии в первую очередь, на них укрепляется гидросеть, и они обнаруживают себя в рельефе в виде эрозионных ложбин разной масштабности. Развитие площадных структур часто сопровождается изменением региональных уклонов местности и соответственно перестройкой плана гидросети, перехватом и отмиранием одних долин и развитием других. Итогом эволюции эрозионной сети того или иного региона является характерный рисунок расчлененности его рельефа. Рисунок расчлененности наиболее легко выявляется на космических снимках; классификация рисунков эрозионной сети и обособление участков местности соответственно этой классификации являются простым, но очень наглядным и надежным методом неотектонического районирования.

Исследования флювиальных конусных форм рельефа представляют интерес для геоморфология, геология, география, седиментология, почвоведение и экология. Мегаконусы сформированные на засушливых и полузасушливых зонах представляют особый интерес для исследования, для понимания вопросов формирования и динамики экосистем в пределах подобных географических объектов.

Исследования конусов выноса в пределах наук о земле имеет значение в следующих направлениях:

-для понимания физико-географических процессов формирующих конусы выноса;

-для изучения палеоклиматических условий территории;

-для изучения вопросов формирования экосистем;

-для изучения вопросов природно-ресурсного потенциала территории;

-управление природными ресурсами (земельными, водными);

-изучение структур конусов для поиска полезных ископаемых.

Исследования по изучению аллювиальных конусов выноса мега размерности проводились ранее в районах Quebrada Tambores, Salar de Atacama и Coastal Cordillera северный регион Чили, в Британской Колумбии в Канаде, в бассейне Aborkoh в Иране, регион Sajo-Hernad

Венгрия, регион Andean Ranges- Аргентина, Wadi Al-Bih северная часть ОАЭ и Оман, регион Great Basin- Невада в США, Spartan piedmont в Греции а также в Австралии и в северных регионах Африки. Исследования в этих регионах получили живой интерес среди седиментологов, геологов и палеонтологов в зарубежных странах [13].

Нами исследуемый регион расположен в центральной части Евразии и имеет глубокое континентальное расположение. Рассматриваемый объект расположен в северо-восточной части Казахстана, в советской науке этот регион назывался Казахский мелкосопочник или же более традиционное название Сарыарка. На рис. 1. иллюстрирован регион обнаружения конуса выноса занимающая огромную площадь в центральном регионе Казахстана.

