Литература

1. **В.Г. Горбацкий “Лекции по истории астрономии”, 2003**
2. **И.А. Климишин “Открытие Вселенной”, 1987**
3. **А. Паннекук “История астрономии”, 1966**
4. А.И. Еремееева, Ф. Цицин “История астрономии”, 1989
5. **Ю.Н. Ефремов “Вглубь Вселенной”, 2003**
6. **К. Саган “Космос”, 2004**
7. **Уитни “Открытие нашей Галактики”, 1971**
8. **Дж. Хокинс, Дж. Уайт, Разгадка тайны Стоунхенджа, 1984**

900igr.net

Введение

7-5-е тысячелетие до н.э. – начало неолитической революции

До этого человек занимался в основном собирательством и охотой

Природа воспринималась им пассивно

Переход к земледелию и животноводству означал активное вмешательство человеком в природу

Чтобы оно было успешным, нужны были знания, которые черпались из повседневного опыта

Введение

(1) Появление начальных сведений по астрономии - хозяйственная деятельность.

При полевых работах требовалось учитывать наступление различных сезонов года. Заметили, что смена времен года связана с полуденной высотой Солнца, с появлением на ночном небе определенных звезд.

Дальнейшее развитие человеческого общества - потребность в измерении времени и в летосчислении.

Все это могли дать и давали долговременны наблюдения над движением небесных светил:

- без всяких инструментов,
- не очень точные,
- вполне удовлетворяли практическим нуждам.

(2) Далекое, не изменяющееся и недоступное небо считалось областью идеального, а значит, и обиталищем богов. Жрецы, “узнававшие от богов” их волю и сообщавшие ее правителям и народу, стали первыми наблюдателями небесных явлений. Они и устанавливали первые закономерности движения небесных тел.

Т.е. возникновение астрономии как науки было вызвано одновременно как **духовными** (религия), так и **практическими** (земледелие) потребностями общества.

Первые систематические астрономические знания появились там, где эти потребности вышли на первый план.

Астрономия в постнеолитический период

6-5-е тысячелетие до н.э.

Юго-Западная Азия (Двуречье – долины Тигра и Евфрата),
Северная Африка (долина Нила),
Индия (долина Инда и Ганга),
Китай (долина Хуан-Хэ).

Происходило освоение этих долин и заселение земель

4-3-е тысячелетие до н.э.

Средиземноморье,
Центральная Европа (включая Британские острова).

