



**НИУ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА»**



**ПРЕДМЕТ: ИРРИГАЦИЯ И
МЕЛИОРАЦИЯ**

ТЕМА

**История развития орошаемого
земледелия**



Профессор Бегматов Илхом Абдураимович

Кафедра «Ирригация и мелиорация»

Контрольные вопросы по пройденной теме

1. Дайте определение аридной зоне
2. Дайте определение гумидной зоне
3. Дайте определение субаридной зоне
4. Что понимается под коэффициентом естественного увлажнения?
5. Что такое регулярное орошение?
6. Что такое разовое орошение?
7. Что такое лиманное орошение?
8. Сколько Бассейновых управлений ирригационных систем существует в республике?



Технологическая карта лекционного занятия на тему: «История развития орошаемого земледелия»

Этапы деятельности	Деятельность	
	Педагог	Студенты
I. Вводная часть (10 минут).	<p>1.1. Знакомится с группой и делает переключку</p> <p>1.2. Дает список литературы, необходимый для усвоения лекционных занятий и краткую характеристику каждого источника.</p> <p>1.3. Знакомит студентов с темой занятия, его целью и ожидаемыми результатами.</p> <p>1.4. Знакомит студентов с правилами конспектирования лекционных занятий.</p> <p>1.5. Дает вопросы для актуализации знаний студентов</p>	<p>Слушатели переписывают.</p>
II. Основная часть (55 минут).	<p>2.1. Знакомит с темой и планом лекции, с основными понятиями.</p> <p>2.2. Для освещения темы занятий использует слайды в Power point и доводит основные теоретические знания.</p> <p>2.3. Задаёт вопросы для привлечения; по каждой части темы делает выводы; обращает внимание на основные понятия.</p>	<p>Слушают, Ведут запись.</p> <p>Отвечают на заданные вопросы.</p>
III. Итоговая часть (15 минут).	<p>3.1. Обобщает тему, делает общие выводы, подводит итоги, отвечает на заданные вопросы.</p> <p>3.2. Объявляет студентам контрольные вопросы по пройденной теме.</p> <p>3.3. Дает задачи для самостоятельной работы: найти новые сведения по пройденной теме, и самостоятельно прочитать.</p>	<p>Внимательно слушают. Задают вопросы.</p> <p>Отвечают на заданные вопросы.</p> <p>Записывают задания.</p>

Список основной литературы

1. Я. Гуламов. История орошения Хорезма с древнейших времен до наших дней
2. Б.В. Андрианов. Земледелие наших предков
3. М.П. Саинов, Н.П. Саинова. Об истории древнего Египта и его гидротехнике

Список дополнительной литературы

1. М.П. Саинов, Н.П. Саинова. Ирригация и гидротехника в древней Индии
 2. Stavros Yannopoulos, Nicolaos Theodossiou, Gerasimos Lyberatos, Wang Li. Evolution of Water Lifting Devices (Pumps) over the Centuries Worldwide
-



План лекции

1. Зоны первобытного орошения
2. Орошение в древнем Хорезме
3. Водоподъемные механизмы
4. Резервуары для хранения воды и ирригации



Зоны первобытного орошения



Развитие ирригации в древнем Египте

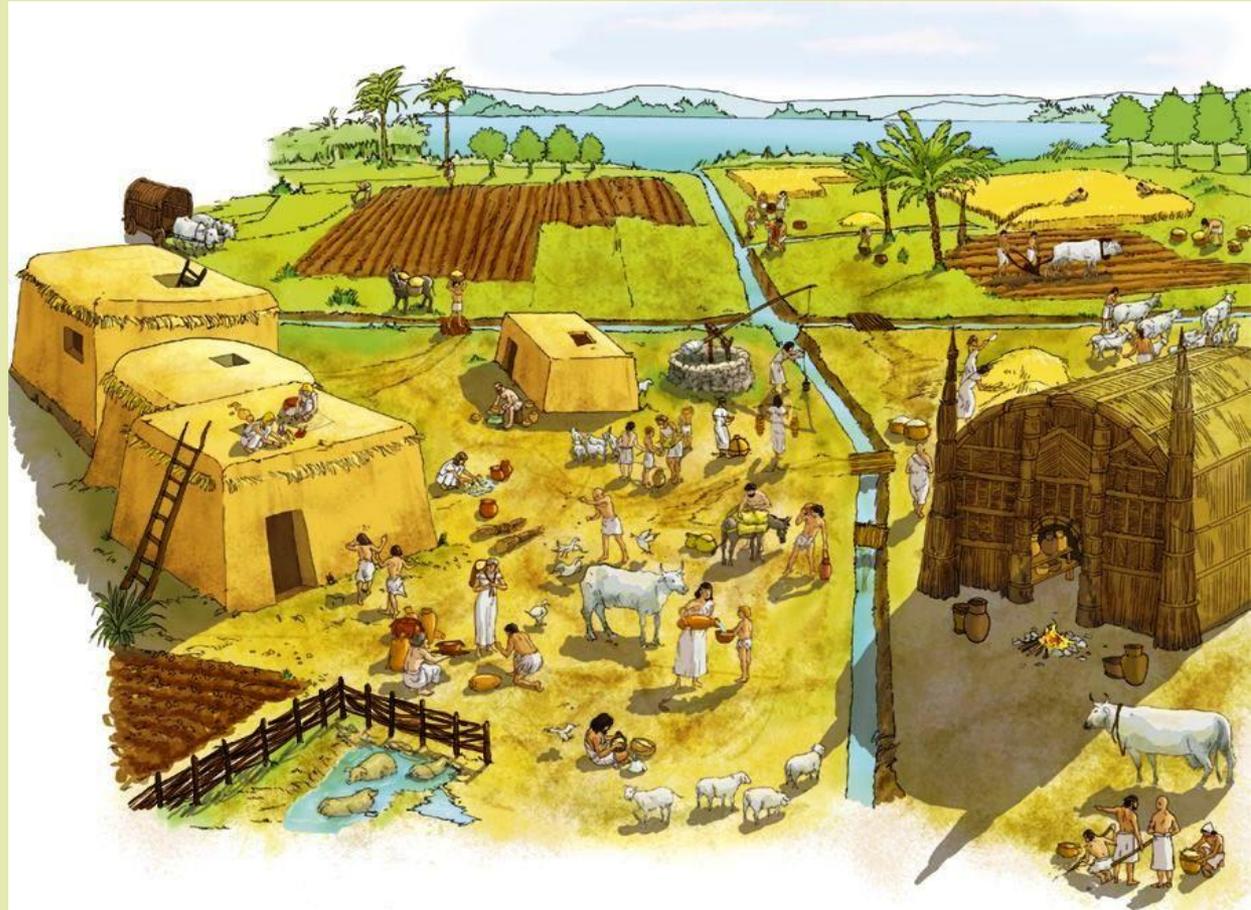
Искусственное орошение не только в Средней Азии, но и на всем Востоке, возникало при следующих физико-географических условиях:

- ▶ в долинах предгорий, где плодородные оазисы были созданы аллювиальными наносами горных речек;
- ▶ в поймах и дельтах больших равнинных рек.



Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ Первая ирригационная система была создана около **7000 лет до н. э.** в Месопотамии.
- ▶ Она представляла собой разветвленную систему каналов, ширина которых была не более 3-х метров, а длина не более 2-х км.



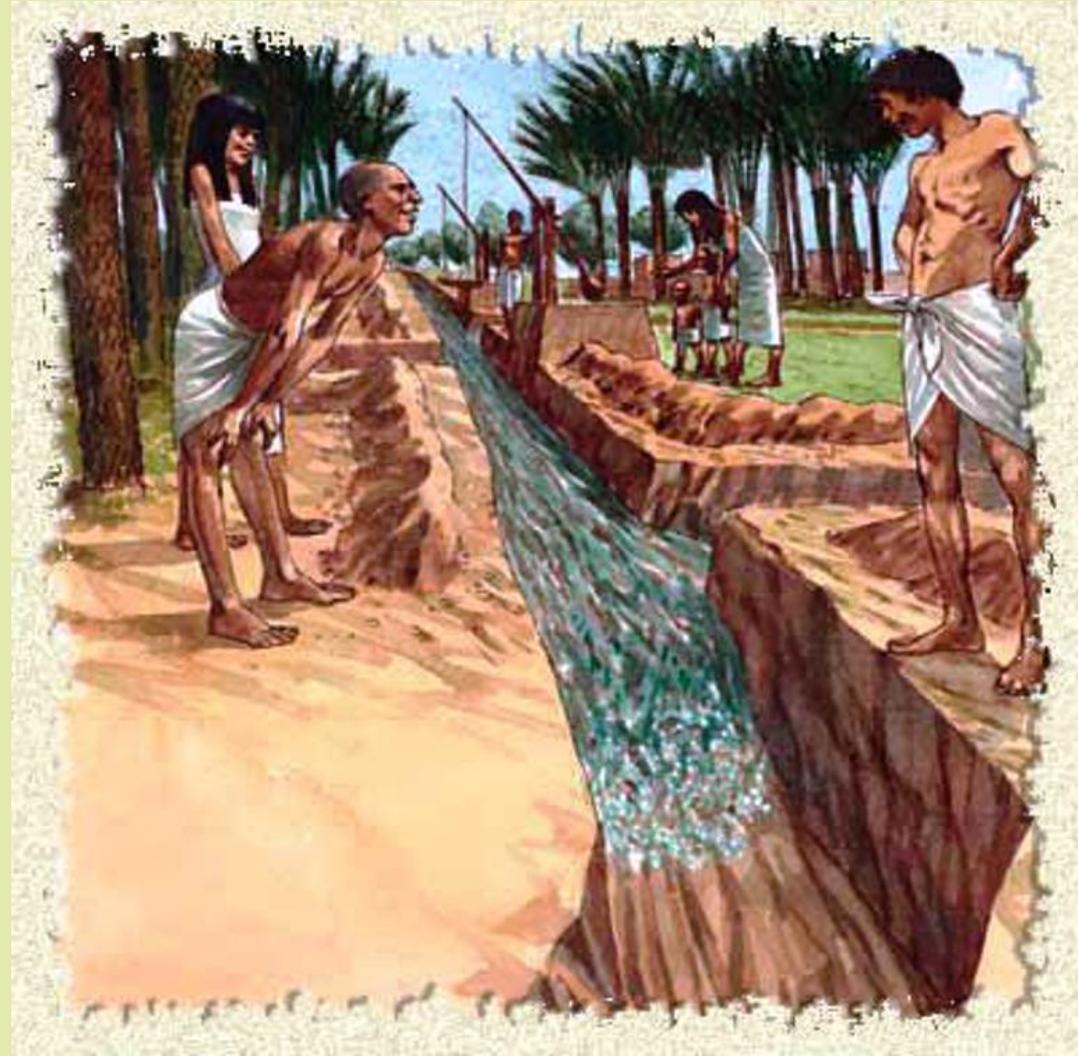
Развитие ирригации в древнем Египте

Древние египтяне заметили, что при разливе Нила на засеянные участки заносится вода и ил, способствующий стимуляции роста растений и высокой урожайности.



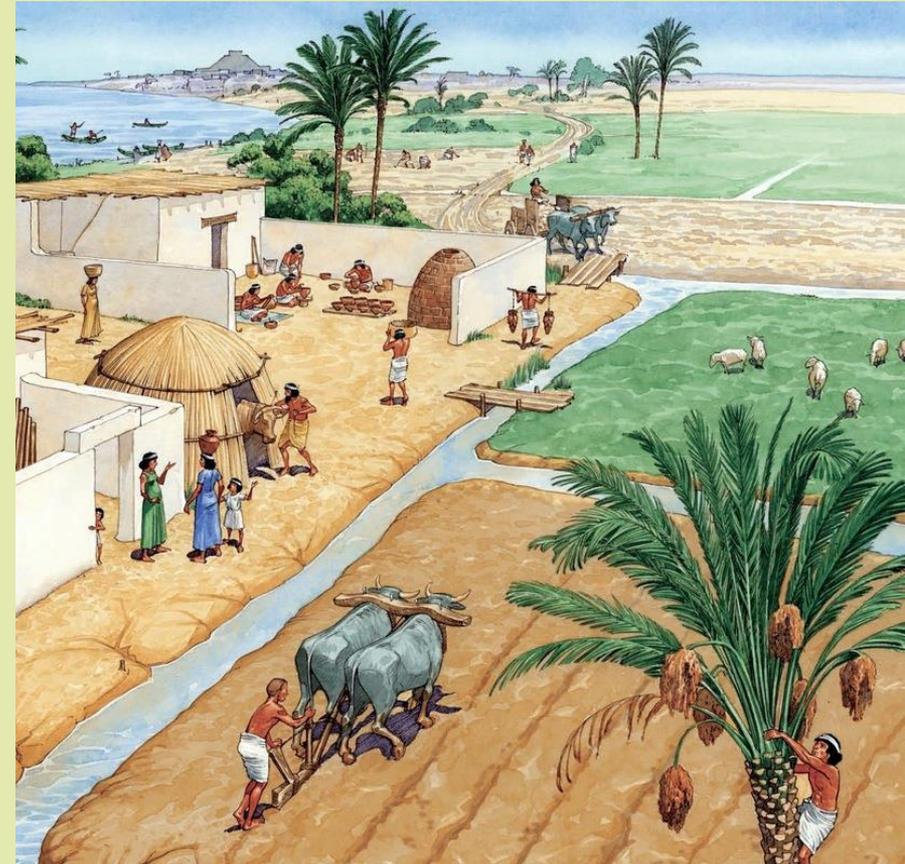
Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ В те времена люди начали рыть специальные каналы и дренажные желоба к земельным участкам. Вследствие этого вода не заливала всю территорию, а текла именно в необходимые места.