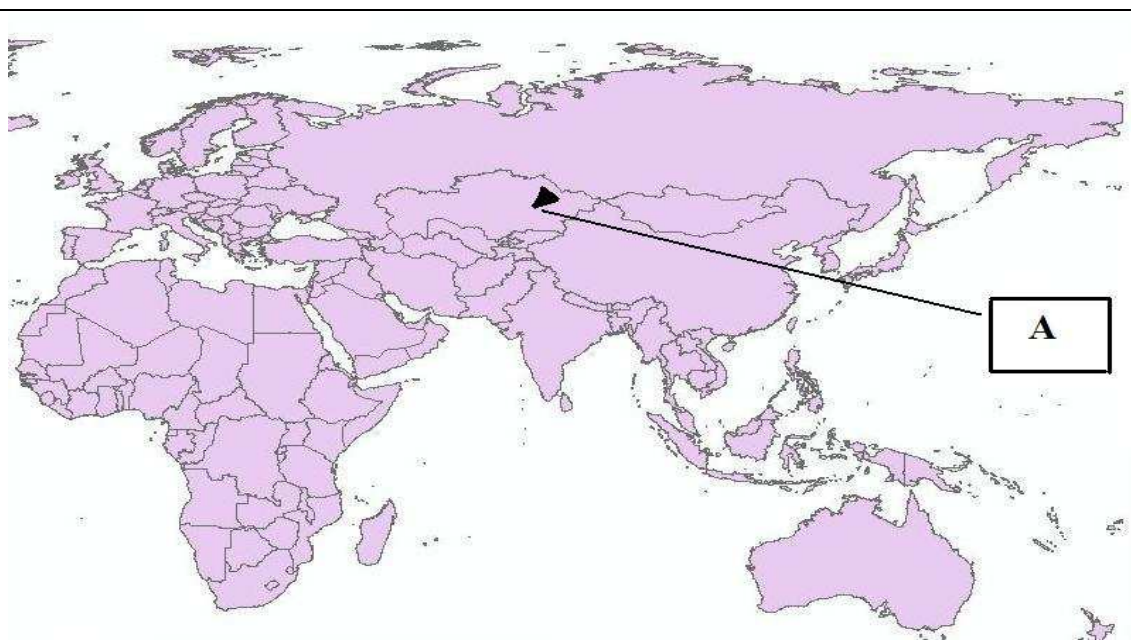
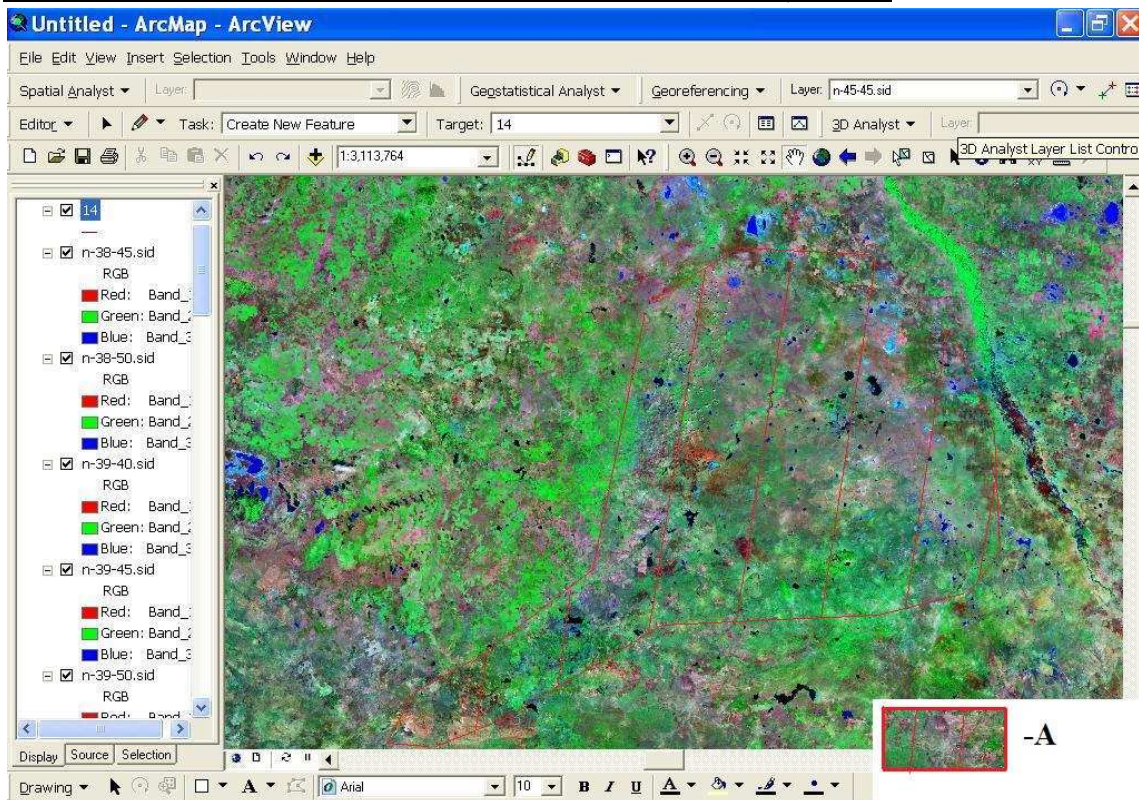


Рис 1. Расположение конуса на территории Казахстана

Визуальное изучение объекта дает нам возможность очертить черты границы исследуемого нами конусного образования (см.рис. 2).