Сходные процессы

Это те культуры, которые дали начало первым астрономическим знаниям

Междуречье - Шумер

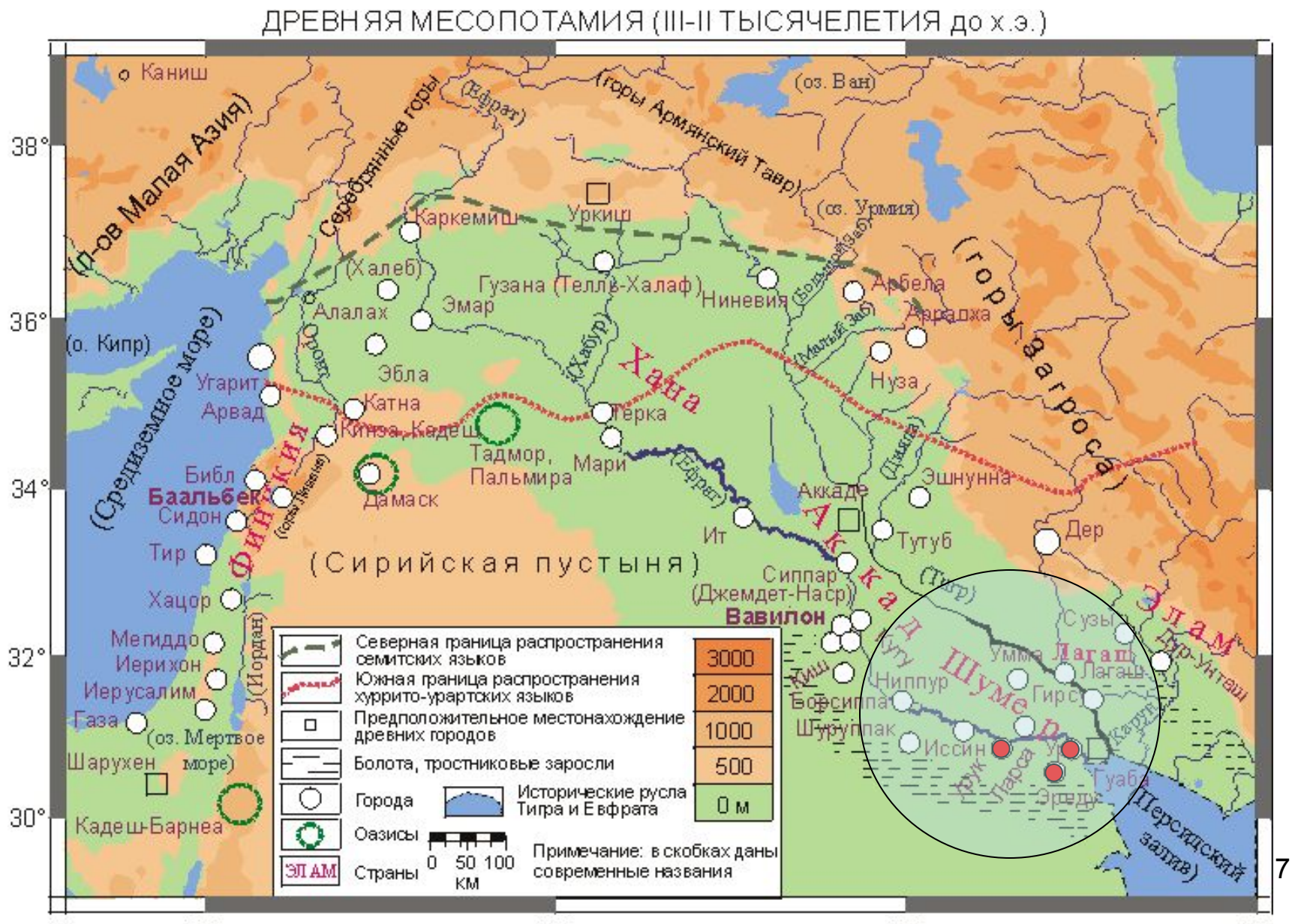
Первые памятники письменности - **4-е тысячелетие до н. э.**, хотя сами области, судя по раскопкам были заселены еще в **6-м тысячелетии** народами, использовавшими металлы

5-е тысячелетие до н.э. – шумеры основали ряд поселений

3-ье тысячелетие до н.э. – города возникшие на основе этих поселений (например, Ур, Эриду, Урук) объединились в единое государство Шумер

