

Аубекеров Б.Ж., Сала Р., Нигматова С.А., Деом Ж.-М., *Геоморфология, геология, климат и гидрология Отрарского оазиса* // География Казахстана: содержание, проблемы, перспективы. Материалы международной научно-практической конференции KazNU 20-22 апреля 2006. Almaty: "Kazakh Universiteti", 2006, С. 18-29.

**Ренато Сала, Болат Аубекеров, Жан-марк Деом**

*Лаборатория Геоархеологии, Центр Геолого-географических исследований, МОН РК*

## **ГЕОМОРФОЛОГИЯ, ГЕОЛОГИЯ, КЛИМАТ И ГИДРОЛОГИЯ ОТРАРСКОГО ОАЗИСА**

**ABSTRACT:** *"Geomorphology, geology, climate and hydrology of the Otrar oasis"*. This article is dedicated to the ecological features explaining the uniqueness of the Otrar oasis where converge 3 main geological systems: fluvial valleys (Syrdarya, Arys, Bogun rivers), mountains (Big Karatau at NE) and desert (Kyzylkum at SW). The climate, reconstructed during the last 2000 years, explain the formation of the modern phases of aridization and the historical stages of the oasis. The groundwater table supported the water level in the irrigation canals and controlled the repeated phases of salinization.

**KEYWORDS:** paleoenvironment, hydrogeology, irrigation devices, Middle Age, South Kazakhstan

**АННОТАЦИЯ:** *"Геоморфология, геология, климат и гидрология Отрарского оазиса"*. Статья посвящена экологическим характеристикам объясняющим уникальность Отрарского оазиса, которые определяются 3 главными системам речных долин - Сырдарья, Арысь, Богунь, а также расположением оазиса между горами Большого Каратау с северо-востока и пустыни Кызылкум с юго-запада. Дается реконструкция климата за последние 2000 лет и объясняется формирование современной фазы аридизации, на фоне которой протекает история оазиса. Уровень грунтовых вод способствовал поддержанию уровня вод в ирригационной системе и контролировал повторяющие фазы засоления.

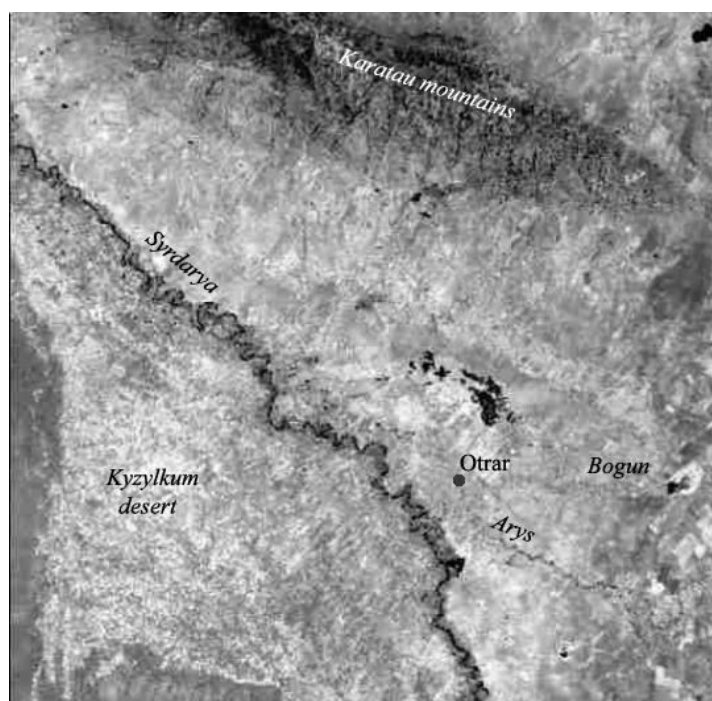
**НЕГІЗДЕМЕ:** «Отрар оазисінің геоморфологиясы, геологиясы, климаты және гидрогеологиясы». Сырдария, Арыс, Бөген - 3 негізгі өзен аңғарлары жүйесімен және солтүстік-шығыста Үлкен Каратау жотасы ал оңтүстік-батыста Қызылқұм шөлі арасында оазистың орналасуымен анықталады. Соңғы 100 жыл ішіндегі күн-райының өзгеруі беріледі және аясында оазис тарихы өтетін бүгінгі фазаның аридизациясы анықталады. Ыза суларының деңгейі ирригация жүйесіндегі сулардың деңгейін ұстап тұруға эсер етіп және қайталанатын тұздану фазаларын бақылап тұрған».

Понимание 2000 летней истории оазиса Отрар, с начала нашей эры до настоящего времени, требует нормального анализа возможностей использования водных ресурсов, предлагаемого для данной территории вместе с реконструкцией последовательности создания ирригационных систем. Это означает, что прежде всего необходим анализ основных компонентов природной среды области (региона), которые включают: геоморфологическое строение, геологию, климат, гидрологию и гидрогеологию. Это позволит определить пути древних каналов. Особенности неотектонического развития во многом определяют естественное направление русел рек и количество накопленных отложений; анализ климата позволяет рассчитать количество осадков и баланс ледников в горных регионах, водность рек, количество эоловых отложений; гидрология дает информацию о режиме поверхностных вод; гидрогеология – позволяет анализировать положение уровня грунтовых вод, существенно влияющих на водность каналов.

Реконструкция исторического развития оазиса и существующих экологических условий показывает циклы, хорошо коррелированные с 2<sup>м</sup> главными стадиями расширения и 2<sup>м</sup> стадиями сокращения экономичного городского и культурного развития оазиса.

## 1 - Геоморфология и геология

Оазис Отрар расположенный в 68°14' / 42°47', охватывает область 20x30 км, в пределах этой области выделяются 3 главных геолого=географических системы: *речные долины рек Сыр-Дарья, Арысь и Бугунь* (в зоне слияния которых расположен оазис), *на севере расположены горы Большого Каратау*, а на юге и западе *простирается пустыня Кызылкум*.



**Рис. 1-** Три главных геологических системы, окружающие Отрарский оазис: горная цепь Большого Каратау; пустыня Кызылкум; речная система рек Сыр-Дарья, Арысь, Бугунь.