A- площадь аллювиального мегаконуса выноса на территории Казахстана.

Рис 2. Космический снимок территории Казахстана со спутника Landsat TM, пространственное разрешение 30 метров на пиксель. Режимы съемок RGB,NIR. [4]

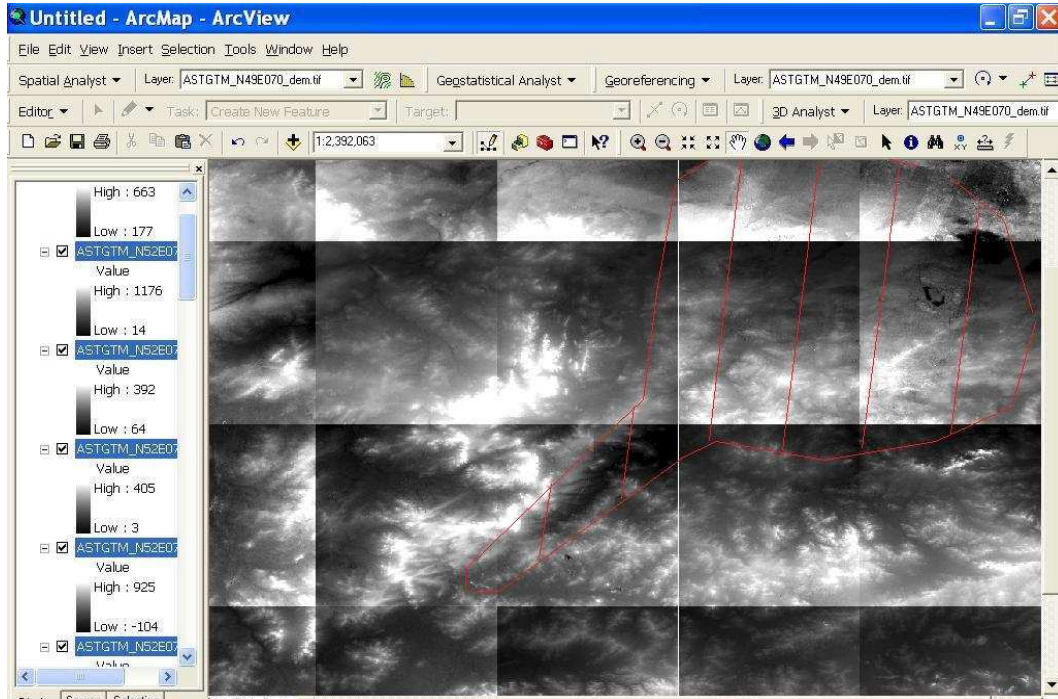
Снимок представляет из себя мозаику из покрытий на данную территорию выполненных в течении одного вегетационного сезона.

Для выделения границ и получения высотных гипсометрических значений в данном случае использовано покрытие гранулами радиолокационных съемок – ASTER. Пространственное разрешение съемок 30 метров на один пиксель при сечении рельефа по высоте один метр. На рис 3. выделена граница исследуемого мегаконуса выноса, высотные значения снимка выражены градацией цвета от

темных до светлых участков снимка. Высота рельефа территории казахского мелкосопочника варьируется в пределах 120-450 метров над уровнем моря.

Мы использовали радарные покрытия для уточнения границ и подтверждения форм конуса на основе высотных значений рельефа.

Далее для визуализации и выделения линии стока получена трехмерная модель интересующей нас территории. На рис. 4. выделена линия стока, также общий вид исследуемого объекта в виде трехмерной модели рельефа.