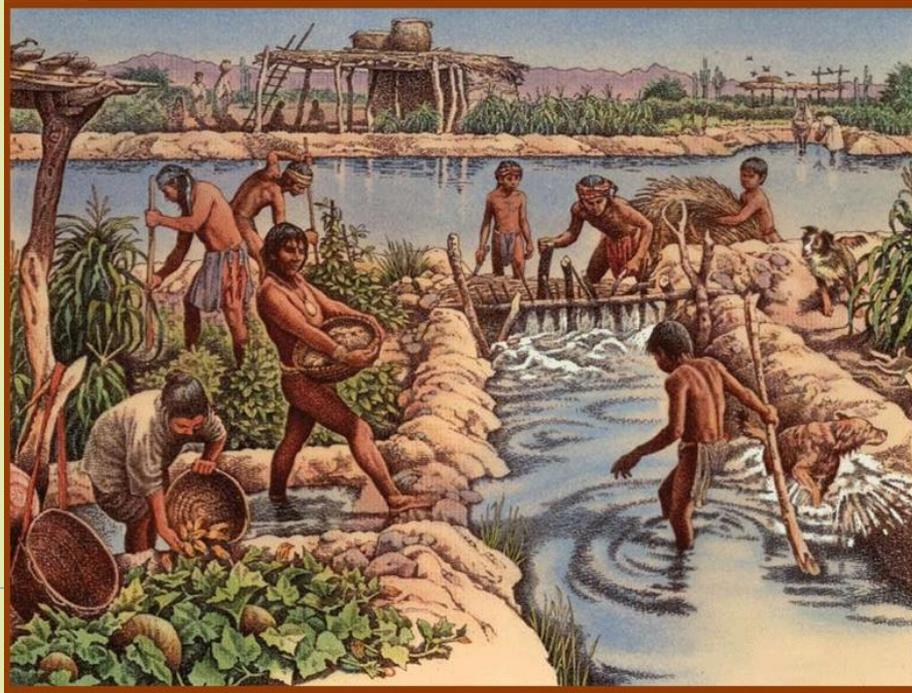
Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ Особенности ирригационного земледелия Древнего Египта заключались в том, что это была система бассейнового типа. По каналам, окружавшим участки возделанной почвы, непрерывно текла вода. При необходимости ее пропускали непосредственно к выращиваемым растениям. Во время открытия путей вода заливала весь надел, который становился похож на бассейн. Когда поле обильно увлажнялось, влагу отводили через специальный сточный канал.



Развитие ирригации в древнем Египте

▶ Перед паводком рабочие прорывали на возвышенных побережьях реки небольшие каналы, по которым вода стекала в бассейны. Затем ее пускали на поля. Дождавшись оседания осадка, воду уводили назад в Нил. Благодаря речному илу поля были насыщены влагой пару месяцев. Это обеспечивало самые быстрые в мире всходы культур.



Развитие ирригации в древнем Египте

▶ В Древнем Египте в дельте Нила функционировала эффективная бассейновая система ирригационного земледелия, предназначенная для наиболее долгой задержки воды на посевных участках и повышения урожайности растений. Возводить и пользоваться такой оросительной системой было возможно лишь совместными усилиями всего народа.



Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ Правители государства держали под строгим контролем выполнение мелиоративных мероприятий, вследствие чего система ирригационного земледелия достигла в Египте высочайшего уровня. Долина Нила были покрыты каналами, плотинами и дамбами. Египтяне освоили даже те участки, которых не достигала вода при подъеме уровня реки. Что это дало? Были придуманы нехитрые устройства, с помощью которых вода поднималась выше уровня реки.
 - ▶ Также в четвертом тысячелетии до нашей эры египтяне изобрели **ниломер**, позволяющий прогнозировать время разлива Нила и размер паводка.
-



Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ Водоводы сооружались по принципу самотека. Уже с IV тысячелетия до н.э. в долине Нила (Египет) и в междуречье Евфрата и Тигра (южной части Месопотамии) естественное орошение ежегодными разливами рек постепенно стало регулироваться различного рода водозадерживающими, водоподъемными и водоотводящими сооружениями.



Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ Отличая плоский рельеф лиманных площадок, удобный для устройства на них полей, почвовед и археолог Д. Д. Букинич пишет, что первобытному земледельцу оставалось устроить только небольшой валик по окраине поля для удержания на некоторое время воды. Д. Д. Букинич считает, что именно этот «*лиманный способ орошения*» и был прототипом всей современной ирригации». Постепенное развитие земледелия заставило прибегнуть и к созданию искусственных лиманов.



Развитие ирригации в древнем Хорезме



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Первая ирригационная система на территории Узбекистана появилась около **4000 лет** назад на территории древнего **Хорезма**.
- ▶ Еще в **VII-VI вв. до н.э.** население Хорезма начинает использовать воды Амударьи с помощью системы каналов.



Развитие ирригации в древнем Египте

- ▶ В поисках более постоянных, обильных и разнообразных источников питания жители Хорезма стали собирать дикие съедобные растения, разводить стада коров и овец, научились сеять злаки, зарывая зерна в ил, оставшийся после заливов.
- ▶ Но когда протоки мелели и вода не доходила до маленьких полей, хорезмийцам приходилось углублять и удлинять протоки, чтобы подтянуть воду к своим посевам.
- ▶ Так было положено начало искусственному орошению и начало борьбе с пустыней.
- ▶ Местное население под орошаемое земледелие использовали территории, расположенные в родниковых зонах, в дельтах и поймах мелких средних рек и саев, не требующих для забора воды сложных конструкций сооружений и крупных каналов, обладающих большой протяженностью.

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Где были каналы, там процветали города, искусства и ремесла, там развивалось земледелие, зеленели поля и сады. Такие памятники древней культуры, как Кызыл-кала, Топрак-кала, Аяз-кала, Кырк-кыз-кала, Кургашин-кала, Базар-кала, Джанбас-кала, Гяур-кала, Канка-кала, Мангыр-кала, сосредоточенные в основном на правом берегу Амударьи, показывают степень освоения оазиса в тот период.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Наибольшего развития ирригация и связанное с ней земледелие достигли в кангюйскл-кушанский период (с IV в. до н.э. до II в. н.э.).
- ▶ Археологи установили, что в то время возделывали зерновые (просо, ячмень, пшеница), садовые и бахчевые (абрикосы, персики, сливы, виноград, дыни), а может быть, и технические культуры (находки семян кунжута и остатков хлопчатобумажной ткани).
- ▶ Памятниками этого периода являются городища Джанбас-кала, Кургашинок-кала, Базар-кала, Кюнерли-кала, Койкрылган-кала и др.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ В конце рабовладельческого периода (II-III вв. н.э.) система ирригационного орошения совершенствуется, начинается переход от широких и мелких каналов античного времени к более узким и глубоким с разветвленной оросительной сетью.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Общая площадь орошения в низовьях Амударьи составляла в то время 1,3 млн. га, что в 4 раза превышает современную орошаемую площадь Хорезмской области.
- ▶ Вся жизнь, все благосостояние жителей зависели от развития ирригации и ирригационных сооружений.
- ▶ Их сохранение требовало огромного организованного труда сотен тысяч людей.
- ▶ Рабов брать было неоткуда, да и труд их в этих условиях был непроизводителен.
- ▶ Поэтому община была единственным средством привлечения крестьян на работы по строительству ирригационных сооружений и содержанию их в постоянном рабочем режиме.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Характер орошения и землепользования на орошаемых землях был довольно разнообразен.
- ▶ Оазисное орошение в верхних и средних течениях рек, в основном на базе местных источников носило достаточно сбалансированный характер, использовало естественно дренированные земли, не подверженные засолению и заболачиванию и характеризовалось даже на нынешнем уровне, экономным расходом воды.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Для полива использовались воды сая. Почти всюду внутри самих ущелий в глубокой древности были созданы небольшие водохранилища, в которых вода в течение суток собиралась и в установленном порядке поочередно пускалась на поля.
 - ▶ Несмотря на большие расстояния между ущельями и «лайками» каждого сая, воды, пропускаемые через водохранилища, достигали полей во все сезоны года, что позволяло выращивать пшеницу, ячмень, просо, кунжут, дыни и т. п.
-



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Обустройство внутриущельных водохранилищ — «хаузов», которыми население пользуется и до сих пор, простое.
 - ▶ На горном склоне одного из берегов сая выбиралась удобная площадка размером в среднем 60х40 м и обкладывалась с трех сторон барьерами из каменных глыб.
 - ▶ Сторона, где уклон вниз меньше, представляла барьер высотой около 2м и толщиной в среднем 1,5—2м.
 - ▶ Противоположная сторона, поскольку она находилась на склоне, не имела барьера.
-



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Остальные стороны хауза сооружались соответственно уклону местности.
 - ▶ Водохранилища устраивались с таким расчетом, чтобы воды саев выше водохранилища стекали в него.
 - ▶ Водохранилище имело только один впуск в наиболее верхней точке, а сток, в виде небольшого отверстия, откуда обычно выпускается только часть воды, расположен в нижней части противоположного барьера, обращенного вниз по течению сая.
-



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Единственным механизмом регулирования стока воды из водохранилища служил трехметровой шест, к нижнему концу которого прикреплялся кусок мешковины, ватного халата и т. п.
- ▶ Чтобы закрыть водохранилище, отверстие затыкали этой мешковиной, после чего шест торчал над барьером в вертикальном положении.
- ▶ При спуске воды человек, стоящий на барьере, выдергивал шест с мешковиной и вода из хауза стекала в течение 4-5 часов, после чего отверстие закрывалось до следующего дня.
- ▶ Устройство хауза позволяло использовать воду весьма экономно.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Наряду с первобытным орошаемым земледелием, в бассейне Аму-Дарьи, и особенно в Хорезме, так же как и в бассейнах других среднеазиатских рек, издревле существовало так называемое *каирное земледелие*. Кайрами, как мы говорили выше, называются низменные полосы, расположенные вдоль реки, ее протоков и по верховьям искусственных каналов, обеспеченные высоким уровнем подпочвенной воды, что способствует разведению на них бахчевых культур.
-
- 

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ На кайрах - низменных полосах, расположенных вдоль реки, ее протоков и по верховьям искусственных каналов - невозможно культивировать зерновые по следующим причинам: если на тех участках кайра, куда не доходят летние разливы, еще и можно было бы рассчитывать на подпочвенную влагу, то с наступлением жары во второй половине мая эта влага уже становится недостаточной; под влиянием палящих лучей солнца она испаряется из того верхнего слоя каирной земли, который питает поверхностно лежащие корни пшеницы, ячменя и других злаков, и они погибают, не успев заколоситься. Поэтому на каирных землях удобнее всего культивировать дыню, тыкву и другие бахчевые растения, поскольку они обладают сравнительно глубокими корнями.
-

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Постепенный переход к более интенсивному способу земледелия на базе лиманного орошения освободил первобытных земледельцев от блуждания по узким и неустойчивым каирным полосам, от скитаний за пасущимся около кайров скотом и т. д. и сделал более устойчивым их весьма ограниченное благополучие.