История астрономии

Междуречье - Шумер



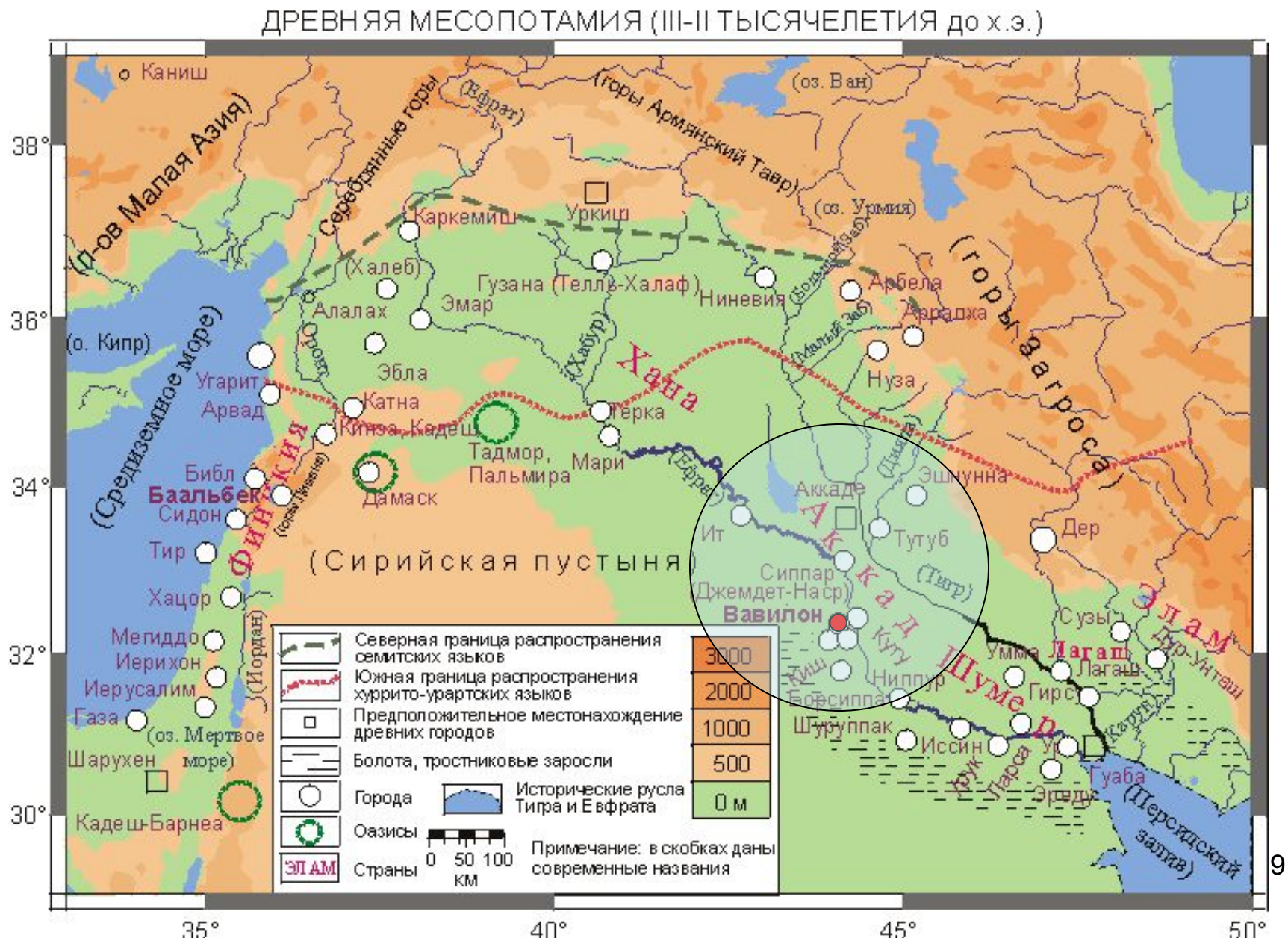
Междуречье - Вавилон

~ 2700 г. до н.э. Царь соседнего государства Аккад **Саргон** завоевал Шумер

Образовалось Шумеро-Аккадское государство со столицей в Вавилоне (*Биб-илн* – “Врата бога”)

История астрономии

Междуречье - Вавилон



Междуречье - Вавилон

Элементы астрономии и математики в Вавилонии появились как ответ на запросы земледелия. Этому способствовало наличие развитой системы **письма**, возникшей еще в Шумере

Пиктография

Затем **клинопись**

Археологами обнаружены целые библиотеки с десятками тысяч таблиц

Клинопись. Персеполис

История астрономии
Междуречье - Вавилон

Вавилоняне изобрели **позиционную** систему записи чисел!

Система счисления была шестидесятиричной

Перешла к грекам, а затем к арабам

Окружность разбивалась на 360^o – 360 дней в году

Откуда разбиение 1^o = 60’, а 1’ = 60’’ - ???

И для времени, и для углов

(Птолемей – более мелкое разбиение.
Секунда - на 60 терций,
терция — на 60 кварт и т. д.
Это относилось и к числам вообще.)

Междуречье - Вавилон

Религия, как и в других местах, после анималистической стадии приобрела астральный характер

Шумеры и вавилоняне почитали семь светил: Солнце, Луна и 5 планет

Отголоски почитания планет - в наименованиях дней недели у многих европейских народов

Lundi, Mardi, Mercredi, Jeudi

Saturday

История астрономии
Междуречье - Вавилон

Календарь – **лунный** (+ **интеркаляция**)

Выделяли созвездия

Со временем стали следить за движениями планет, особенно за Венерой – использовали эти сведения для различных предсказаний

Междуречье - Вавилон

2-е – начало 1-го тысячелетия до н.э. Вавилон был завоеван ассирийцами

Ассирийский царь **Синахериб** в конце **VII века до н.э.** разрушил Вавилон. Затем он был восстановлен его сыном - царем **Асархаддоном** (годы правления – **680-669 гг. до н. э.**)

Вся вавилонская культура была полностью воспринята завоевателями

Умели предсказывать движение Солнца, Луны, планет и затмения

Это были чисто эмпирические знания. Никакой теории за этим не стояло.