- Аллювиальный конус выноса на территории Казахстана

Рис 3. Покрытие радарных съемок системы Aster, линией черного цвета выделен район обнаруженного аллювиального конуса выноса. [3,2]

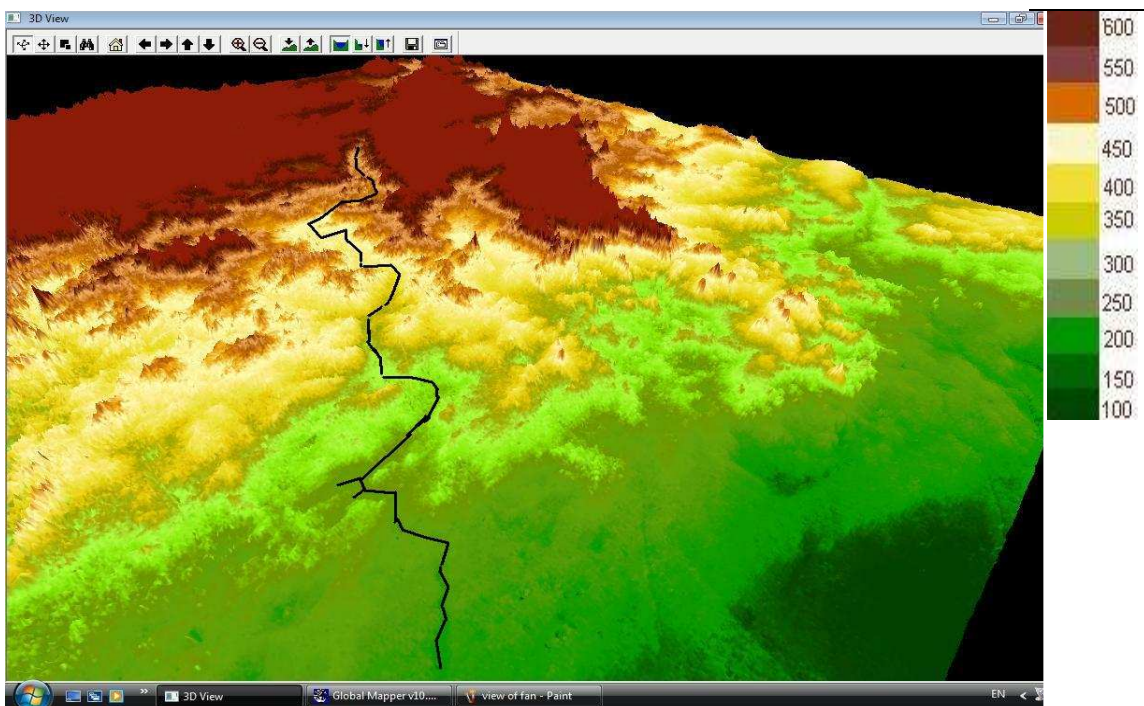


Рис 4. Трехмерная модель восточной лопасти мегаконуса, взгляд от долины реки Иртыш в направлении к вершине

На основе трехмерной модели рельефа мы выделяем структуру мегаконуса и ее морфометрические составляющие. При рассмотрении структуры конусов выноса принято разделять области формирования, водосбора и выноса аллювиального отложения. Характерной осо-

бенностью рассматриваемого нами объекта является огромная площадь занимаемая данным конусом.

Площадь составляющих объекта и общий вид каждого из сегментов конуса показано на рис. 4.