- **Горы Каратау** сформированные на неотектоническом этапе вытянуты в север-запад направлении, сложены кембрийскими и другими палеозойскими породами, главным образом карбонатными. Каратауские горы асимметричны и имеют максимальную отметку 2100 м ; с крутыми северными и пологими южными склонами; короткими, узкими крутопадающими долинами северо-восточной ориентировки и сравнительно пологими долинами длиной 20-30 км южной ориентировки. Долины заканчиваются пролювиальными конусами выноса на предгорной равнине и имеют 3 уровня, ширина конусов выноса достигает 15 км шириной.

Поднятые в неотектоническом этапе горы Каратау вовлекли в поднятие горизонтально лежащие морские и континентальные мезозой-кайнозойские отложения с амплитудой поднятия до нескольких сотен метров (500-800 м), что предопределило формирование артезианского бассейна (см. часть 4).

- Пески **пустыни Кызылкум** - охватывают огромную территорию, включающую междуречье Сыр-Дарьи и Аму-Дарьи и побережье Аральского моря. Песчаные массивы сформированы эоловыми процессами и состоят из системы гряд субмеридионального направления, и бугристых песков, имеющих в среднем высоту 5 - 15 м.

- **Речная система** располагается параллельно горам Каратау (Рис. 4.2), и при слиянии рек Сыр-Дарья, Арысь и Бугунь, создали благоприятные условия для

формирования большого оазиса, этому же способствовали многочисленные небольшие речные долины с эфемерными водоемами.

Особенностью геоморфологического строения является широкие поймы с характерным микрорельефом поймы и широкими меандрами и староречьями и имеют уклон русла на северо-восток 0.25м на 1км.

Ширина разливов реки Арысь составляет 0.5 км. При слиянии с рекой Сыр-Дарья образует большую дельту размеров 20x30 км, которая составляет главную часть оазиса Отрар. Уклон русел на этом участке составляет в среднем 0.35м на 1км. Река Богунь намного меньше по размерам и ее разливы не превышают ширину 250 м.

- В геологическом строении территории *оазиса Отрар принимают участие* четвертичные пролювиальные отложения вдоль гор Каратау (ранне-средний- поздний плейстоцен); из песков Кызылкум (голоцен); и речной системы состоящей из долин рек Сыр-Дарья, Арысь и Богунь, имеющих 2 напойменные террасы (средний-поздний плейстоцен) и пойму (голоцен), дельты рек Аягуз и Богунь (голоцен), а также континентальной дельты реки Сыр-Дарья на левобережье (поздний плейстоцен - голоцен) в настоящее время она сухая.

Средняя скорость накопления осадков в районе дельты Арысь составляет 1-1.5 м за 1000 лет. При этом на положительных формах рельефа скорость накопления равна 0, а в депрессиях увеличивалась в 2-3 раза. Осадочный процесс контролировался мезо (> 100м шириной) и микро формами (<100 м) трех типов:

- положительные формы, аллювиального генезиса (со скоростью накопления 10-15 см/год)
- лопасти дельты Арысь и оросительные каналы;
- депрессии (1-3 м) между положительными формами, часто соответствующие старым руслам реки Сыр-Дарья и Арысь, в которых сохраняются до сих пор старичные озера, а сухие днища долин становятся орошаемыми полями;
- техногенные накопление строительного материала (тобе), достигающие ширины 350x350 м и имеющие высоту до 20 м (Отрар тобе, Оксус тобе и др.).

## **2 – климат и окружающая среда**

- Климатические показатели для Отрарского региона использованы за период с 1891 до 1995 годы, полученные метеорологической станцией Туркестана, расположенной на той же самой широте и высоте, что и Отрар, но в 40 км на северо-запад. Для периода с 1918-по 1924 год данные отсутствуют.

*Современный климат* оазиса Отрар классифицируется как сухой (полузасушливый) континентальный.

- Средняя годовая *температура* 12.6° по Цельсию (январь -25, июль + 29.2°). Индекс континентальности 35, индекс diurnality составляет в среднем 12).
- Средние значения годового количества *осадков*, по данным за период 1969 – 1994 гг. – составляет 202.8 мм (апрель - 29.9, август -1.5).
- Самый ранний период *наступление заморозков* падает на октябре, последний в марте-апреле.
- Самое раннее *выпадение снега* отмечено в конце ноября, последний в конце февраля. Водный эквивалент покрытия снега составляет в среднем 70 мм.
- *Инсоляция* составляет в среднем 2950 часов/год (январь 68, июль 399) эквивалент 17.1 MJ/m<sup>2</sup>/ день, Максимальная облачность характерна для февраля и марта и минимальная для июля.
- Полное потенциальное *суммарное испарение* в год составляет в среднем 730 мм, определяя индекс засухливости 3.6
- Ежегодная средняя скорость *ветров* имеет 3.1 м./секунду (январь -2.2, апрель-сентябрь -3.5-4.0), преобладающим является направлением С-Ю.

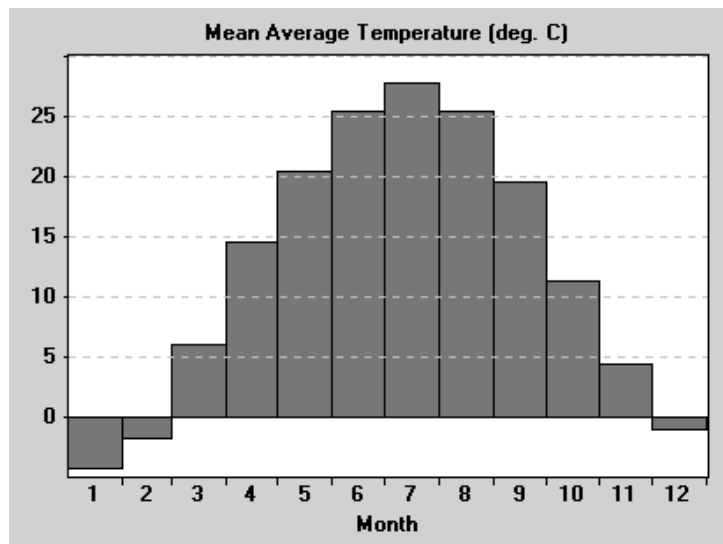


Рис. 2.1.1 – Средние месячные температуры для оазиса Отрар (Кларк 2004)