Египет

Древний Египет – почти одновременно с Шумером

4-е тысячелетие до н.э. самостоятельные в политическом и культурном отношении области (40 “номов”) объединились. Древнее царство со столицей в Мемфисе

Письменность

Материалом служили пластинки папируса, на которых писали чернилами

История астрономии
Египет

Счет времени!

Создали солнечный календарь

12 месяцев по 30 дней + пять дополнительных дней

Сутки разделили на 24 часа

По существу именно этот календарь в эпоху Древнего Рима был положен в основу **юлианского календаря**

История астрономии
Египет

Ночные часы определялись особым способом

Месяцы разбивались на **декады**

Выбирались звезды (**“деканы”**), восходящие при рассвете и быстро гаснущие при восходе Солнца (**“гелиактический восход”**)

На каждую декаду - определенная звезда. По ней - последний час ночи (в течение декады ночь отодвигалась в сторону темноты)

Полный оборот неба - 36 деканов

Ночь - на 12 частей. Позже сутки - на 24 одинаковых часа

(Выбивалось на каменных саркофагах – например, какие звезды можно увидеть для каждого из 12 часов ночи)

История астрономии
Египет

Разливы Нила

Дата начало разлива была близка к дате гелиактического восхода Сириуса

За положением Сириуса на небе жрецы следили особенно тщательно

Распространение древней культуры

Миграция населения способствовала распространению культуры Вавилона и Египта на запад (в Европу) и на восток (в Индию и Центральную Азию)

Этому способствовало и наличие развитой письменности

Важнейшая роль в “пропаганде знаний” - финикийцам (через торговлю)

Финикийцы изобрели **алфавит** на основе египетского иероглифического письма (24 согласные, позже в античной Греции к ним добавили символы для гласных)

Легко вести учетные записи и легко обучать письму

История астрономии
Стоунхендж

Stonehenge - (stone + to hang) - “висячие” камни

Древнейшее сооружение в Европе

Храмовый комплекс в юго-западной Англии вблизи города Солсбери

История астрономии

Стоунхендж

Стоунхендж

Дж.Хокинс, Дж.Уайт

"Разгадка тайны Стоунхенджа", М., 1973

Стоунхендж

Есть сильные разночтения в том, к какому времени относить начало строительства этого сооружения

Выделяют три стадии постройки

Стоунхендж I - ~ **2900 – 2100 г. до н.э.** (время среднего неолита) – культовое сооружение для поклонения Солнцу и Луне

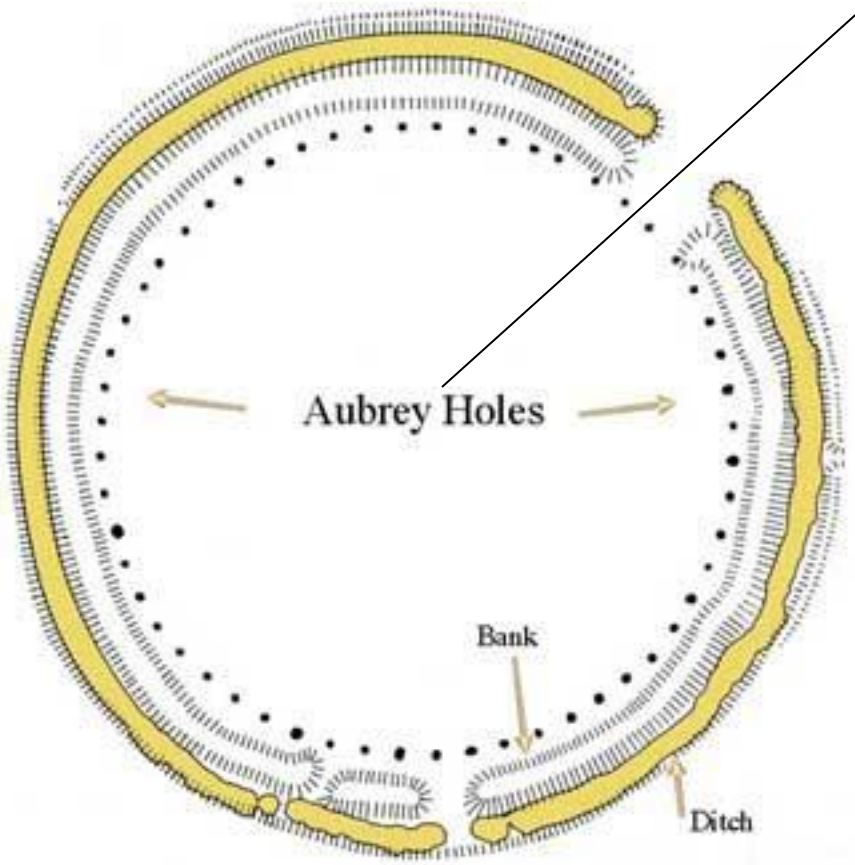
Стоунхендж II - ~ **2100 – 2000 г. до н.э.**