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Древние хорезмийцы, заменяя естественный проток искусственным, все же оставались в полной зависимости от режима реки, так как не научились еще регулировать его в целях ирригации. Поэтому они для устройства головы канала искали на берегу реки такие места, где бы вода во время паводка самотеком пошла по каналу. Такие каналы носят название «паводковых», так как они действуют эффективно исключительно только во время паводков. Хорезмские земледельцы с большим вниманием следят за наступлением этого периода на Аму-Дарье. Люди, умевшие предсказать время начала паводков, пользовались в оазисе большой популярностью.
-

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Древние хорезмийцы упорно искали способов поднятия воды в канале и в тех случаях, когда нет паводка. Для этого они делали водозаборы на каналах выше по течению реки, придавая ложу канала максимальный уклон, чтобы даже низкие воды реки свободно проникали в него. Самой трудной задачей для ирригаторов Хорезма был выбор подходящего пункта для устройства истоков (головы) паводкового канала.
-
- 

Развитие ирригации в древнем Хорезме

При этом учитывались следующие моменты:

- ▶ • устойчивость грунта берега в том месте, где устраивается голова (берега реки в основном состоят из ее собственных отложений и отличаются неустойчивостью); часто во время разливов или при усилении паводков истоки паводковых каналов подвергаются интенсивному размыву и сносятся окончательно, причем смывается нижний угол у головы, в результате истоки лишаются направляющей опоры и водоток по каналу прекращается;
 - ▶ • режим русла в период паводков; часто в течение сезона паводков происходит перемещение основного течения, поэтому ирригаторы стремились использовать те участки, где течение постоянное и умеренное;
 - ▶ • соответствие избранного пункта какому-нибудь старому истоку.
-

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ До сих пор мы говорили о паводковых каналах, имеющих наибольшее распространение во всех странах Востока с классической ирригацией. Регулирование воды в головах каналов с применением регуляторов непосредственно на Аму-Дарье не практиковалось. Регуляторы применяются лишь в распределительной сети каналов. Однако надо отметить, что в истории ирригации Хорезма вообще имели место также и грандиозные сооружения, как например, плотины, регулировавшие течение реки Аму-Дарьи.
-
- 

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ По рассказу Абулгази, в середине XVI в., недалеко от Куня-Ургенча, несколько восточнее города, была плотина Фатьма Хатун. Эти краткие упоминания не дают нам возможности восстановить ни конструкцию этих плотин, ни принцип регулирования с их помощью течения реки. Обычно распространенным регулятором на головах распределительных каналов служила так называемая «долдарга»—очень примитивное сооружение из необделанных бревен и балок, забитых соломой или хворостом.
- ▶ Бревна в горизонтальном положении перекидываются через пролет канала и образуют мостик. К бревнам прикрепляются вертикальные балки, промежутки между ними забиваются хворостом или соломой.

Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Таким способом вода частично запруживается и направляется в соседний канал, уровень которого находится несколько выше уровня первого канала; или же, наоборот, долдарга служит регулятором для ограничения доступа чрезмерного количества воды в канал, имеющий большой уклон и низкий уровень дна. Долдарга иногда сооружается из треножников (сипоя) в сочетании с хворостом. Термин «долдарга» соответствует термину «тугон», распространенному в ирригационном хозяйстве Ферганской и Ташкентской областей



Развитие ирригации в древнем Хорезме

- ▶ Салма – мельчайшие артерии оросительной сети Хорезма, через которые вода поступает на орошаемые участки.
- ▶ Они делятся на два типа: аяк-салма и чигир-салма. Аяк-салма – самотечная салма, действующая непосредственно как разветвление яба с достаточной скоростью и достаточным горизонтом.
- ▶ Вообще самотечная сеть в Хорезме называется «аяксу», что в переводе значит - низовья, самотечная вода.
- ▶ Аяк-салма считается наиболее удобным способом, и каждое крестьянское хозяйство дорожит ею как идеальным условием водоснабжения.
- ▶ Чигир-салма образуется исключительно при помощи водоподъемного колеса – чикира (или чигира).



Водоподъемные механизмы



Водоподъемные механизмы

- ▶ Паводковые каналы на Ниле, Аму-Дарье, Инде, Пенджабе действовали недостаточно эффективно в смысле подачи воды на орошаемые поля.
- ▶ Горизонт воды в канале часто находится значительно ниже уровня полей.
- ▶ Поэтому на Востоке издревле прибегали к искусственному способу подъема воды.



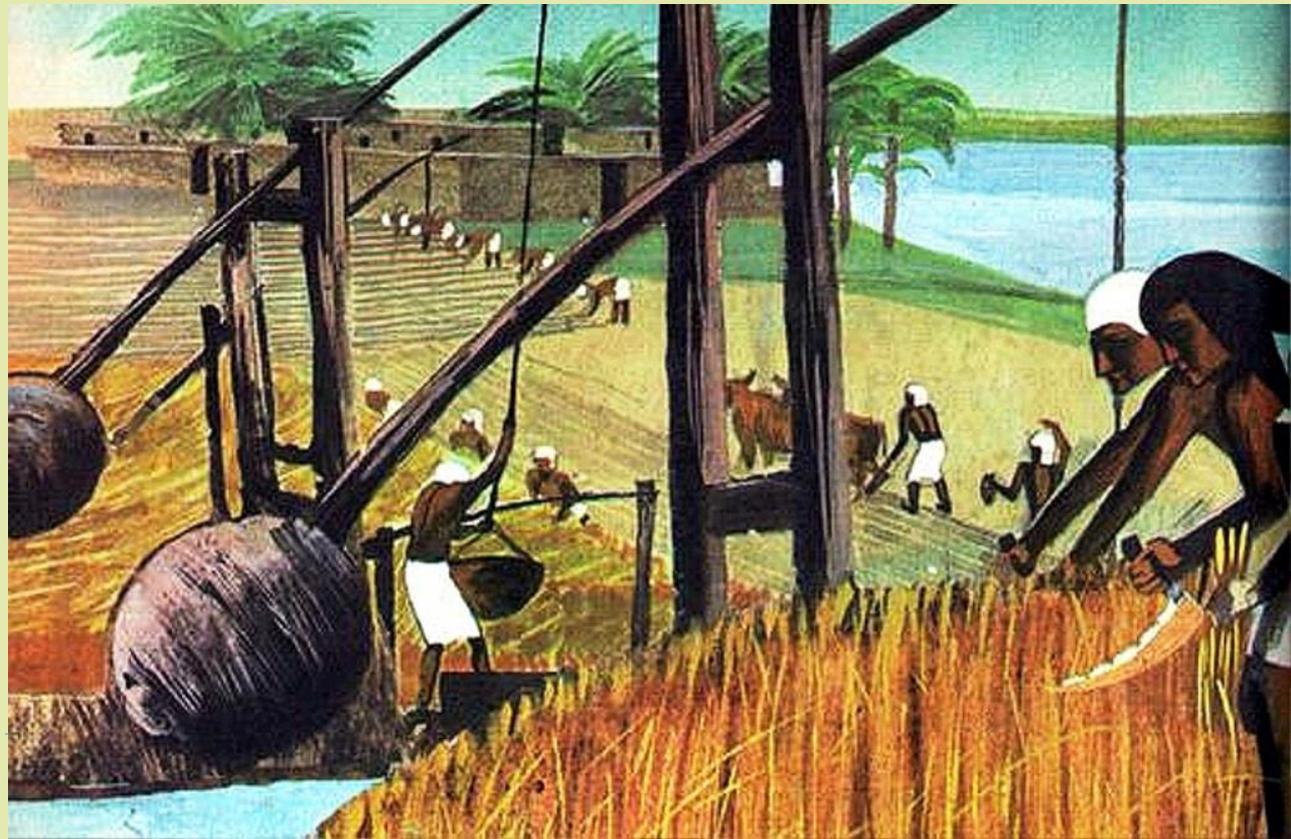
Бронзовый век (ок. 3200–1100 до н. э.)

- ▶ Самым древним ручным способом орошения были подъемники египетского типа — «шадуфы», которые получили широкое применение в древнем Египте, Месопотамии и Индии. Известно, что месопотамцы поднимали воду с помощью шадуфа примерно в 3000 году до нашей эры



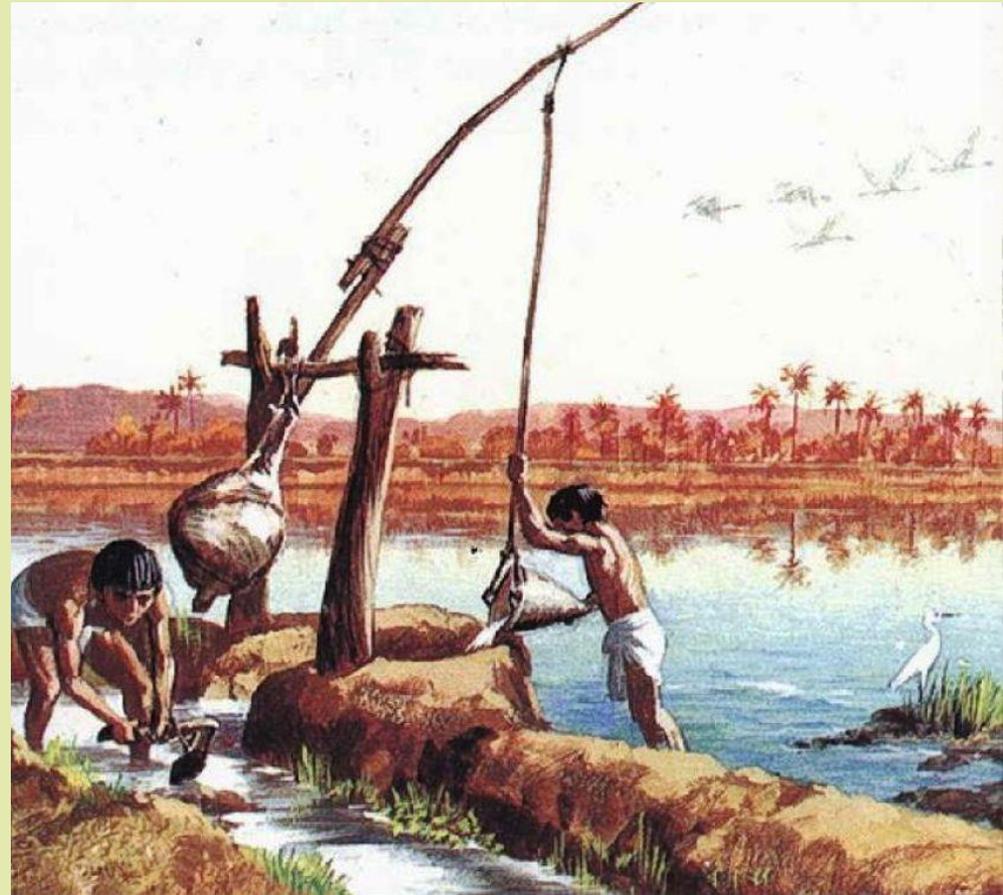
Бронзовый век (ок. 3200–1100 до н. э.)

- ▶ Они устраивались обычно на реке или на колодцах и состояли из столба с прикрепленным к нему коромыслом типа журавля. На одном конце коромысла укреплялась тяжесть, а на другом - ведро. Последнее делалось обычно из кожи.



Бронзовый век (ок. 3200–1100 до н. э.)

- ▶ Черпальщик погружал ведро в воду и, зачерпнув воды, вливал ее в желоб, откуда она текла на поля.
- ▶ С помощью шадуфа можно было в течение часа поднять на высоту двух метров 3400л воды, на высоту трех метров — 2700л, четырех метров — 2050л и пяти метров — 1800л.



Бронзовый век (ок. 3200–1100 до н. э.)

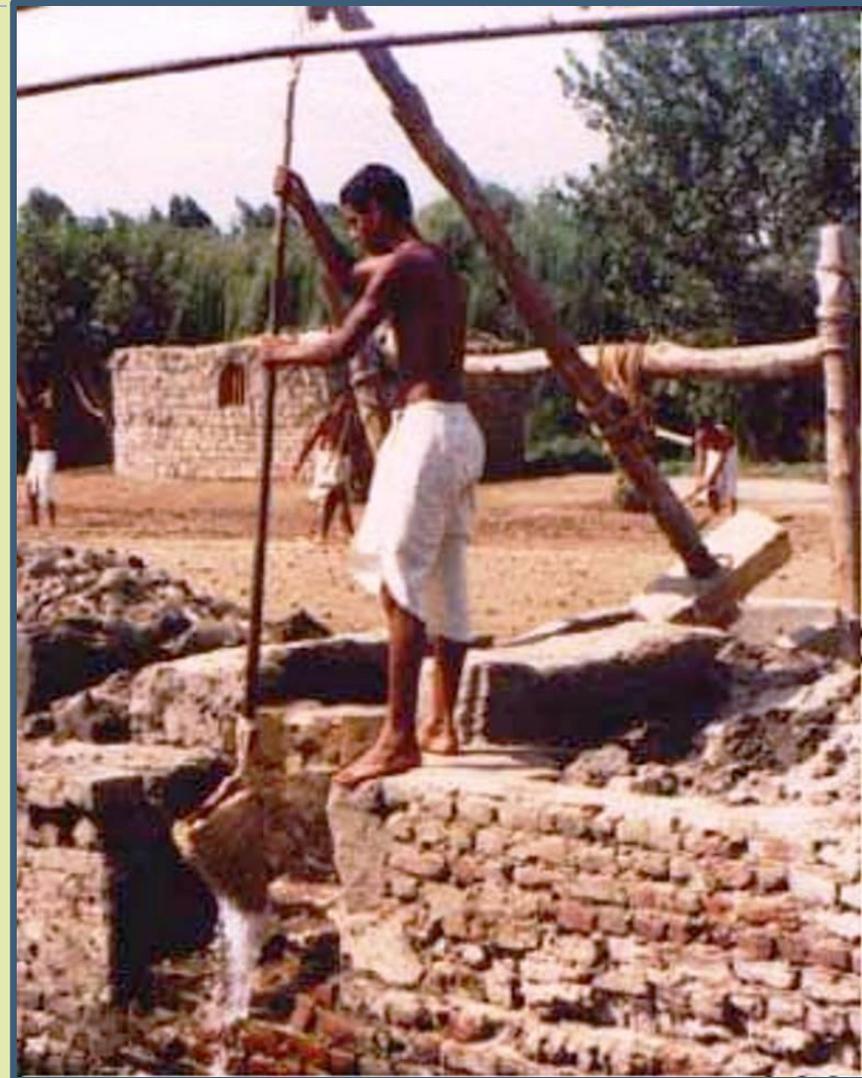
Для облегчения труда и ускорения работы шадуфов последние устраивались ярусами.