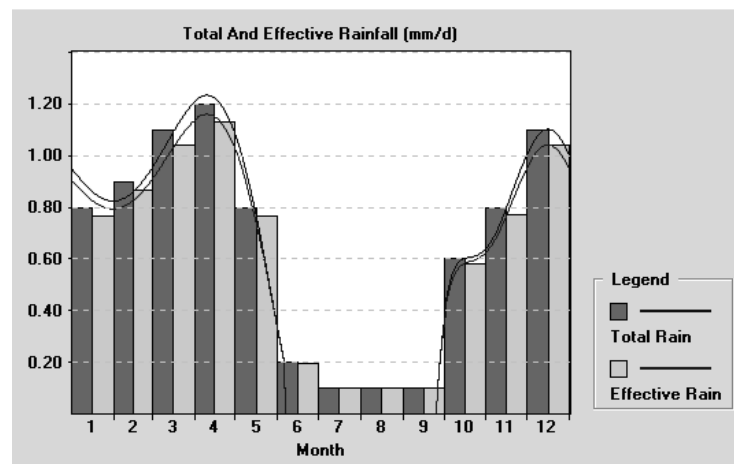
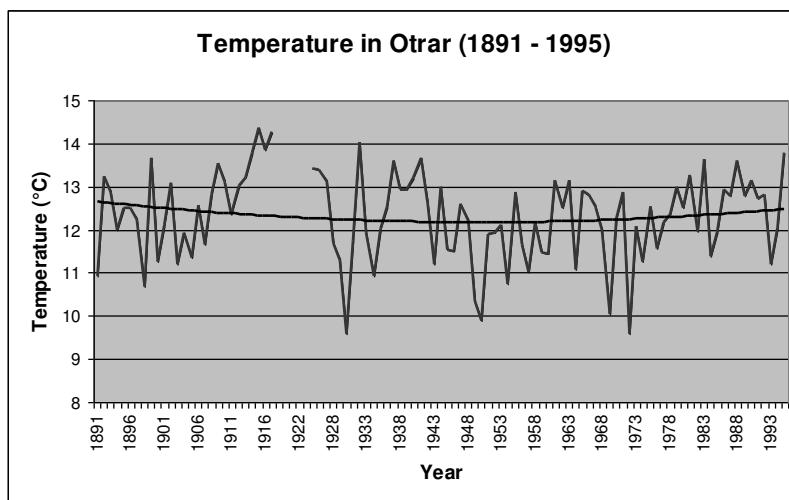


Рис. 2.1.2 – Средние ежемесячные осадки в оазисе Отрар (Кларк 2004)

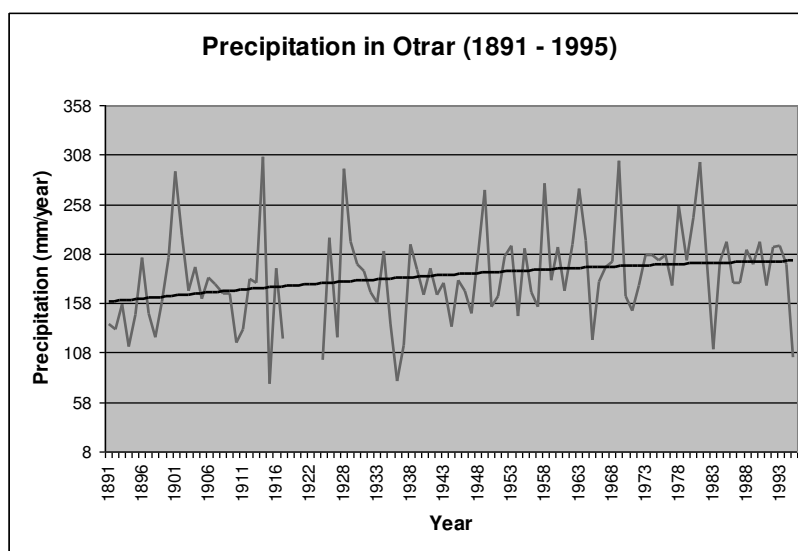
- В течение *последних 100 лет* климат стал более устойчивым. Средние ежегодные температуры не изменялись; средние значения годовых осадков увеличилась на 25 % от 150 до 202 мм/год, незначительно уменьшился индекс засушливости.

Температура и количество выпадающих осадков показывают цикличность 3-4, 10-12 и, самый важный 20-25 лет, вероятно связанный с циклами солнечной деятельности. Самые теплые годы были 1882 со среднегодовыми температурами 16.8° и 1884 с 16.0°. Наиболее холодный был 1885 с 8.9° и 1950 с 9.8°. Индекс континентальности колеблется между 40 и 30 с циклами 20 лет.

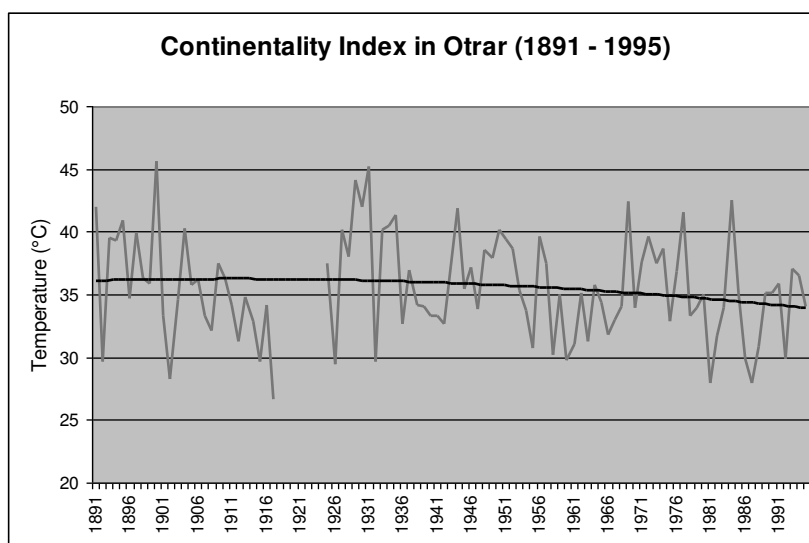
Наиболее влажными были следующие годы: 1901 (291.5мм/год), 1914 (305.1), 1928 (293.9), 1969 (302.1), 1981 (299.8). Наиболее сухими были годы 1884 (2.1мм/год!), 1890 (55), 1915 (76.3), 1925 (107), 1936 (78.5), 1983 (110.9), 1995 (103.4) (Рис. 2.2.1 и Рис. 2.2.2)