Стоунхендж III - ~ **2000 – 1500 г. до н.э.**

История астрономии
Стоунхендж I

~ 85 м - пяточный камень (steel stone)

Ось входа была ориентирована на точку восхода Луны в северном положении (ширина входа – предельные азимуты)



~ 90 м

Лунки Обри (**17 в.**) – глубина > 1 м, диаметр ~ 2 м

Стоунхендж I

Первоначально Стоунхендж был храмом, посвященным Луне

- Ориентация входа в кольцо – направление на точку восхода Луны в ее самом северном положении в течение примерно восемнадцатилетнего цикла (ширина входа, ограниченного в начале двумя камнями)

Стоунхендж I

Храм, посвященный Луне

- Число лунок Обри дает полный цикл повторения фаз Луны в выделенном направлении (полный цикл определялся в 18.81 солн. лет)
  56 = 18+19+19
  19 лет = 235 синодических месяца (фазы приходятся на один и тот же день)
  За 56 лет - полный цикл движения Луны по небосводу.
  Перекладывая ежегодно камни в лунках, можно предсказывать фазы Луны
  В дальнейшем основное направление было изменено (9°) и стало указывать на точку восхода Солнца в день летнего солнцестояния

Стоунхендж I

Пяточный камень

Высота ~ 5 м

Вес ~ 35 т

Стоунхендж II

Около **2100 г . до н. э.**

Был установлен первый ансамбль мегалитов, или “больших камней”

82 голубых камня, весом до пяти тонн каждый

Два небольших концентрических круга на расстоянии примерно 1,8 метра друг от друга и примерно в 10,5 метрах от центра

Двойной круг имел узкий вход с северо-восточной стороны. Этот вход располагался все на той же осевой линии от центра к Пяточному камню, который был оставлен в неприкосновенности

Стоунхендж II

Около **2100 г . до н. э.**

Внутри кольца – 4 позиционных камня.

Восход и заход Солнца в дни летнего и зимнего солнцестояния

Восход и заход Луны

Как и Стоунхендж I, Стоунхендж II строился около ста лет или, может быть, несколько меньше

К тому времени, когда постройка Стоунхенджа II была окончена, кончился и британский каменный век

Стоунхендж III

~ 2000 – 1500 г. до н.э.

Двойной круг из голубых камней, начатый в эпоху Стоунхенджа II был разобран и заменен кольцом из сарсеновых валунов – **сарсеновое кольцо**

Непосредственно вокруг центра была воздвигнута подкова из пяти трилитов

Подкова трилитов открывалась на северо-восток

Она была ориентирована так, что ее ось совпадала с основной осью, шедшей от центра к точке восхода Солнца в день летнего солнцестояния, т.е. по направлению к пяточному камню

Стоунхендж III

Сарсеновое кольцо
(диаметр 22 м)

30 арок –
синодический месяц
29.53 суток

Камешек метка
передвигался
по кругу лунок (30)