Черпальщик, вычерпывая воду из колодца глубиной не более 1,5 м, выливал ее в бассейн ярусом выше, откуда другой черпальщик переливал воду в бассейн на следующем ярусе. Таким способом поднимали воду на значительную высоту и орошали ею большие поля и сады.



Бронзовый век (ок. 3200–1100 до н. э.)

- ▶ Он упоминается под разными именами, такими как *шадуф* в Египте, *зиригум* в Шумере, *дэнкли* в Индии, *килонон* или *келонион* в Элладе и *далия* в Ираке.
- ▶ Конструкция шадуфа оказалась настолько простой, но в то же время удобной и эффективной, что использовалась во все времена практически всеми известными цивилизациями. Она используется и до сих пор.



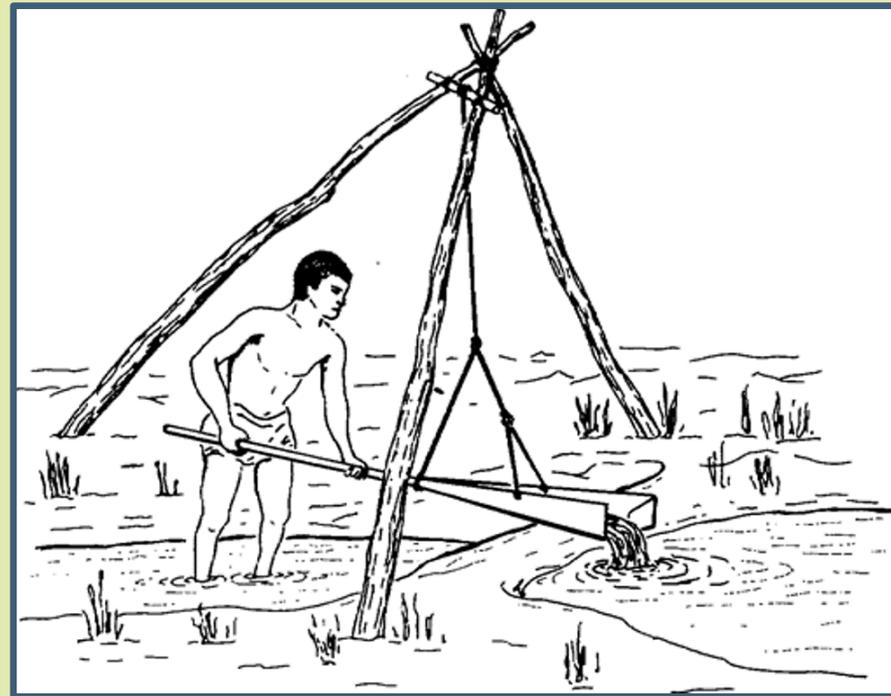
Водоподъемные механизмы в Хорезме

- ▶ Самыми примитивными способами поднятия воды из каналов на поля в Хорезме являлись так называемые «сепма», «депма» и «нова».
- ▶ Сепма представляет собой деревянную лопату с бортами с трех сторон. На берегу канавы устанавливаются две вертикальные балки-треноги с перекладиной наверху. Корытцеобразная лопата снабжена ушками, за которые она на длинных шнурах подвешена к перекладине.



Водоподъемные механизмы в Хорезме

- ▶ Сепма устроена по принципу качелей; когда шнур в вертикальном положении, лопата погружается в воду, а когда его натягивают вперед, лопата плавно поднимается по кривой и выливает воду.
- ▶ Для удобства переливания, из нижней канавы часто отводят немного воды и образуют небольшой водоем, откуда и черпают воду.
- ▶ Рабочий, держа лопату за ручку, раскачивает лопату, переливая воду из нижележащей канавы в канаву вышележащего орошаемого участка.



Водоподъемные механизмы в Хорезме

- ▶ По подсчету хорезмских мирабов, применением сепмы в течение целого дня можно полить участок площадью не более 0,05га.
- ▶ Сепма сохранилась до сих пор, но встречается очень редко; она применяется еще лишь благодаря тому, что ее легко можно переносить с одного места на другое.
- ▶ Сепма использовалась главным образом для полива малых участков.

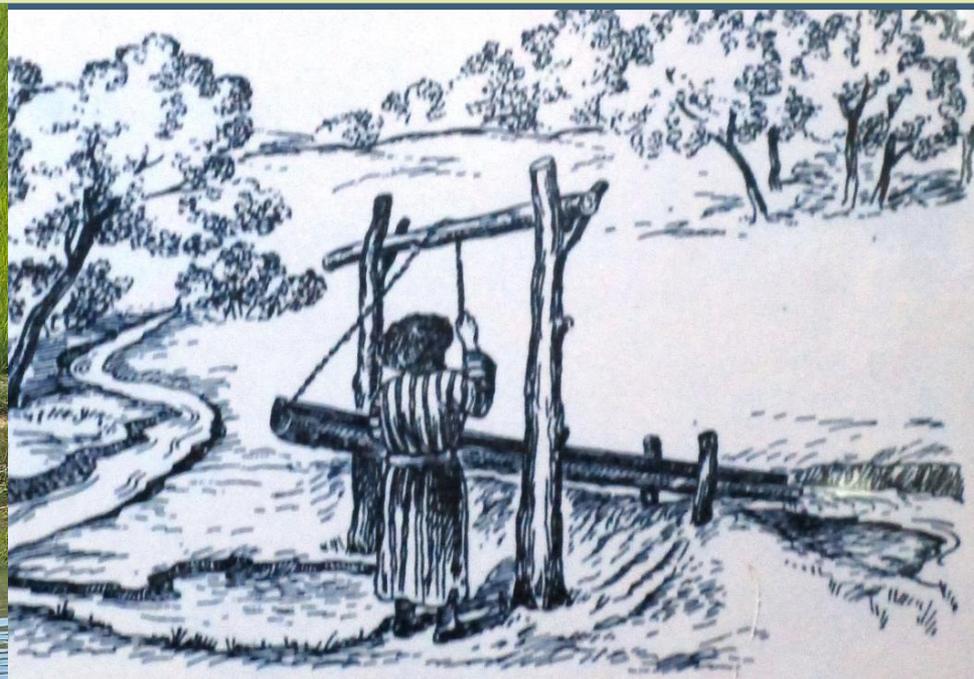


Водоподъемные механизмы в Хорезме

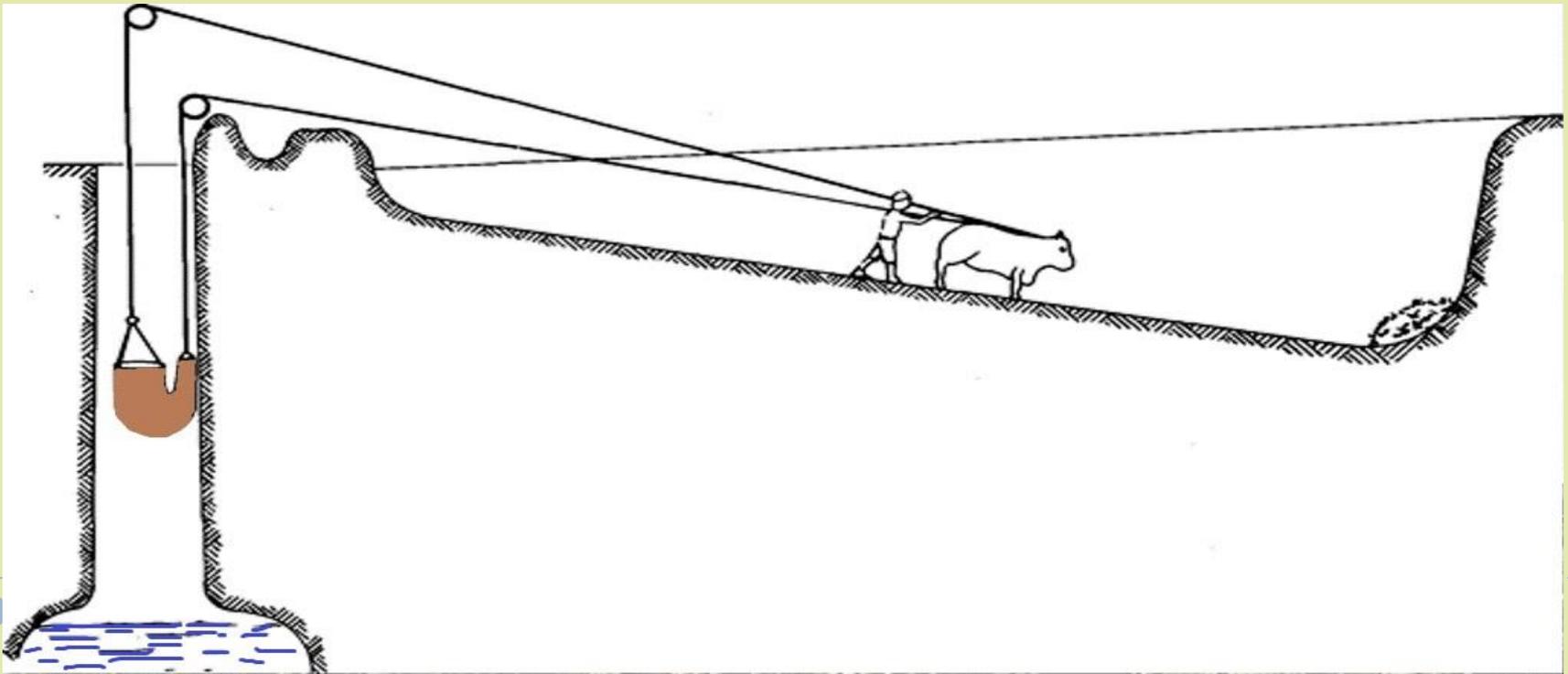
- ▶ Полив способом «нова» («желоб») применялся в Южном Туркменистане и очень редко в Хорезме. Этот способ заключается в том, что с помощью деревянного желоба длиной в 3,5—4м с одним глухим концом вода с более низких точек рельефа поднимается на более высокие.
- ▶ В одних случаях желоб устанавливается на поперечно лежащем бревне, на котором он может свободно наклоняться в ту и другую сторону. Глухой конец желоба погружается в воду, и рабочий каждый раз должен поднять нова из воды и придать ей соответствующий наклон, чтобы вода стекала в вышележащую салму.



- ▶ При более усовершенствованном способе веревка, привязанная к глухому концу новы, перебрасывалась через ветку дерева или через перекладину сипая и человек поднимал нова, натягивая переброшенный конец веревки. При этом способе человек может стоять на одном месте и затрачивает на полив меньше сил и времени.



- ▶ Первоначальным методом использования животных для подъема воды было устройство под названием **мохте** или **хурус** (Индия). Здесь животные идут по прямой линии вниз по склону вдали от колодца или источника воды, таща воду в сумке или контейнере.



Древние египтяне (ок. 3000–67 до н. э.)

- ▶ На берегу канала или колодца устанавливалась пара столбов, наверху соединенных катушкой, через которую перекинута веревка с привязанным к ее концу большим кожаным ведром; другой конец тянули животные – бык, лошадь, верблюд, осел.
- ▶ Вол, впряженный в хурус, тянет конец веревки, удаляясь от столбов до тех пор, пока не поднимет ведро с водой из колодца. Когда ведро поднимается над колодцем, вода под действием опрокидывающей веревки автоматически выливается в канал, и приученные животные, почувствовав изменение в весе ведра, идут обратно, пока ведро снова не наполнится и не поднимется на поверхность.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Также, как и в шадуфе, для подъема воды традиционно использовали кожаные ведра.
- ▶ В Месопотамии этот способ носит название «черд».
- ▶ В Средней Азии он не имеет широкого применения, встречаясь лишь в некоторых местах Кашкадарьинской области и в пустынях, где применяется для подъема воды из глубоких колодцев.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Другими водоподъемными устройствами являются **водяное колесо** с прикрепленными к нему горшками, водяное колесо с водными отсеками и цепь, которая проходит через шкив с прикрепленными к нему ведрами.
- ▶ Египетский **шадуф** и **водяное колесо** (или *нория*, или *санья*), вероятно, являются одними из самых ранних устройств для подъема воды, которые использовались для орошения и домашнего водоснабжения.