**Рис. 2.2.1** – Колебания среднегодовой температуры оценивалось по периоду 1891-1995. Неровная линия - температура; ровная линия-тенденции (тренд) (Sala, Meseth 2004)

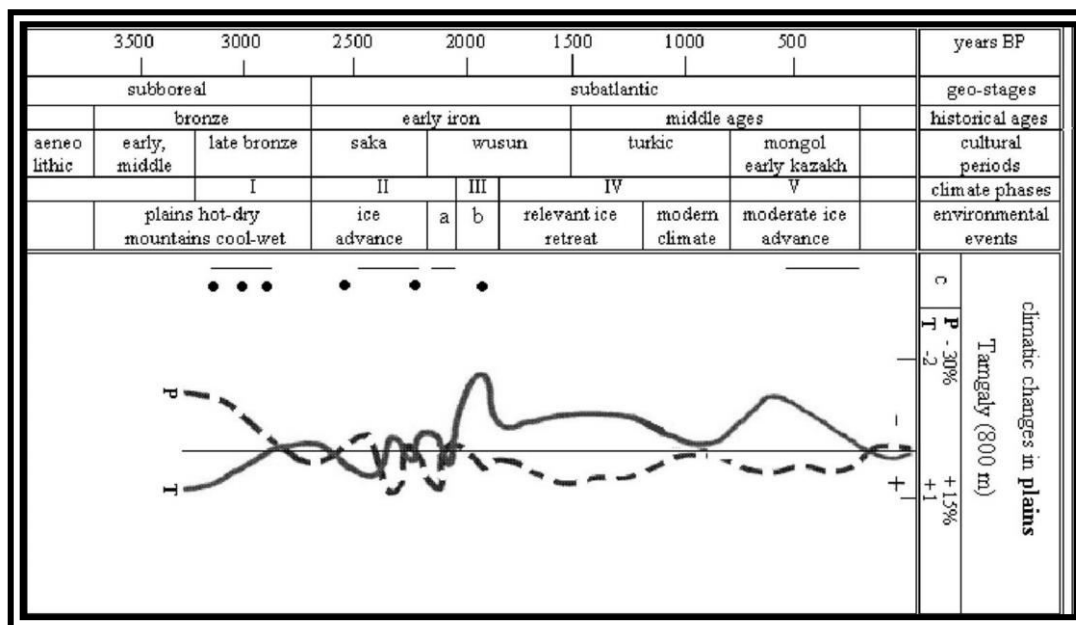


**Рис. 2.2.2** – Колебания среднегодовых осадков оценивают для периода 1891-1995. Неровная линия – количество выпадавших осадков; ровная линия -тренд (Sala, Meseth 2004)



**Рис. 2.2.3** - Колебания средних значений индекса континентальности за периода 1891-1995. Неровная линия-изменение индекса континентальности; ровная линия -тренд (Sala, Meseth 2004)

- Наиболее близко расположенный участок для которого существует мультитысячелетняя палеоклиматическая реконструкция расположен в полупустынях Семиречья (Тамгалы, на 1.2 (градуса) севернее по широте, 800 м абс. высоты, 1000-километров на восток). Это определяет другие условия в эпоху бронзового века и РЖВ как более холодные и более влажные чем в настоящее время. С этого времени от VIII века нашей эры существуют между IX-XIII вв. нашей эры и после XVII столетия два влажные и две сухие стадии хорошо сопоставимые с двумя историческими стадиям развития и 2 стадиями затухания развития человеческого общества в оазисе Отрар.



**Рис. 2.3** – Реконструкция колебаний усредненных показателей температуры и выпадения осадков в Семиречье в течение последних 3200 лет, основанный на палинологических исследованиях. Температура (Т) - пунктир; осадки (Р) - простая линия; (а) – пожары; (b) криогенные структуры; (с) - хронология и корреляция, обеспеченные ЭПР датами и датами  $^{14}\text{C}$  и археологическая корреляция (Аубекеров, Sala, Нугматова 2003)

- С физико-географической точки зрения *окружающая среда* Отрара классифицируется как часть Чардаринского пустынного района, располагаясь в юго-восточной части Пра-Сырдарьинского района Пра-Аральской области.

Почвы имеют 2 типа: на большей части это сероземы с солончаками и болотистые почвы в более увлажненных частях - озерной северной части оазиса.

Растительность относится к 3 зонам:

- по периферии речных долин: преобладает *Artemisia terrae albae*, *Salsola rigida*);
- на поймах: прибрежные травы и кустарники (*Climacoptera*, *Salsola*, *Petrosimonia*, *Atriplex*);
- вдоль русел рек: прибрежный лес (тугаи) с деревьями (*Elaeanus*, *Populus*) и кустарниками (*Halimodendron*, *Tamarix*)

Ландшафт имеет 2 типа: пустыни с более зелеными тугаями по речным долинам;

Животные региона принадлежат к кзылкумской фауне: gerboa, суслики, ежи, кролики, зайцы, лисы, шакалы, волки, хищные птицы, черепахи, змеи и многочисленные виды насекомых; по рекам и озерам мигрируют перелетные птицы; в водах встречаются несколько видов рыб.

### 3 - гидрология

Гидрологические особенности Отрарского региона определяются слиянием вод рек Сырдарья, Арысь и Богунь и формированием первого от поверхности горизонта грунтовой воды от фильтрации воды 3 рек и от грунтовых вод формирующихся в горах Каратау.