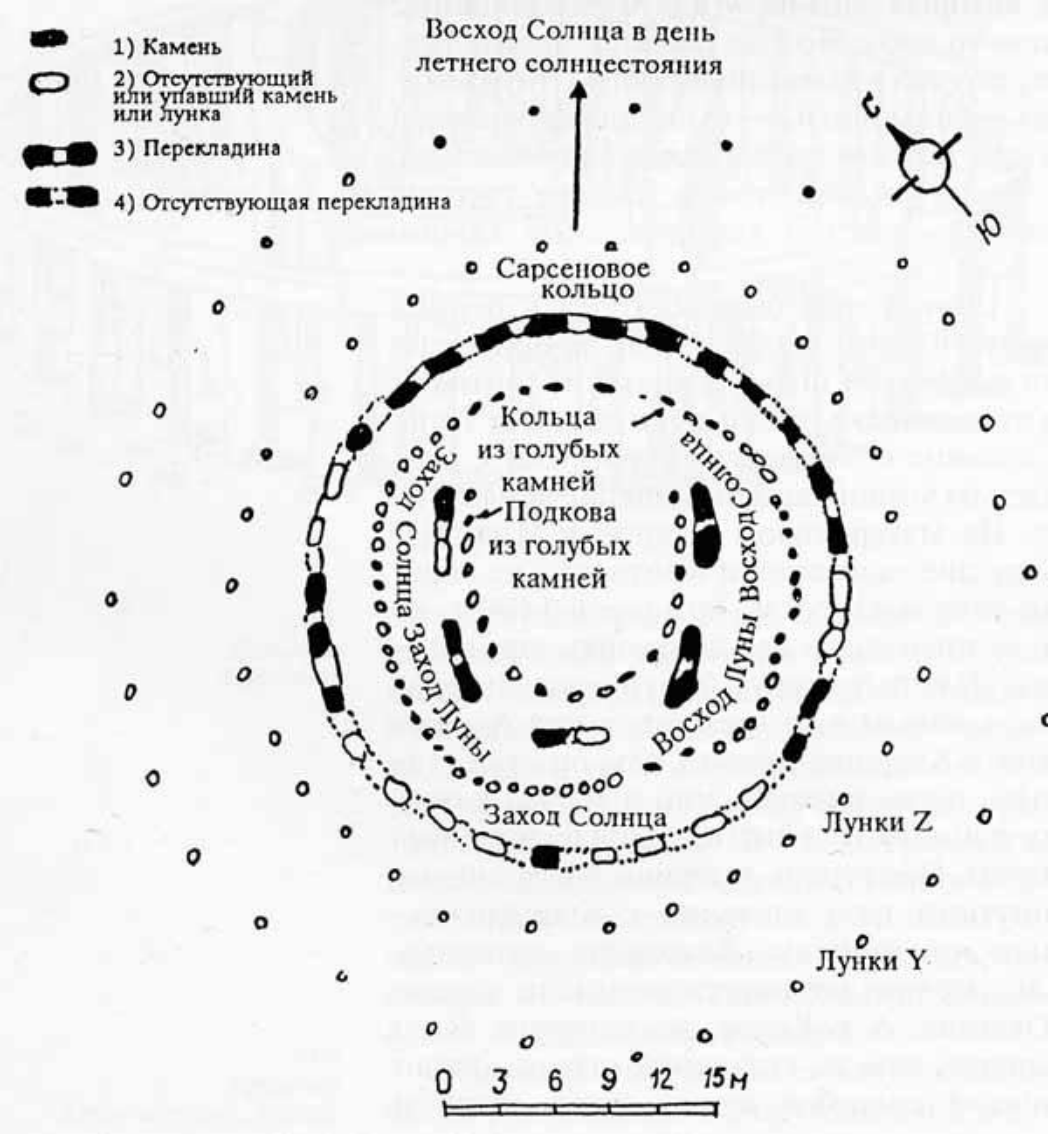
Стоунхендж III

Трилиты подковы

Высота “ворот”

6-7 м

История астрономии
Стоунхендж III



Стоунхендж III

Из книги Хокинса:

“Я установил свою 8-миллиметровую кинокамеру с телеобъективом таким образом, чтобы в ее поле зрения оказалась сарсеновая арка, через которую в отдалении виднелся Пяточный камень; он казался еще темнее, чем черная земля. Мы ждали. Сиреневый туман клубился в долине, и мы опасались, что он закроет Солнце.”