Водоподъемные механизмы

- ▶ На Востоке наибольшее распространение получило **персидское колесо** (или *нория*, или *саня*).
- ▶ В Иране и Индии оно известно под названием **чарх** (колесо), в Египте и Месопотамии **сакья** (или *сакия*), в Хорезме **чикир** (или *чигирь*) и т. д.
- ▶ Египетское водяное колесо считается первым вертикальным (горизонтальная ось) водяным колесом и было изобретено около 600–700 до н.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Египетское водяное колесо (*нория*) считается первым вертикальным (горизонтальная ось) водяным колесом и было изобретено римлянами *ок.* 600–700 гг. до н. э.
- ▶ Оно состоит из деревянного колеса, которое приводится в движение потоком воды и снабжено ведрами, которые поднимают воду для полива близлежащих земель.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Предположительно, что возникновение чигирного орошения в Хорезме относится к периоду становления феодализма, т. е. V—VI вв. н.э. Большое сходство в общем устройстве и в деталях между чигиром и египетской сакией вызывает предположение о возможности заимствования населением Хорезма идеи чигира в Египте, этой стране более ранней классической ирригации.
- ▶ По описаниям свидетелей вся оросительная система Хорезмского оазиса строилась на чигирях — по разным данным их было здесь от 20 до 45 тысяч.
- ▶ На юге Каракалпакстана существовала уникальная система подачи воды с помощью чигирей к южной оконечности хребта Султан-увайс на высоту более 60 метров от уровня Амударьи.



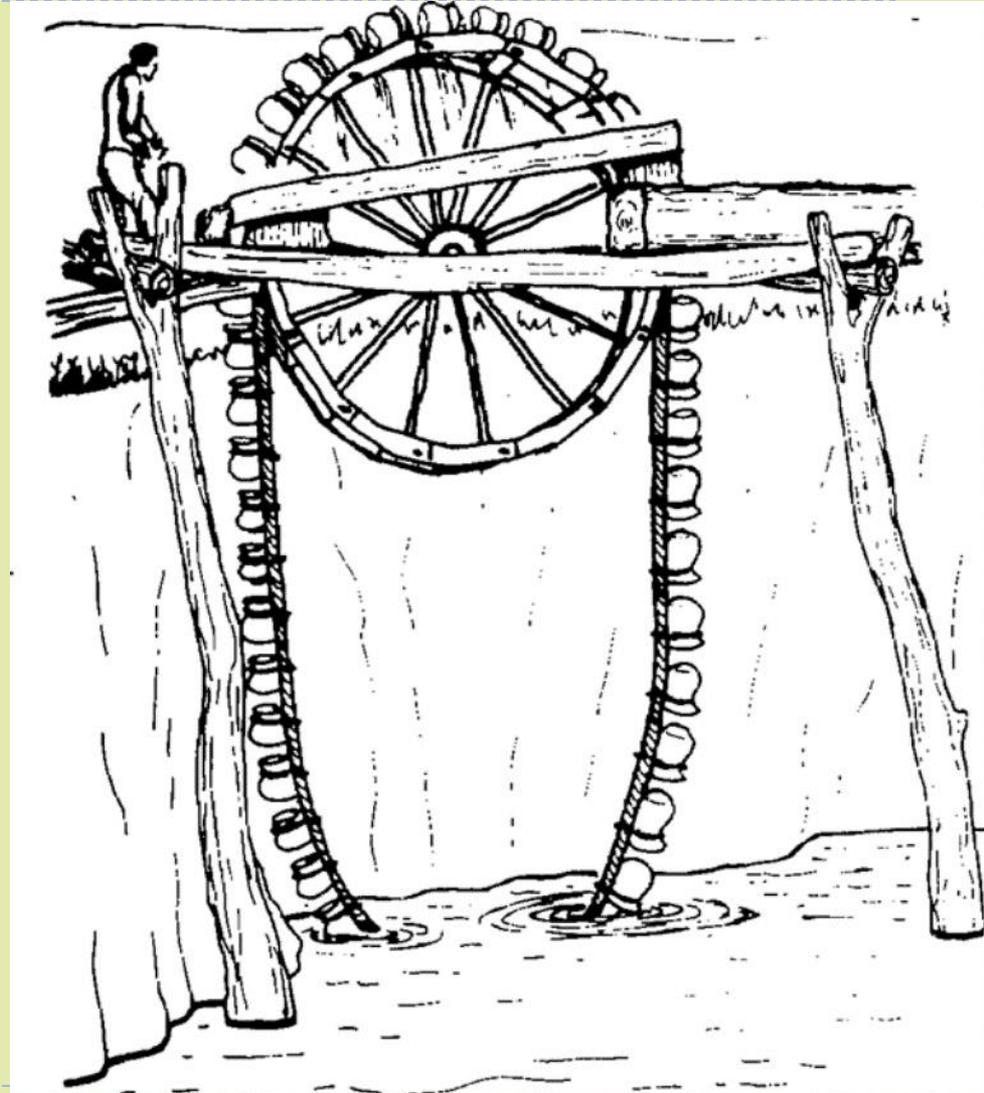
Водоподъемные механизмы

- ▶ Распространение египетского водяного колеса обычно ассоциируется с (более поздней) арабской цивилизацией, а водяное колесо, приводимое в движение животными, считается высшим символом исламского отпечатка на ирригационной технологии.



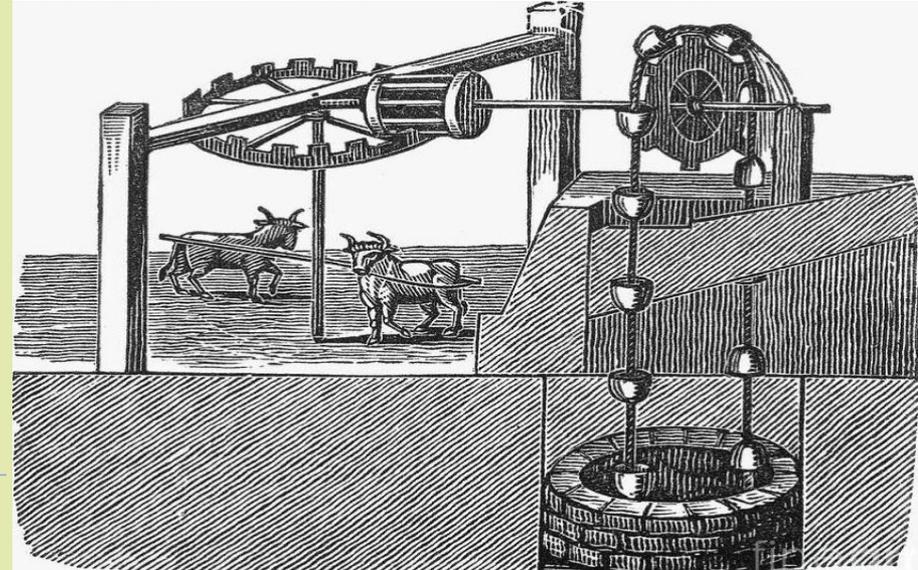
Водоподъемные механизмы

- ▶ Вариант египетского водяного колеса - персидское водяное колесо. Дата его изобретения малоизвестна.
- ▶ Оно состоит из бесконечного ряда горшков разного веса, перевёрнутых на двух шкивах, и поэтому классифицируется как насос, а не водяное колесо.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Производительность ранних персидских водяных колес, приводимых в движение животными, варьировалась от $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ (для подъема на высоту $1,5 \text{ м}$) до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ (для подъема на высоту 9 м).
- ▶ Конечно, чем выше водяное колесо и чем более совершенная технология используется для его функции, тем больше поднимается количество воды.



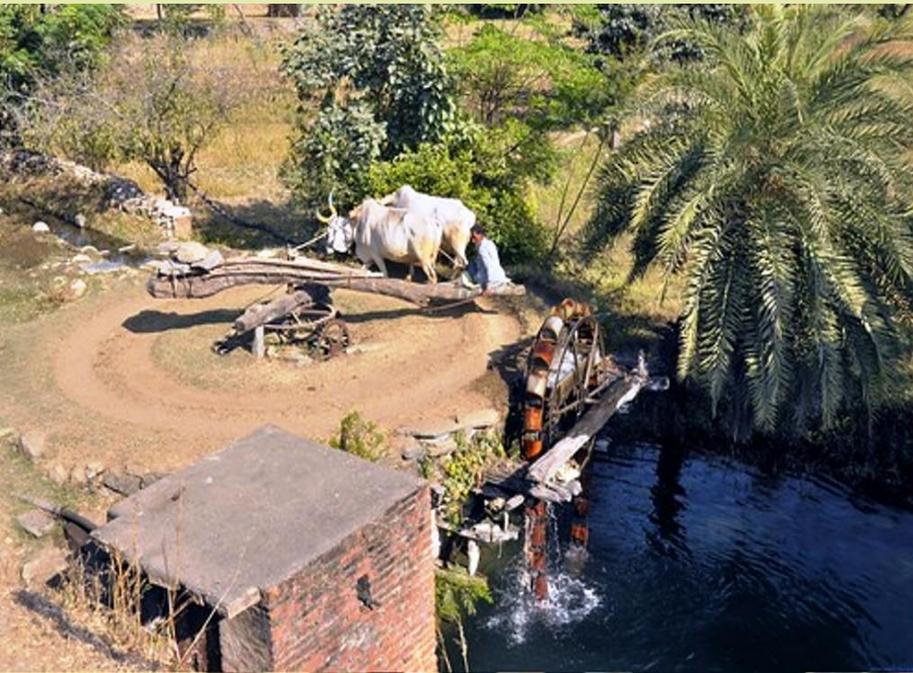
Водоподъемные механизмы

- ▶ Преимущества персидского колеса перед египетским в том, что с его помощью можно поднимать воду из источников, находящихся намного ниже границы орошаемых полей



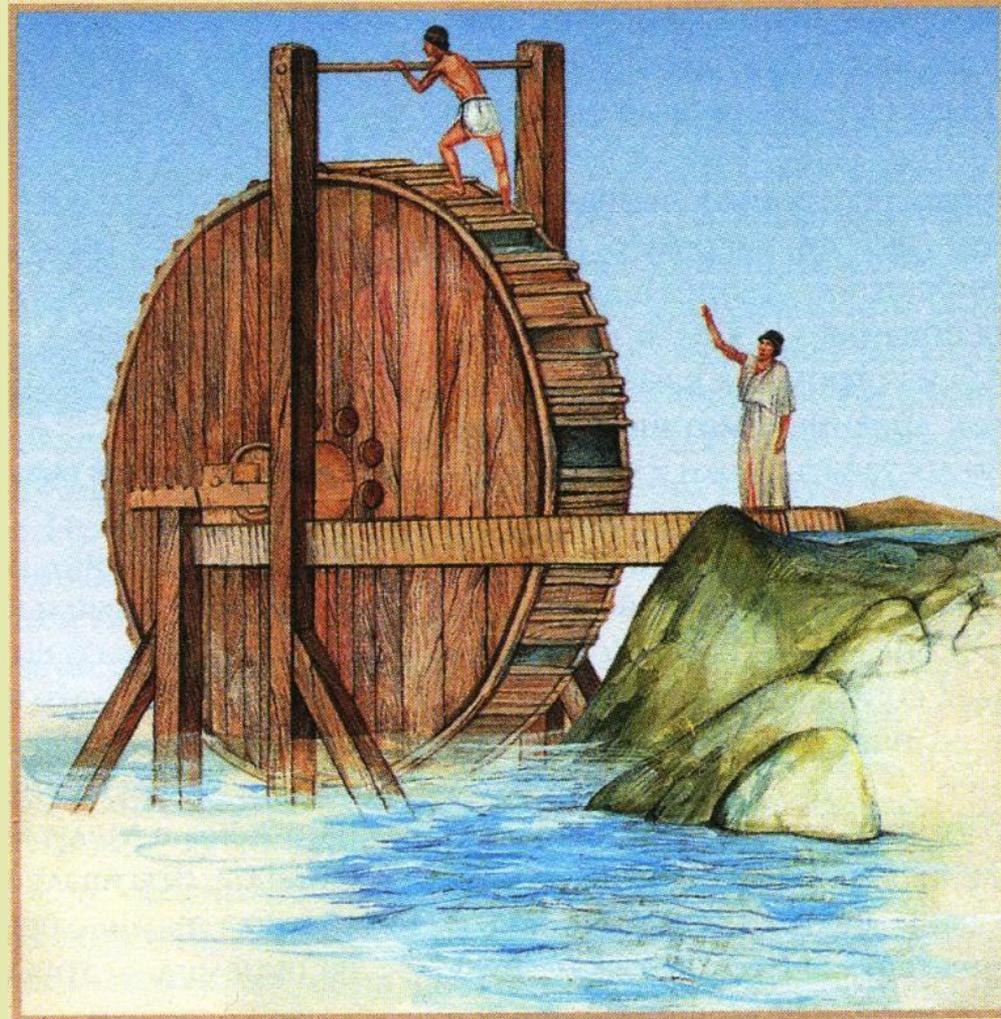
Водоподъемные механизмы

- ▶ Водяное колесо в его различных версиях является прародителем динамических водоподъемных устройств и современных гидроэнергетических систем, принцип которых заключается в извлечении энергии из потока (кинетической энергии) воды.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Многие водяные колеса вращали люди. Столь своеобразное водяное колесо было снабжено бортиками отсека, облегчающими его работу.
- ▶ Когда водяное колесо вращалось, заполненные контейнеры переносились на верхнюю часть водяного колеса и при повороте вниз сбрасывали содержащуюся в них воду в резервуар.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Водяные колеса были прогрессивнее устройств, в которых использовалась циклическая процедура (например, наполнение контейнера водой, слив воды и затем повторение цикла), так как они черпали и опорожняли воду непрерывным движением.
- ▶ Кроме этого здесь больше использовалась тяговая сила животных или течение реки.