Реки Сырдарья, Арысь и Богунь имеют естественные максимумы паводковых вод в марте-апреле, за счет таяния снега и дождей и очень зависят от количества осадков и климатических стадий. Река Сырдарья имеет также второй паводок в конце июля за счет таяния льдов. Все реки несут большие количества ила.

#### **- Река Сырдарья**

Вместе с ее притоком Нарыном, протягивается на 3019 км и образует дельту при впадении в Аральское море. Величина бассейна реки оценивается по-разному от 219 000 до 462 000 квадратных километров.

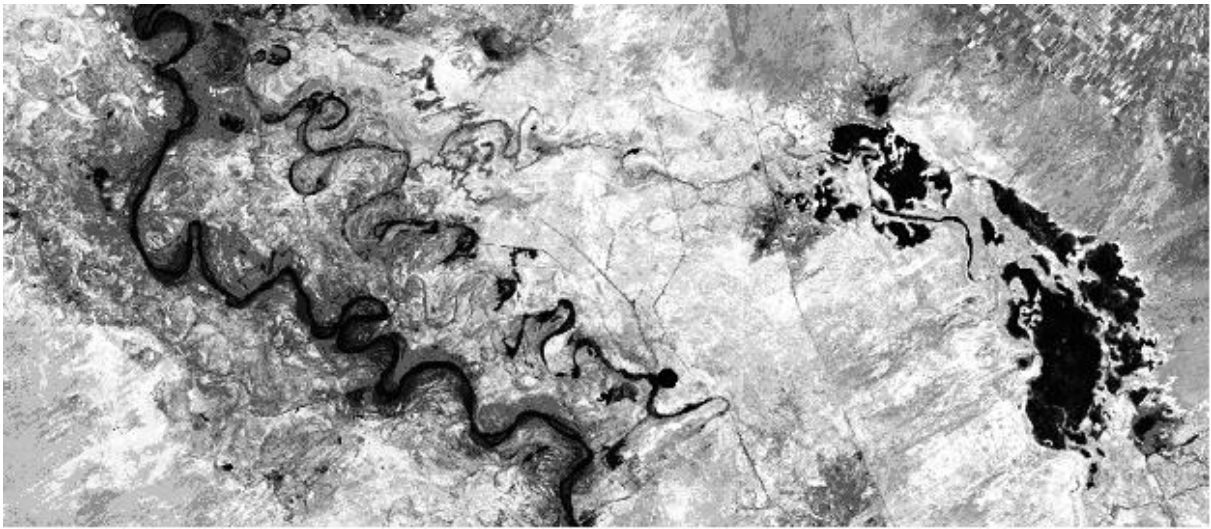
В нижнем течении долина имеет несколько притоков. Там долина проходит через восточные части пустыни Кызылкум, и характеризуется частыми наводнениями. Перед этой областью река Арысь представляет последний крупный приток, вокруг которого расположен Отрарский оазис. На этом участке река Сырдарья поворачивает на запад, контролируемая неотектоническими структурами, расположенными параллельно горам Каратау. Реки, которые текут по юго-западным склонам Каратау, не достигают Сырдарьи.

Теоретически, водный поток в конце долины Сыр-Дарьи составляет - 566 м<sup>3</sup>/сек. А в районе Казалинска (в 100 км от Аральского моря) - 446 м<sup>3</sup>/с, с 20 % потерей воды за счет транспирации, фильтрации и испарения. Перед оазисом Отрар долина имеет ширину 10 км, ширина русла 300-500 м, скорость течения 0.8-0.9 м/сек.

Максимальный паводок в результате выпадения дождей, таяния снега и льда формируется в апреле-мае и в конце июля; минимальные расходы воды отмечаются в сентябре-октябре. В связи со строительством в 1964 Чардаринского водохранилища сток зарегулирован. Ранее ежегодные сезонные паводки могли достигнуть амплитуды до 8-10 метров. Пиковые разливы в 1958г. показали что потоки воды достигали подножья Куйрюк тобе. В настоящее время сезонные паводки на Сырдарьи могут достигнуть +3-4 метров, достаточных для затопления аллювиальной равнины в немногих пунктах 3-4 км шириной на обоих берегах реки (то есть до деревни Когам).

История развития среднего течения р. Сыр-Дарьи определялась блужданием русла реки по аллювиальной равнине с тенденцией смещения русла на правобережье. Полноводность реки зависела от климатических колебаний, с которыми связаны количество льда в горных ледниках и от количества выпадающих дождей и снега в течении года. В прошедшие 4000 лет наблюдается тенденция к прогрессирующей аридизации и в этой связи уменьшение запасов льда в ледниках Тянь-Шаня, с особо заметным уменьшением в течении последних 1500 лет.

Современное положение долины реки Сыр-Дарья было сформировано в течение позднего неоплейстоцена и голоцена. Ширина долины изменялась в пределах от 30 и 60 км (этапам более влажного климата соответствовала большая ширина долины и более крупные меандры русла реки. В северной части оазиса Отрар (Майлытогай) хорошо сохранились староречья Сырдарьи длиной более 20 км, которые протягиваются параллельно современному руслу и находятся на расстоянии 4-5 км от него. Старые русла имеют плесы, которые подпитываются грунтовыми водами и весенними паводками.