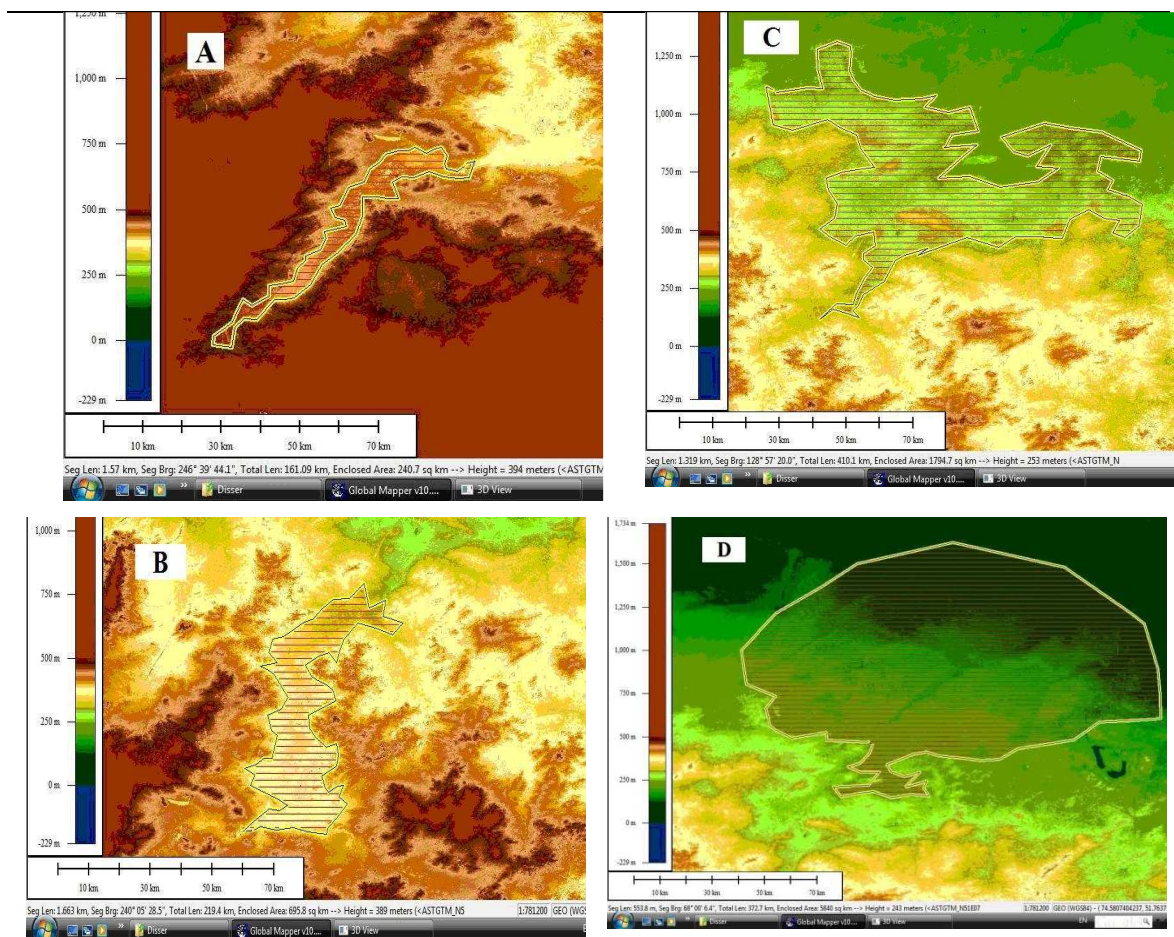


Рис. 5. Морфометрические составляющие конуса выноса

Общая площадь конуса составляет 8571,2 кв.км, из них А-область формирования конуса выноса 240 км², В-область деятельности конуса выноса 695 км², С-область равновесия конуса выноса 1797 км², D- область устойчивости конуса выноса 5840 км².

Исследователи конусов выноса заключают что конуса выносов Lustig (1965), имеют различные тенденции к равновесию в зависимости

от климатических условий, немаловажную роль играет тектонический фактор. Отличительной чертой конусов является характерная расширяющаяся площадь от начала линии смыва.

Соотношения высотно-площадного распределения выноса имеет градуированный вид с уклоном склона на 60° по направлению к области выноса.

Для выявления получения маски речного бассейна объекта мы использовали инструмент Basin extractor/ Hydrology/Tool box/Arc INFO 9.3. (см рис 6).