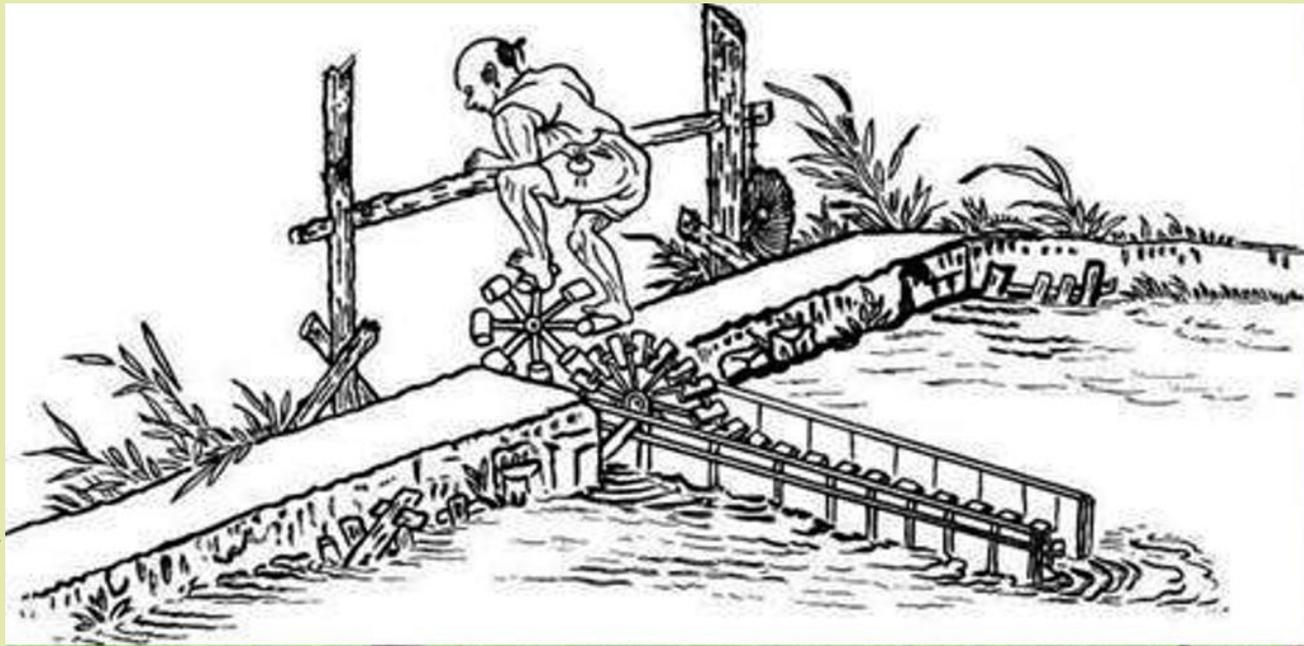
Водоподъемные механизмы

- ▶ До сих пор в Сирии сохранились в работоспособном состоянии 22 водяных колеса возрастом около 3000 лет.
- ▶ Это огромные деревянные колеса диаметром до 21 м и весом до 20 тонн.
- ▶ Они приводятся в движение течением воды в реке или канале и забирают воду с помощью деревянных желобов, прикрепленных под углом к окружности колеса.
- ▶ Когда желоб проходит через высшую точку колеса, вода выливается в водоотводный желоб.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Следующим крупным шагом в истории развития водоподъемной техники был переход к системе «конвейера».
- ▶ Конвейер этот состоит из приводимого в движение колеса с прикрепленными к нему сосудами; сосуды зачерпывали воду и поднимали ее с нижележащего горизонта реки или канала в арычную сеть вышележащего берега.



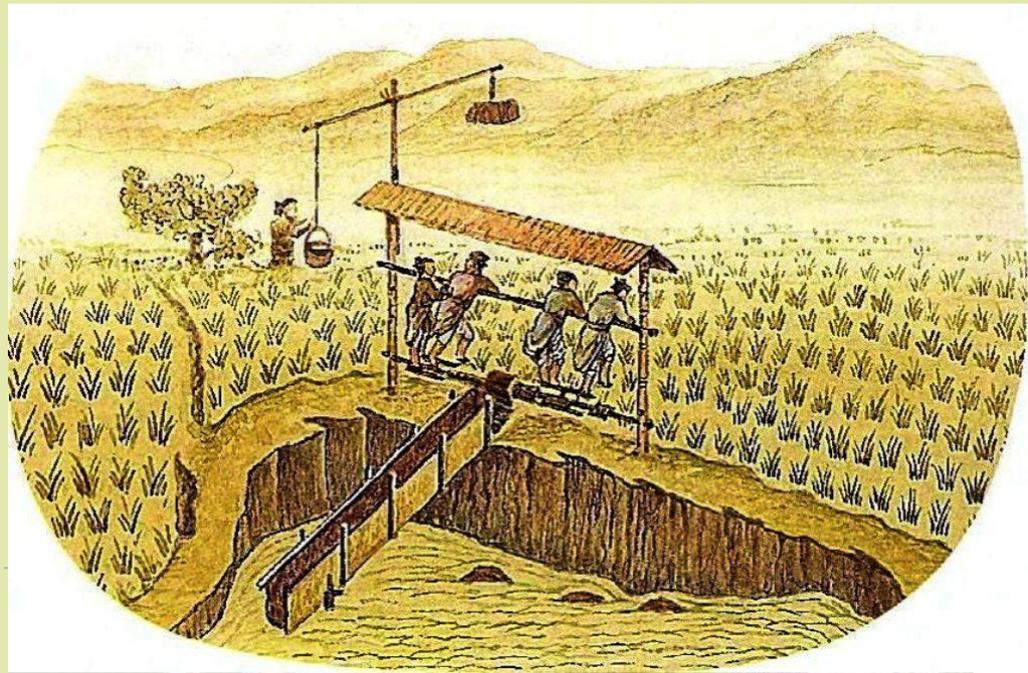
Водоподъемные механизмы

- ▶ В Китае, наряду с колесным конвейером, пользуются и несколько иным его видом - «ленточным».
- ▶ Такой конвейер представляет собою полотно из подвижно соединенных друг с другом в одну цепь дощечек, скользящих по наклонно поставленному длинному желобу.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Цепь дощечек, огибая нижний погруженный в воду и утвержденный на оси конец желоба, движется вверх по наклонной плоскости, гоня перед собой воду; на вершине желоба цепь непрерывно огибает вторую ось.
- ▶ Вода, достигая вершины желоба, стекает оттуда в другой желоб, подающий воду на поля.

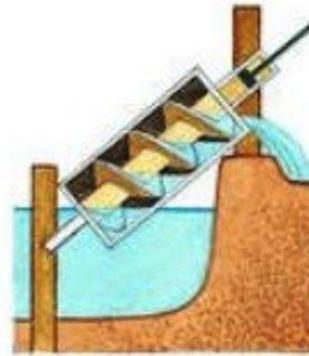


Водоподъемные механизмы

- ▶ Это китайское водоподъемное сооружение бывает двух видов: неподвижное и переносное.
 - ▶ В первом случае оно соединено с передаточным механизмом, вращаемым силой животного.
 - ▶ Во втором случае сооружение это устанавливается на любом месте у берега реки.
 - ▶ Иногда ось приводится в движение рукой одного человека, в других случаях - около вершины желоба на продолжении оси находятся накрест вбитые планки ступеней, по которым проворно переступают ногами один или два человека, упирающиеся вверху руками в опорную перекладину стойки.
 - ▶ Эти машины отличаются своим легким весом и свободно переносятся одним человеком.
-

Водоподъемные механизмы

- ▶ Очень близок к ленточному конвейеру по своему техническому принципу так называемый **винт Архимеда**.
- ▶ Создание этого водоподъемного винта совершенно ошибочно приписывается Архимеду, жившему в 111 в. до н. э., так как на самом деле такой винт применялся в Египте до него.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Для изготовления винта брали бревно, цилиндрически обструганное, длиной раз в 7—10 больше, чем диаметр бревна. На обоих концах наносили пометки, делившие окружность бревна на 8 частей, причем пометки на обоих концах должны были находиться на одной линии; эти линии наносились на бревно. Затем на боковой поверхности бревна наносились круговые линии, располагавшиеся друг от друга на расстоянии, равном $1/8$ окружности бревна.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Наконец, через места пересечения горизонтальных и "вертикальных" делений наносили диагонали, обвивавшие все бревно.
- ▶ По этим диагональным линиям прикрепляли затем тонкие, густо посмоленные, планки.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Бревно с прикрепленными к нему винтообразными планками закрывалось затем футляром из продольно уложенных досок, также густо просмоленных.



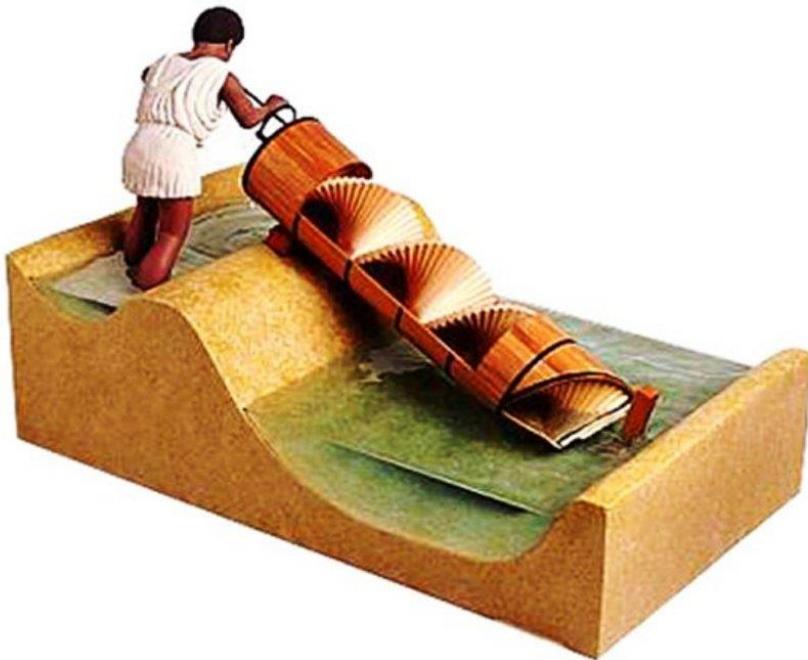
Водоподъемные механизмы

- ▶ Этот футляр охватывался металлическими обручами.
- ▶ Концы балки были укреплены в металлических цапфах таким образом, что все сооружение могло вращаться.