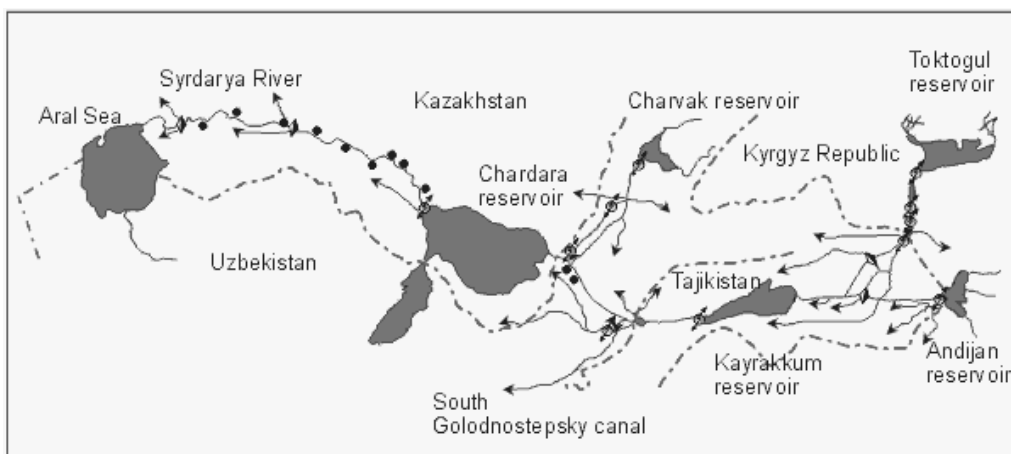
**Рис. 3.1** – Спутниковое изображение современного и древнего русла Сыр-Дарьи, речного и озерного пейзажа расположенного в 22 км к северу от впадения р. Арысь в районе Масликат тобе, древняя пойма показана черном цветом.

Большие изменения положения речной долины и зоны наводнений в паводки происходили на территории 80x150 км, отстоящей к западу от оазиса Отрар. Эта территория начинается от Зеленой деревни расположенной в 50 км к северу от Чардаринского водохранилища, где площадь заливаемой территории в паводок увеличивается от 15 до 80 км<sup>2</sup> и больше и уменьшается снова до обычного размера только в 150 км к северу в районе Маякум-Майлытогай, в 40 км к северу от впадения р. Арысь. На этой территории, в течение голоцена реки Сырдарья проходила юго-западнее и сформировала дельту, ограниченную неотектоническим разломом. Многочисленные русла идут на запад и теряются в пустыне Кызылкум, другие воссоединяются с основным руслом в области Маякум (Рис. 1).

В течение влажных эпох район Майлытогай и Маякум, а также некоторые участки старой дельты в пустыне Кызылкум имели хорошие возможности для развития поливного земледелия с простыми схемами ирригации. Руины ранних средневековых городов и деревень найдены во всех этих областях.

Сегодня полноводность реки Сырдарья уменьшена в связи с интенсивным развитием ирригационных систем (в 1970г. расход воды на 2,2 миллионов га составлял 40 км<sup>3</sup> в результате только 14 км<sup>3</sup> достигал Арала, при этом 23,7 км<sup>3</sup>/год (63 % вод) терялось. Сегодня река зарегулирована и на ней построены 5 больших водохранилищ, 3 из которых на реке Нарын (Кыргызстан) Токтогулское водохранилище с полной вместимостью 19.5 км<sup>3</sup> и эффективной вместимостью 14 км<sup>3</sup>, Каракумское водохранилище (Узбекистан) с полной вместимостью 4.03 км<sup>3</sup> и эффективной вместимостью 2.55 км<sup>3</sup>, Чардаринское водохранилище (Казахстан) с полной вместимостью 5.4 км<sup>3</sup> и эффективной вместимостью 4.4 км<sup>3</sup>.





**Рис.3.2** – Карта водных бассейнов на реке Сырдарья.

В Отрарском регионе на Сырдарье - многочисленные постоянно действующие насосные станции заменяют устаревшую ирригационную систему, основанную на каналах берущих воду из реки Арысь.

### - Река Арысь

Начинается в районе Турфанского горного перевала между горами Каратау и Тянь-Шань, и имеет протяженность около 400 км до впадения в реку Сырдарья в области оазиса Отрар. Ее долина пересекает 3 ландшафта: горный, равнинный и дельтовый. После выхода из гор она пересекает равнину до города Арысь, затем река течет субпараллельно горам Каратау. На этом участке ее ширина 0.5 км, высота террас 5-3 и 1 м, с руслом имеющим в среднем ширину 30-40 м, скорость течения воды 0.7м/сек. В пяти км к северу от города Шаульдер, в деревне Кызылту, современное русло поворачивает на запад и через 9 км достигает Сырдарьи.

Ее водный режим зависит от количества выпадающих осадков в виде снега и дождя. Чередование благоприятных и засушливых годов подчинено 3-4 и 10-12 летним циклам. В периода 1969-1994гг. средний расход воды составлял 23 м<sup>3</sup>/сек (март-апрель - 64.5, август - 6.34 м<sup>3</sup>/сек, в 8 раз меньше). В исключительно влажные годы расход воды достигает 80 м<sup>3</sup>/сек (март 1969г.); в сухие годы - 12.0 м<sup>3</sup>/сек (1983г.). В исключительно влажные месяцы расход воды может достигать 318 м<sup>3</sup>/сек (март 1969г.); в сухие месяцы только 1.46 (июль 1991 и 2004гг.). Расход изменяется в 10-30 раз; несоответствия в пределах 12-летнего цикла в 6-10 раз.

Эти данные указывают на очень непостоянный характер реки, что существенно влияет на активность формирования ее дельты, характер паводковых наводнений.

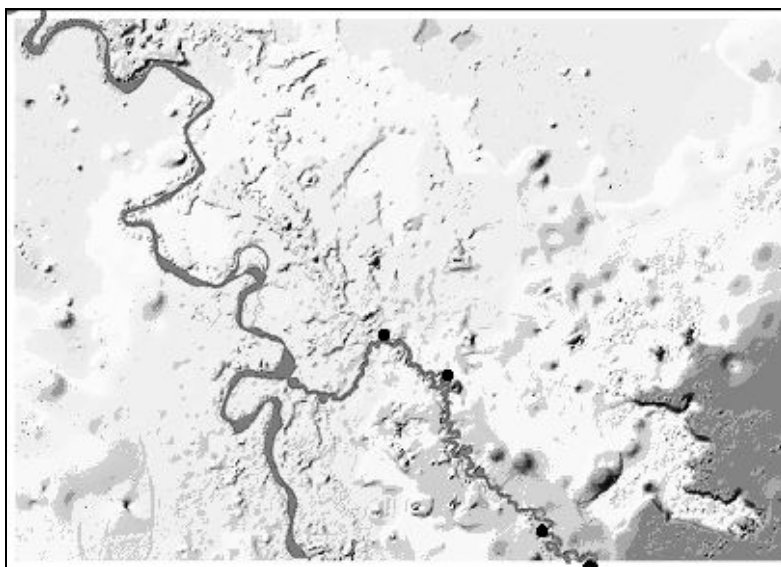
Водный режим Арыси в историческом плане обусловил не только меандрирование русла реки, но и изменение величины, положение и выдвижение ее дельты, которая последовательно продвигалась во влажные периоды на запад, а в сухие годы русло реки поворачивало на юг.