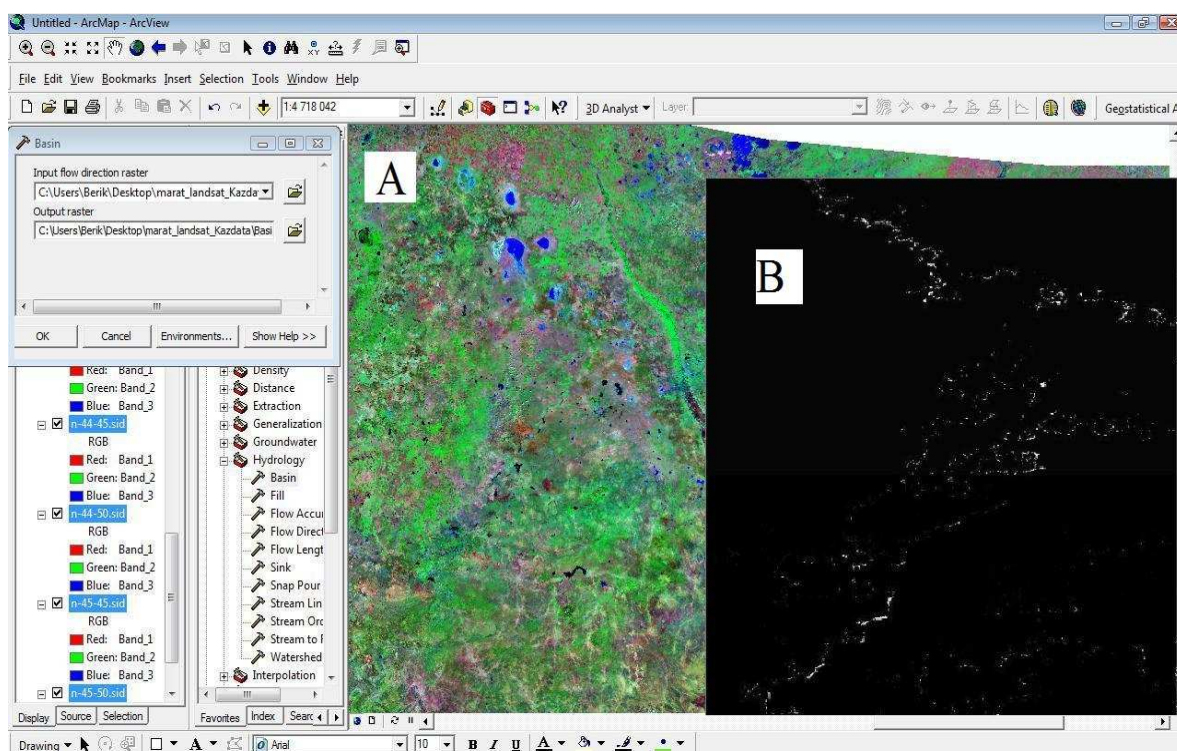


Рис 6. Маска бассейна речной сети в пределах исследуемого объекта.