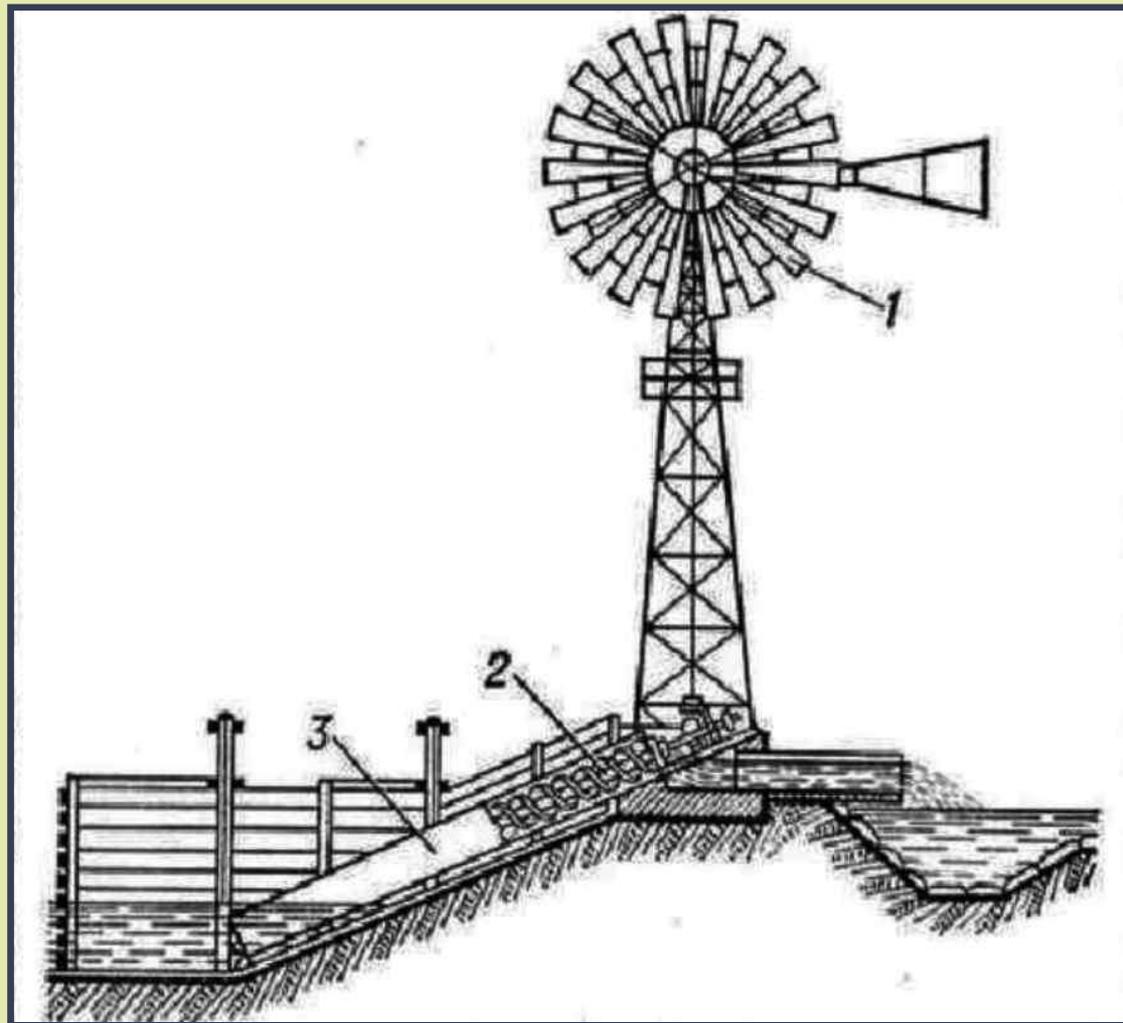
Водоподъемные механизмы

- ▶ Винт приводился в движение давлением ног человека или силой рук.
- ▶ Это сооружение укладывалось наклонно, причем один его конец был опущен в воду; при вращении винт захватывал воду и постепенно подымал ее.
- ▶ Винт обладал большей производительностью, чем шадуф.



Водоподъемные механизмы

- ▶ Позже Архимед усовершенствовал этот механизм.
- ▶ Устройство могло работать как от ручного привода, так и с использованием тяговой силы животных и ветра.



Резервуары для хранения воды и ирригации



Кяриз

- ▶ Говоря о древних ирригационных системах и устройствах, нельзя не упомянуть о **кяризах** и **сардоба**.
- ▶ **Кяриз, кариз, кяхриз или канат** — традиционная подземная гидротехническая система в городах и селениях Азербайджана, Средней Азии и Ирана, совмещающая водопровод и систему орошения.
- ▶ Самый древний и крупнейший из кяризов находится в иранском городе Гонабад, он отмечен ЮНЕСКО как объект всемирного наследия.
- ▶ Спустя 2,700 лет после создания он до сих пор обеспечивает питьем и водой для сельского хозяйства почти 40 тысяч человек.

Кяриз

- ▶ **Кяриз** представляет собой подземный канал (глиняная горизонтальная штольня), соединяющий место потребления с водоносным слоем. Кяризы, как правило, имели галерею с поперечным сечением, позволявшим свободно проходить людям, роющим кяриз.



Кяриз

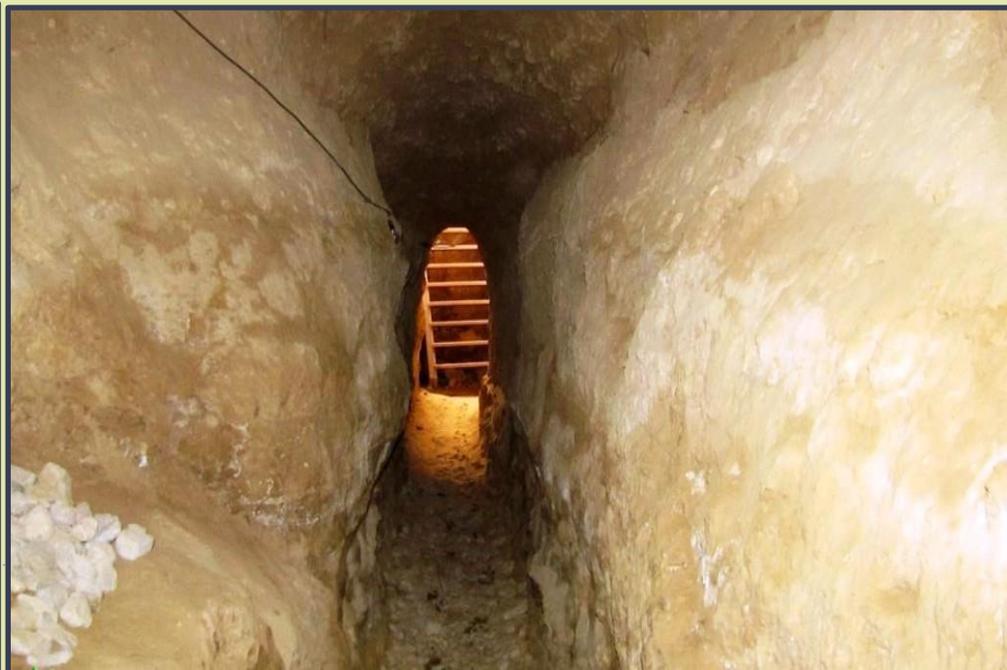
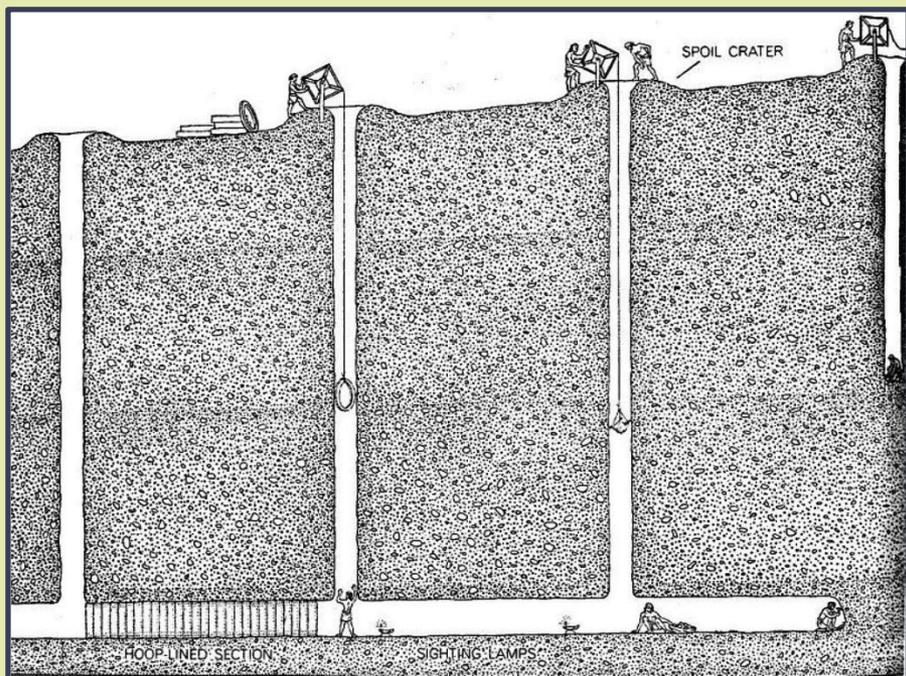
Технология чаще всего **используется** в областях со следующими характеристиками:

- ▶ Отсутствие крупных рек с круглогодичным стоком воды, достаточным для поддержания орошения.
 - ▶ Потенциальные плодородные области вблизи крутых гор или горных хребтов.
 - ▶ Сухой климат с сильным испарением с поверхности, так что поверхностные водоемы и каналы приведут к большим потерям.
 - ▶ Водоносный горизонт в потенциальной плодородной области, который слишком глубокий для полезного использования простых скважин.
-



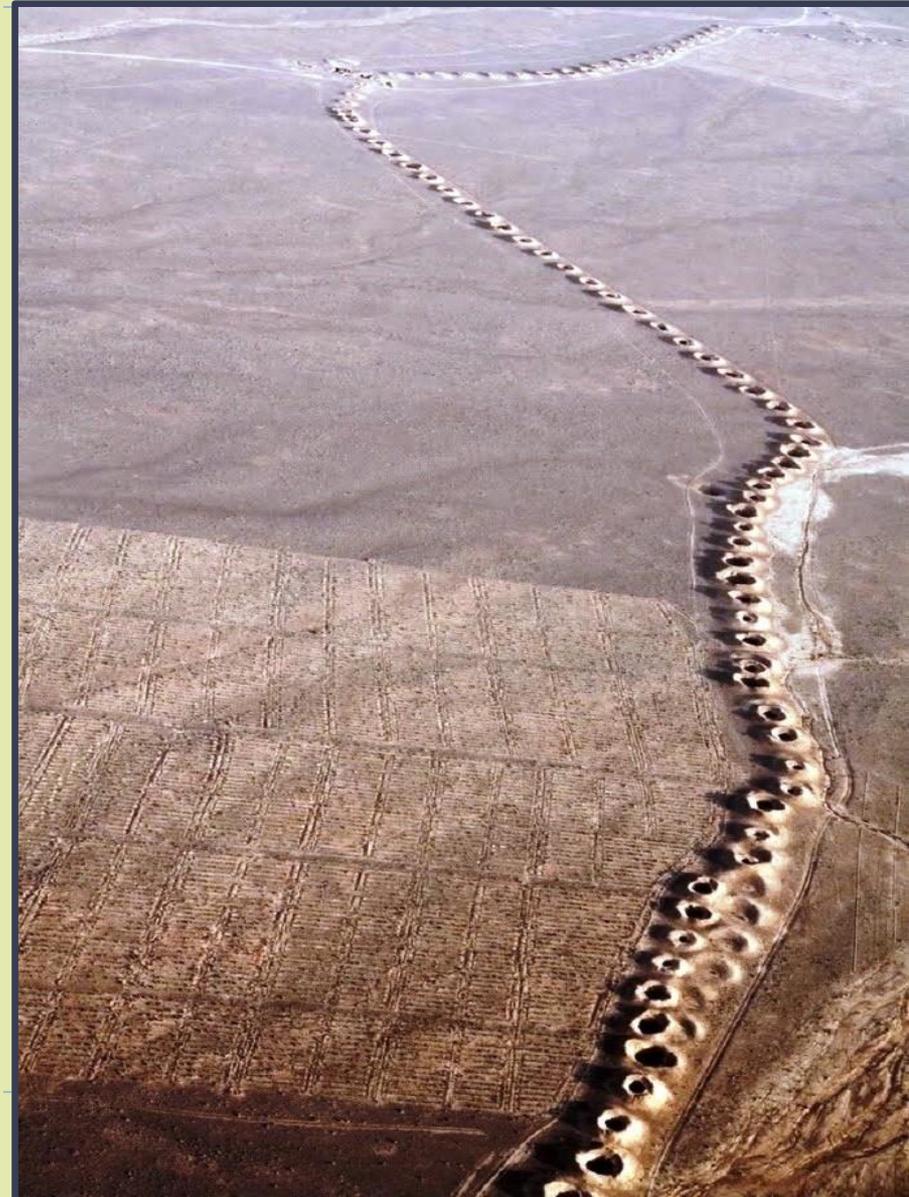
Кяриз

- ▶ Самым важным элементом является пологий туннель, скрытый под толстым слоем почвы. Благодаря этому кяриз минимизирует потери, вызванные испарением в пустынном климате, позволяя ему транспортировать воду на гораздо большие расстояния, чем в случае установок с открытой водой (например, акведук).



Кяриз

- ▶ Остальной частью конструкции являются вертикальные колодцы-диканы доступа, которые во время работы также позволяют отслеживать состояние туннеля и устранять заторы.
- ▶ Материал, извлеченный из стояка, обычно остается возле входа, так что всю поверхность можно увидеть в виде ряда небольших земляных насыпей.