Геологические исследования показывают, что в течение прежних влажных периодов была сформирована обширная дельта, с падением русла 0.2-0.35 м/км, которая заканчивалась перед деревней Илх в 18 км вверх по течению от поселка Шаульдер. Тогда старая дельта распространялась к северу от поселка Кызылту до Майлытобе к северу, где сливалась с рекой Сыр-Дарьей. Восемь главных русел отходили от 3 главных точек.

В дельте наблюдается:

- 4 русла проходящие на запад и восток от главного русла, в 6-2 км до Илеха.
- 1 русло недалеко от поселка Шаульдер.

– 3 отходят от русла близ Кызылту: первый идет на север-запад к Алтын тобе и затем бифуркирует к Жалпак тобе и Мардан-Куюку; затем к Отрар тобе через депрессию к северу от старого города; третья, протекающая к югу от Отрара и затем проходящая на север до Отрабата, заканчивается в районе озерного пейзажа к северу от оазиса.



**Рис. 3.3** – Карта оазиса Отрар. Положительные формы соответствуют аллювиальным отложениям старой дельты р. Арысь. Зеленые цвета характерны для 3 главных пунктов раздвоения (Пачикин 2002)



**Рис. 3.4** – Река Арысь близ п. Кызылту с темными следами старых русел, идущих к Куйрюк тобе (1), Алтын тобе (2), Куюк и Мардан тобе (3), Отрар (4). Белый цвет пятен характерен для старых каналов, построенных в дельте (Фотография Сала 2002)

Палеоклиматическая реконструкция помогла индивидуализировать сухие и влажные стадии и обеспечить оценки изменений водных режимов и ширины дельты. Сокращение прежней дельты реки Арысь и уменьшение величины русла может быть объяснено двумя факторами: большой скоростью аккумуляции отложений а также началом засушливой стадии в начале XVIII столетия.

Сегодня река Арысь все еще обеспечивает (как всегда обеспечивала и прежде) наибольшее количество воды, используемой сельским хозяйством и ирригационной

системой оазиса. Расходы ее водных ресурсов теперь регулируется Богунским водохранилищем, хотя к Туркестанскому оазису проходит канал с расходом  $20\text{ м}^3/\text{сек}$ , использующий часть вод реки Арысь. Иригационная система современного оазиса Отрар с магистральным каналом, начинается от реки Арысь в 13 км вверх по течению от города Шаулдер. Кроме них вода из Арыси выкачивается многочисленными постоянно действующими или временно действующими насосами, расположенными по берегам Арыси (начало каналов расположено около Кызылту на повороте реки), это показывает что современная иригационная система не использует древнюю.

#### - Река Богунь

Начинается на востоке Каратау, и течет на юго-запад, протягиваясь на 200 км и заканчивается дельтой в районе озерного ландшафта к северо-востоку от оазиса Отрар. Ее нижнее течение проходит север-запад в 30-и км параллельно Арыси и расположено на 20 м выше последней. Ширина долины 250 м, имеет глубину вреза 8 м, ширина русла 10 м и глубиной 1.5-2 м, скорость 0.2 м/сек. и расход воды составляет 3-4  $\text{ м}^3/\text{сек}$ . Несмотря на ее относительно скромную величину, долина реки имеет очень живописный пейзаж. Река несет свои воды в озерную область к северу от оазиса Отрар в депрессию между дельтами Арыси и Богунь, по этому сегодня препятствуют технологические факторы, связанные с со строительством Богуньского водохранилища.

#### 4- Гидрогеология

Грунтовые воды оазиса Отрар формируются из различных источников: с севера и северо-востока (бассейны рек гор Большого Каратау); с юга и юго-востока и запада (за счет фильтрации поверхностных вод из рек Арысь, Богунь и реки Сырдарьи).

В горах Каратау *грунтовые воды* формируют 2 главных водоносных слоя:

- первый от поверхности слой грунтовой воды глубиной 6-10 м, залегающий в суглинках, сформированных в течение четвертичного периода. Это очень изменчивый слой зависит от климата. Сегодня на его уровень влияют также техногенные устройства - дамбы и каналы.
- глубоко залегающий слой меловых напорных грунтовых вод, который в районе Отрарского оазиса залегает на глубинах 350-400 м.