Стоунхендж III

Из книги Хокинса:

“Неожиданно в яркой полосе света на северо-востоке мы увидели его — первый красный луч Солнца — как раз над вершиной Пяточного камня!”

Стоунхендж III

Из книги Хокинса:

“…В день летнего солнцестояния полный диск Солнца восходит над Пяточным камнем с такой точностью, что, будь я человеком каменного века, я был бы в восторге, или напуган, или удовлетворен, или потрясен, или испытывал бы еще какие-нибудь чувства (в соответствии с желанием жрецов-астрономов) только благодаря тому, что направление, определяемое камнями, выбрано так удачно.”

Стоунхендж III

В Стоунхендже положение многих камней задает выделенные направления на крайние положения Солнца и Луны

Есть далеко идущие предположения, для чего это могло использоваться

Стоунхендж III

Например, если в момент зимнего солнцестояния полная Луна восходит над пяточным камнем, то это означает, что она находится в узле орбиты и должна, двигаясь вокруг Земли, войти а в ее тень – **полное лунное затмение**!

? 56T (тропический) – 59 E (драконический).

Если это было известно, то, передвигая камни по лункам Обри (следя за перемещением узлов лунной орбиты), можно было предсказывать затмения

Итог

Переход от неолитического образа жизни к государственным формациям происходил более или менее одинаково на различных территориях. Уровень знаний о природе, возникший из потребностей нового устройства жизни также был примерно одинаковым

Были известны ***особенности движения светил***,

подмечена ***периодичность*** их ***движения***,

что ***позволило создать календарь*** и

измерять большие промежутки времени

Однако эти знания еще не делали астрономию наукой, ибо вопрос о причинах еще не ставился

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

Ассирийцы, завоевавшие Вавилон, восприняли его культуру

Накопление астрономических знаний продолжалось

В **VII в. до н.э.** Ассирийское царство завоевали *халдеи*, пришедшие из Аравии (**Набопалассар** – годы правления **626-605 гг. до н. э.**)

Но и при халдеях никакого упадка не наступило. Наоборот, достижения нововавилонской культуры широко распространялись по странам Средиземноморья, Северной Африки и Азии

(В Вавилоне ок. 700 г. до н. э. был составлен учебник по астрономии - “Мул апин”)

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

1-я половина 1-го тысячелетия до н.э. – Месопотамию завоевали племена, пришедшие с Иранского плоскогорья. Образовалась “*страна арьев*” – Иран (Персия)

В **538 г. до н.э.** царь **Кир** завоевал Вавилон. Но и при нем никто не препятствовал вавилонским жрецам наблюдать за небесными светилами

Знания накапливались. Стало возможным уточнить лунный календарь, создававший трудности в хронологии

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

Месяц по лунному календарю должен содержать 29 или 30 дней (синодический период – 29,53 дня)

Делали **интеркаляцию** – вставляли лишний месяц

Сначала цикл интеркаляции был восьмилетним, а затем стал использоваться девятнадцатилетний цикл: (3, 3, 2, 3, 3, 3, 2) –

235 средних лунных месяцев = 19 средним солнечным годам (позже – метонов цикл)

(т.е. знали продолжительность среднего солнечного года; более того, вавилонские жрецы знали Зодиак!)

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

Нахождение количественных соотношений между периодами различных явлений в **VIII – VII веках до н.э.** явилось началом **научной астрономии** в Вавилоне

Составлялись таблицы положений Солнца, Луны и планет (**“халдейские таблицы”** – найдены при раскопках в Вавилоне)

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

Как составлялись таблицы?