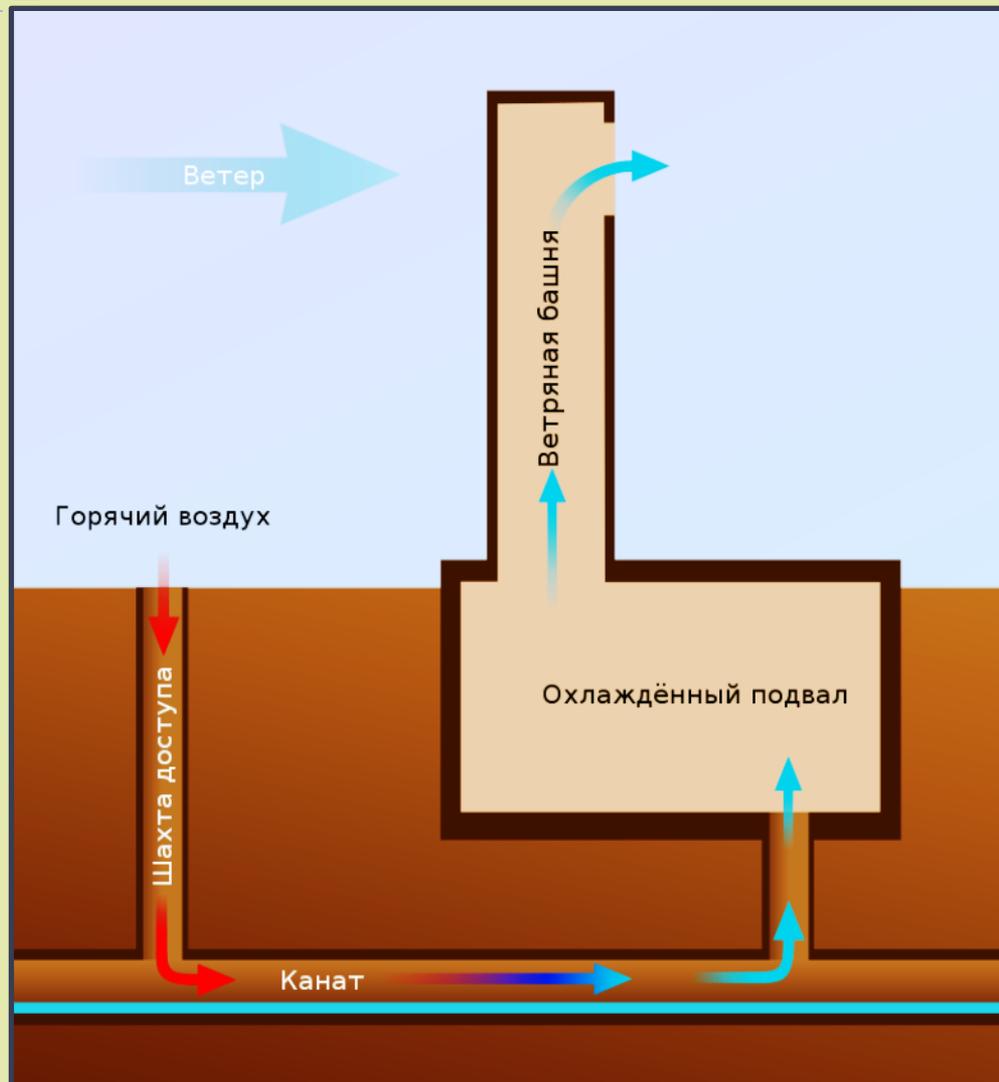
Кяриз

- ▶ Кяризам не требуется энергия для подачи воды, но они требуют интенсивного обслуживания. Это во многих местах привело к их замене водой, закачиваемой из скважин на месте.
- ▶ Это, в свою очередь, влияет на каналы, так как откачка снижает уровень в их исходных водоносных горизонтах, и каналы затем высыхают.
- ▶ Эта судьба затронула многие Кяризы в Сирии.
- ▶ Если вода не берется из водоносных горизонтов ниже канала, канал обеспечивает сбалансированный поток в течение всего года.



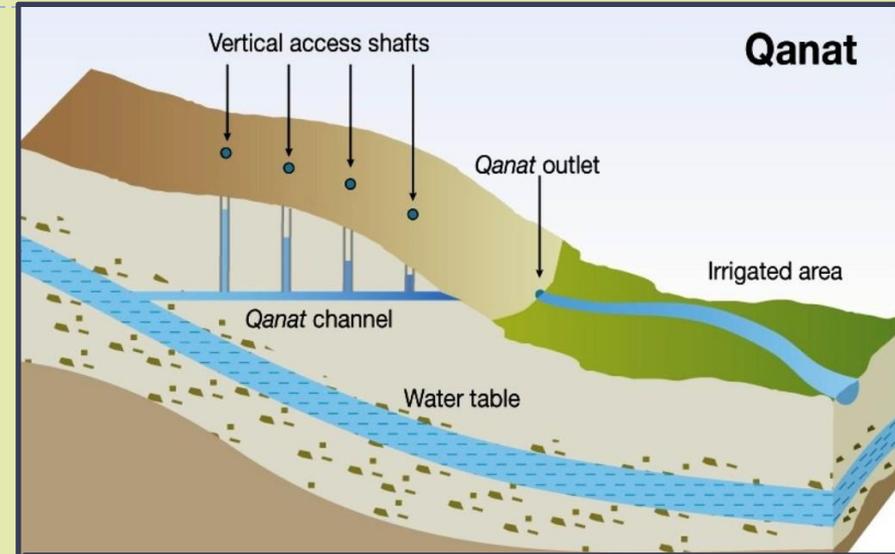
Кяриз

- ▶ Благодаря системе колодцев воздух постоянно проходит через канал, который охлаждается водой и окружающей землей. Это используется для охлаждения жилищ возле кяриза и прежде для охлаждения холодильников, которые хранили лед, собранный зимой, замороженным в жаркие периоды года.

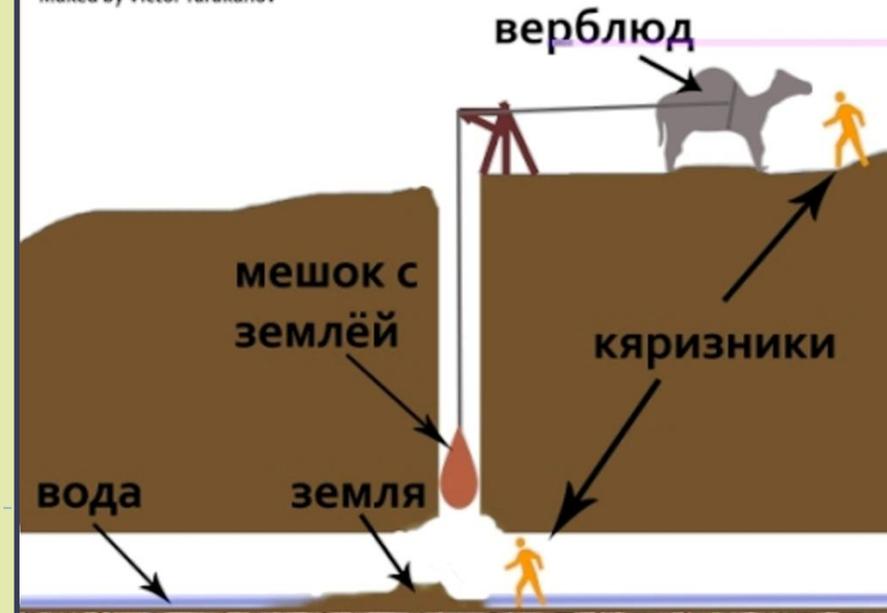


Кяриз

- ▶ Чтобы начать строительство, необходимо найти источник воды. Их обычно ищут там, где конус выноса встречается с основанием гор или холмов. Строители, следя за ходом периодических водотоков, ищут признаки влажной почвы, такие как растения с глубокой корневой системой. Если пробная скважина позволяет определить наличие достаточного количества воды, будущий курс туннеля отмечен на земле.



Maked by Victor Tarakanov



Кяриз

- ▶ Традиционная подземная гидротехническая система – кяризы тысячелетиями служили нашим предкам единственным источником воды.
- ▶ Одна из таких водоснабжающих систем использовалась в Нуратинской области.



Сардоба



- ▶ *Сардоба*, также Сардоб, Сардоб Аб-анбар — буквально хранилище для воды— гидротехническое архитектурное сооружение хозяйственного назначения в некоторых районах Турции, Ирана и Центральной Азии; заглубленный в землю и накрытый каменным сводом бассейн — для сбора, хранения и употребления пресной питьевой воды.

Сардоба

- ▶ Свод или гумбаз над бассейном предотвращал значительное испарение воды, в определённой мере защищал от пылевых и песчаных бурь, создавал постоянную тень.



Сардоба

- ▶ Вода в таких хранилищах оставалась холодной в самый знойный период года.



Сардоба

- ▶ Если вокруг бассейна-хауза располагалась галерея, тогда сардоб служил местом отдыха и сна в тени под сводами купола



Сардоба

- ▶ В городах и селениях сардобы располагались на больших площадях и в дворцах правителей. Как архитектурное сооружение, сардоба обычно представляла собою углубленный в землю бассейн-хауз полусферической формы с галереей или без неё, накрытый полусферическим куполом с одним или несколькими входами внутрь сооружения.



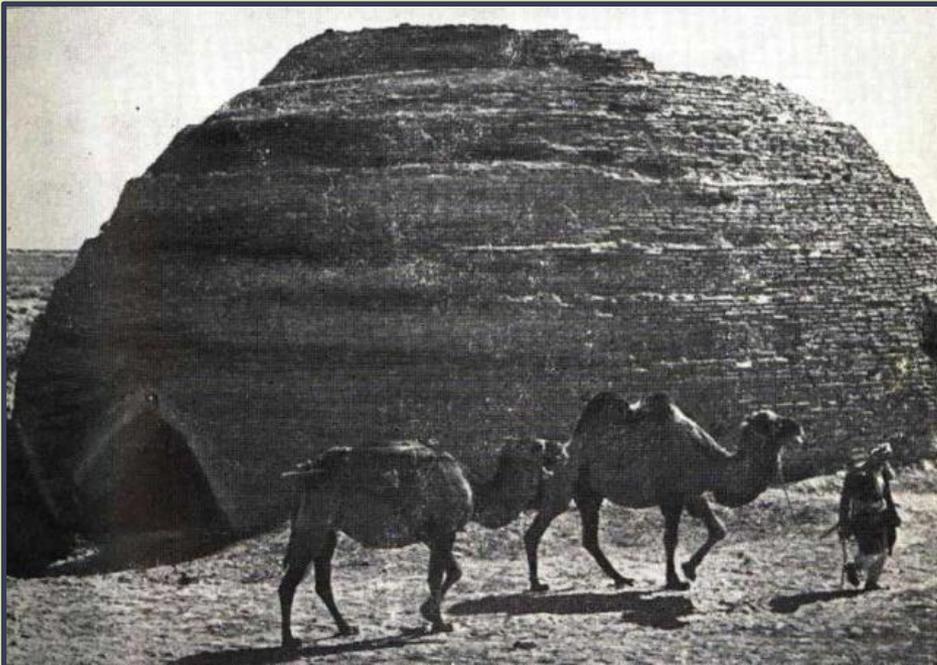
Сардоба

- ▶ Сардоб заполнялся дождевыми и талыми водами, иногда водами из каналов или ручьев, зачастую они сооружались на пути следования подземных каналов кяризов.



Сардоба

- ▶ Часто сардоба сооружались при караван-сараях на сухопутных торговых путях для отдыха и удовлетворения потребностей в воде для человека и животных.
- ▶ Гумбаз — сферический купол сардобы, служил также хорошим ориентиром и на плоских равнинах был далеко виден.



Ступенчатые колодцы

- ▶ В древней Индии использовались **многоступенчатые колодцы**.
- ▶ **Ступенчатые колодцы** — это колодцы или пруды, в которые вода попадает, спускаясь по ступенькам до уровня воды.



Ступенчатые колодцы

- ▶ Они могут быть многоэтажными с волом, поворачивающим водяное колесо, чтобы поднять воду из колодца на первый или второй этаж.
- ▶ Строительство ступенчатых колодцев в основном утилитарное, хотя они могут включать в себя украшения архитектурного значения и быть храмовыми танками.



Ступенчатые колодцы

- ▶ Ступенчатые колодцы были разработаны, чтобы справиться с сезонными колебаниями в доступности воды.
- ▶ Основное различие между стремянками, с одной стороны, и резервуарами и колодцами, с другой, состоит в том, чтобы облегчить людям доступ к грунтовым водам и поддерживать и управлять скважиной.



Контрольные вопросы по теме

1. Какова роль географических факторов в возникновении земледелия?
2. Что такое каирное земледелие?
3. Когда и где возникли первые ирригационные сооружения на территории Узбекистана?
4. Как функционировали первые водоподъемные механизмы?
5. В чем различия действия различных водоподъемных механизмов?



Спасибо за внимание!