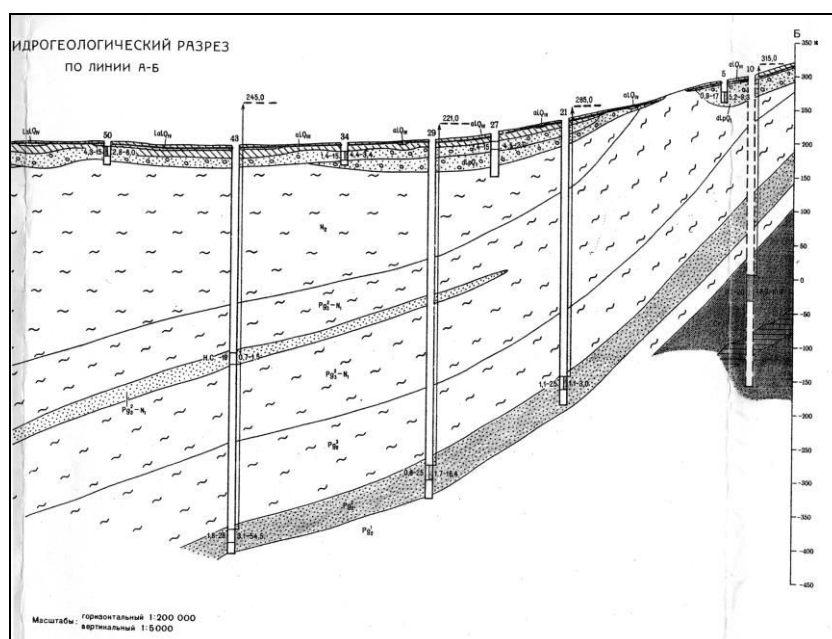
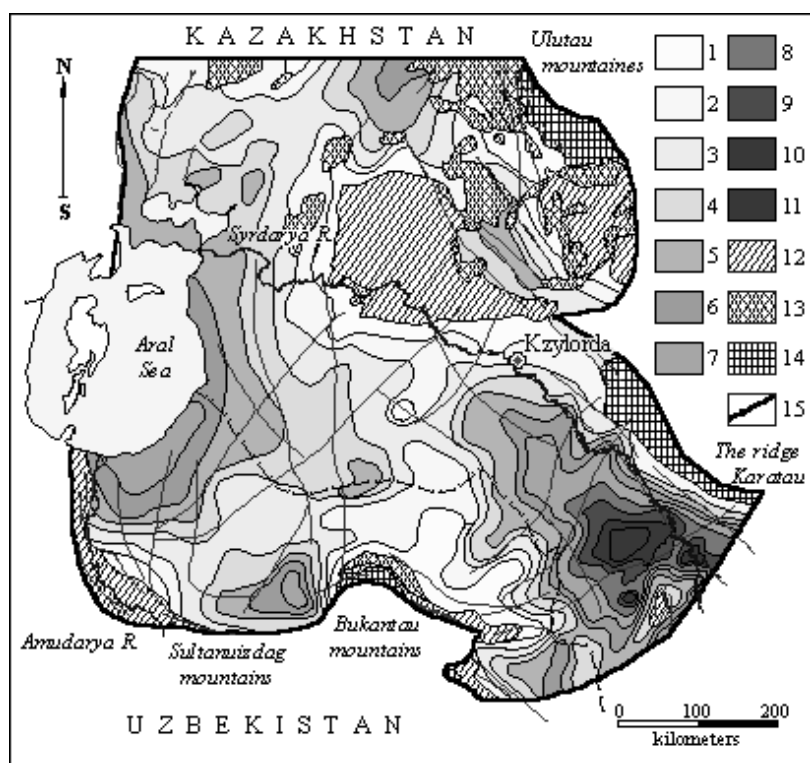


Рис. 4.1 –Гидрогеологический профиль артезианского бассейна Каратау



**Рис. 4.2** - Карта водоносного горизонта третичных и четвертичных отложений Аральского региона: 1 =  $< 50 \text{ м}^3/\text{сек}$ ; 11  $\Rightarrow 800 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Слияние рек Сырдарья-Арысь расположено в правом нижнем углу схемы (Веселов В.В. и др. 1999)

В центральной части оазиса Отрар положение горизонта грунтовых вод определяется реками Арысь и Сырдарья. Положение русел этих рек является основным фактором при строительстве оросительных каналов. Глубина залегания первого от поверхности горизонта грунтовых вод располагается между 1.5 и 3 м.

Уровни грунтовой воды зависят от технологических особенностей ирригационных систем. В Отрарском оазисе уровень грунтовых вод до строительства современной ирригационной системы (1932), был расположен на глубине 8-10 м.

Минерализация грунтовой воды изменяется в пределах от 2-3 г/л до 20-50 г/л и больше. Пресная вода встречается главным образом как в современных долинах, так и в искусственных сооружениях, включая современные искусственные каналы. Пресная грунтовая вода может быть добыта из колодцев вырытых недалеко от этих водных путей. Засоление глинистых почв начинается, когда уровень грунтовых вод повышается до 2.5-3 м.

## Литература

- Ахмедсафин У.М., Батабергенова М.Ш, Джабасов М.Х. и др. Артезианские бассейны Южного Казахстана, Алма-Ата. (1968).
- Аладин Н. Е. - (1995) Изменение уровня Аральского моря: палеолимнологические и археологические доказательства. Работы Российского зоологического Института (Акад. Наук), часть 1, Санкт-Петербург, с.17-45.
- Годовой отчет по водному потреблению Шаульдерского Отдела Ирригационных Систем за 1987г. Министерство Мелиорации и Водной хозяйства Казахской ССР. Шаульдер, 1987.
- Утверждение проекта Канала Арысь-Туркестан. Часть I. Общая часть. Казахское Отделение Института "Средазгидроводхлопок". Министерство сельского хозяйства и закупки СССР, 1953.

- Утверждение проекта об усовершенствовании (мелиорации) Шаульдерского орошаемого горного массива в Шаульдерском районе Южно-Казахстанской области, Казахской ССР. Итоговое сообщение. Институт Казгидроводэлектро. Ташкент, 1960.
- Схематический проект Арысь-Туркестанского канала Южно-Казахстанской области. Часть I. Брошюра. Южный Казахстан Облстройучасток Треста "Казводстройпроект". Министерство Водного хозяйства Казахской ССР. Чимкент, 1948.
- Техникоэкономический расчет экологического обоснования для района Казахстанской части Приаралья. Книга 3. Реконструкция ирригационных систем в бассейне реки Чардара Южно-Казахстанской области. Проект Института Госкомитета Водных ресурсов РК. Чимкент, 1994.
- Устное сообщение муниципального ирригационного менеджера Бекбаева Туджелбаева, Шаульдер, телефон офис 21724 / домашний телефон 21087.
- Веселов В.В., Касымбеков Д.А., Махмутов Т.Т., Паничкин В.Ю., Смоляр В.А., Мирошниченко О.Л. Подземные воды Приаралья (состояние и перспективы использования). // Минералогия и перспективы развития минерально-сырьевой базы. Алматы, «Гылым», 1999, Ч. 1, С.181-196.
- Боровский В.М., Погребинский М.А. (1958-59) Древняя дельта Сырдарьи в северном Кызыл-Куме. Алма-Ата.