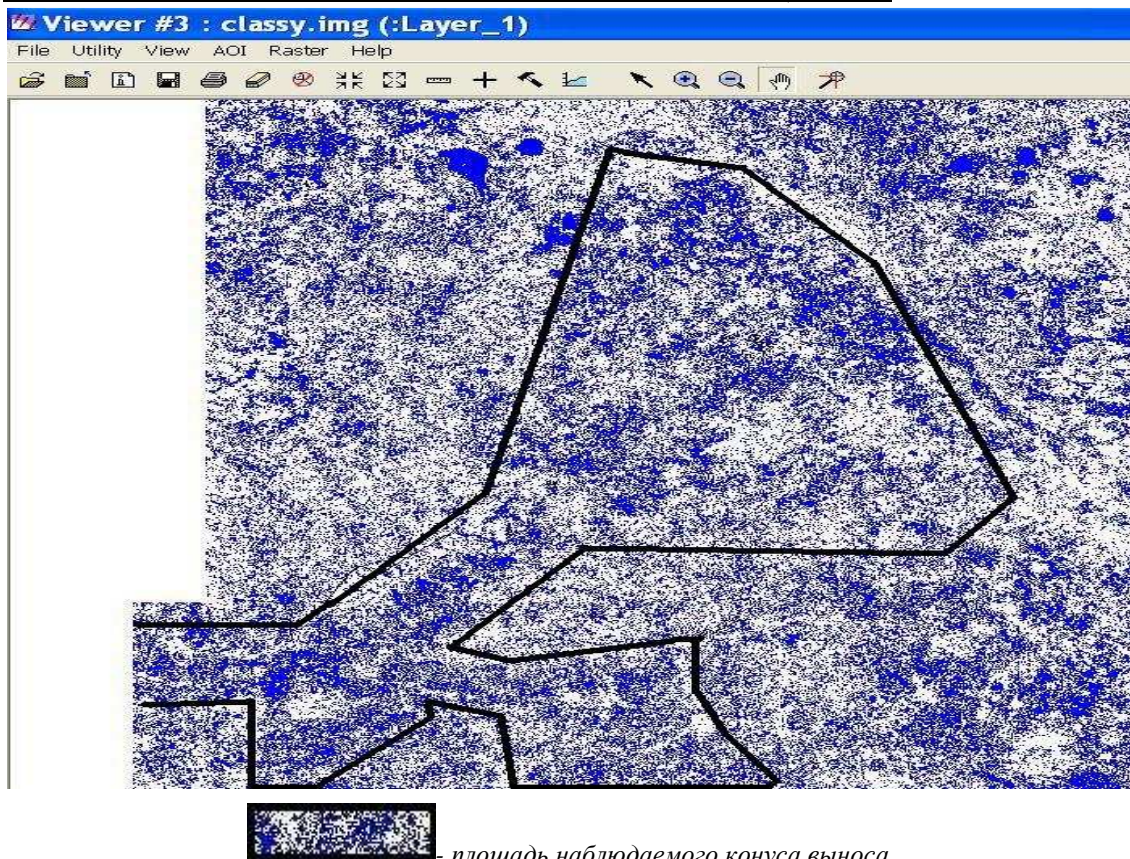
A- отображение рассматриваемого нами конуса на Landsat,

B- полученная маска бассейна на основе SRTM (90)

Далее мы применяем методы автоматизированной классификации снимка на интересующую нас территорию. Классификация производится на программном комплексе ERDAS Imagine 9.3, алгоритм -Isodata.

На рис. 7. приведен пример применения алгоритма неконтролируемой классификации мультиспектрального снимка на 12 классов, так как для выполнения контролируемой классификации по эталонам требуются опорные точки распознавания сбор которых производится полевыми методами исследования.

Расширение потока сопровождается уменьшением его глубины и снижением скорости по уклону, влекущего за собой уменьшение его транспортирующей способности, что вызывает выпадение осадков. При этом масса отложений концентрируется вдоль линии основного направления падения потока – по его оси. В боковых направлениях по мере снижения расходов мощность отложений соответственно снижается и возникают боковые уклоны. На рис 7. представлена восточная лопасть мегаконуса с выделенной линией потока и боковыми отложениями.



площадь наблюдаемого конуса выноса.

Рис 7. Пример применения алгоритма неконтролируемой классификации ISODATA, на основе покрытия Landsat TM, выделено 12 классов пикселей из которых выделен слой гидрографии на интересующую территорию

Благодаря изложенным обстоятельствам конус выноса можно рассматривать, во-первых, как один из видов *наклонных образований*, в котором формируется выпуклый поперечный профиль, а его поверхность дифференцируется на ось и скаты; во-вторых, как объект, в котором наряду с вертикальной осуществляется и *боковая миграция вещества*.

Причины, приводящие к формированию уклонов, лежат и в основе другого свойства конуса выноса – *радиальности*.

Благодаря названным свойствам, содержание поступающих на конус выноса влаги, минеральных и органических веществ изменяется по направлению стока *монотонно*. Наклонному характеру конусов выноса и их конечно стоко-

вому положению обязаны процессы *направленного изменения поверхности* за счёт сноса (в верхней части природного образования) и погребения отложений (в его нижней части). В случаях образования мегаконусных структур на равнинных территориях, тело конуса зачастую остается погребенной под почвенным покровом и гидрографической сетью более позднего времени.

Признание непрерывного направленного характера территориальных изменений свойств стока в конусах выноса предполагает:

- выравнивание поверхности конуса выноса со временем;
- отношение к этим объектам как концентраторам вещества, а в случае их захоронения

свидетельствующим и о реликтовых обстановка;

- ограниченность интерполяции данных, полученных при изучении одних частей конусов выноса на другие, сопряжённые с ними по стоку или, если абстрагироваться ещё шире, необходимость соблюдать осторожность в применении метода аналогий;
- соединение в одном природном объекте таких противоположных тенденций как снос вещества в верхних частях конуса и его накопление – в нижних;
- отсутствие вещественных элювиальных эталонов ландшафта *in situ* в теле конуса, вследствие непрерывного сноса или погребения вещества в пределах объекта;

Вопросы исследования мегаконусов имеет огромное практическое значения для региональных проблем изучения экосистем, изучение конусов выноса с точки зрения коллекторов влаги в аридных и семиаридных условиях, что наиболее актуально для территории Казахстана.

Изучение мегаконуса Сарыарка имеет практическое значение в вопросах освоения водных ресурсов северных рек.

Кроме этого мегаконус представляет собой огромный интерес для фундаментальных вопросов географии, экологии, геоэкологии.

Авторы очень заинтересованы в обмене мнениями и обсуждении и рекомендациях по методике исследования, а также в использовании данных дистанционного зондирования Земли и полевых исследовательских работ.

Список литературы

1. HTTP: GLOVIS.NASA.COM/visualization.landsat/tm.090708104523.
2. http://asterweb.jpl.nasa.gov/content/03_data/01_Data_Products/release_DEM_relative.htm

3. Южанинов В.С. Картография с основами топографии.- М.: «Высшая школа», 2005.- 301 с.

4. Лурье И.К., Косиков А.Г., Ушакова Л.А., Карпович Л.Л., Любимцев М.Ю., Тутубалина О.В. Компьютерный практикум по цифровой обработке изображений и созданию ГИС.- М.: «Научный мир», 2004.-142 с.

5. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений.- М.: «Научный мир», 2003.-267 с.

7. ERDAS -Field Guide, 5nd ED. ERDAS INC., Atlanta, Georgia, 1999, 672 p.

8. Alluvial Fans *A Field Approach* Edited by Andrzej H.rachocki Institute of Geography, University of Gdansk and Michael Church Department of Geography, University of British Columbia JOHN WILEY & SONS 385 p.

9. Alluvial Fans: Geomorphology, Sedimentology, Dynamics edited by A.M.HARVEY *University of Liverpool, UK*, A.E MATHER *University of Plymouth, UK* and M.Stokes *University of Plymouth*, Published by The Geological Society London, 2005, 217 p.

10. Alluvial Fans An attempt at an empirical approach Andrzej Rachocki Institute of Geography University of Gdansk, JOHN WILEY & SONS, 159 p.

11. Zani, H. (2008). Mudanças morfológicas na evolução do megaleque do Taquari: uma análise com base em dados orbitais. Universidade estadual paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro. Orientador: Prof.Dr. Mario Luis Assine. 2008.

12. Horton B.K. and deCellas, P.G. (2001). Modern and ancient fluvial megafans. I. The foreland basin system of the Central Andes, southern Bolivia: implications for drainage network evolution in fold-thrust belts, *Basin research*, 13, 43-63.

SEUNG BUM KIM

Department of Oceanography, College of Natural Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

13. Alluvial fans and natural distinction from rivers based on morphology hydraulic processes, sedimentary processes, and facies assemblages / *Terence C. Blair and John G. McPherson.*