Нужно определить периодичность появления лунного серпа в момент захода Солнца (начало месяца). Она зависит от

- расстояния Луны от Солнца;
- наклона небесного экватора к горизонту;
- изменения угла между эклиптикой и горизонтом;
- смещения Луны по широте

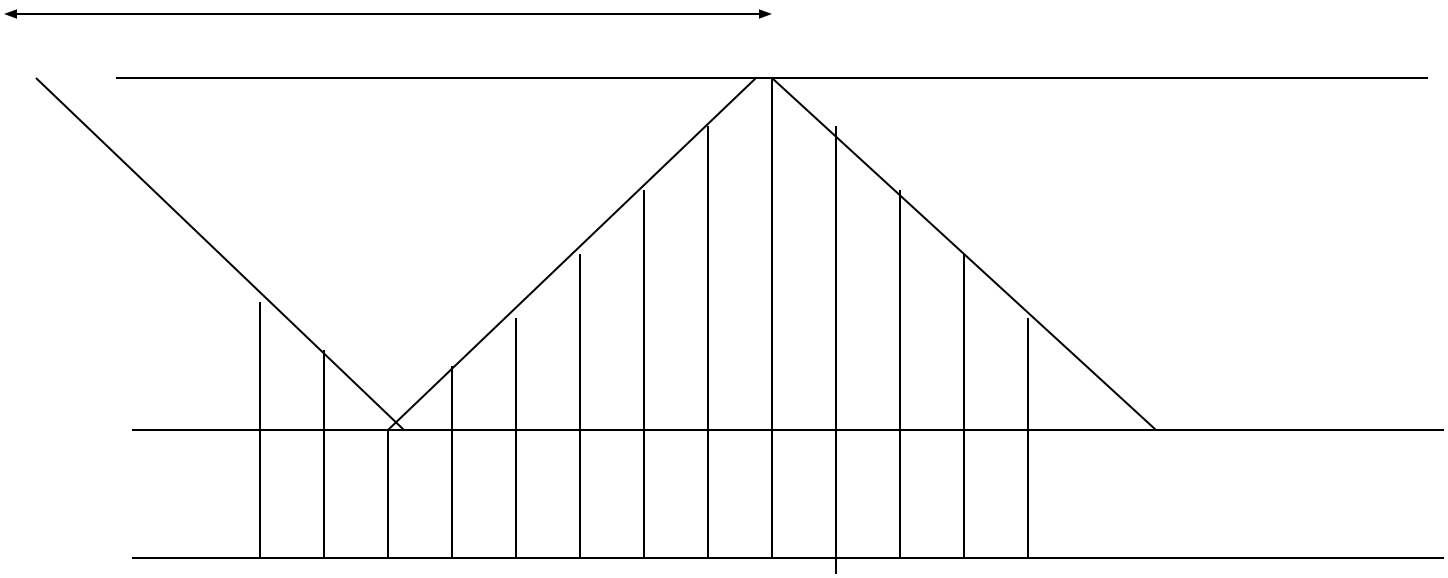
Как составлялись таблицы?

Было замечено, что “скорость” одного и того же явления, например, промежуток времени между соседними полнолуниями зависит от того, по какую сторону эклиптики оно происходит. Изменение скорости представлялось зигзагообразной линией. Искались промежутки между максимумами. При большом ряде наблюдений это давало период

В одной из табличек приводится очень точное соотношение (по ежемесячным долготам Солнца и Луны)

225 лет = 2783 синодических месяца.

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство



Как составлялись таблицы?

Если движение определяется несколькими периодами, строили более сложную зигзагообразную линию

Таким способом находилась периодичность лунных затмений

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

1. Год и месяц
2. Длина каждого месяца (в предположении постоянной скорости Солнца)
3. Скорость движения Солнца
4. Долгота Луны в полнолунии
5. Продолжительность дня и ночи, соответствующая долготе Солнца
6. Колебания широты Луны
7. Максимальная фаза затмения в зависимости от широты Луны
8. Изменения скорости смещения Луны
9. Продолжительность синодического месяца при постоянной скорости Солнца, но меняющейся скорости Луны
10. Поправка к продолжительности синодического месяца

Возможно, так был установлен сарос (18 лет 11 дн. 7 ч. 42 мин.)?

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

Халдейские таблицы содержат и эфемериды планет

Для Меркурия:

2673 раза за 848 лет восходит как утренняя звезда,

1513 раз за 480 лет восходит как вечерняя звезда

Для Юпитера:

391 синодический период = 36 периодов обращения (погрешность 20’)

Зачатки астрономии. Нововавилонское царство

Периодичность различных явлений была установлена при полном отсутствии гометрических, а тем более физических представлений об этих явлениях!

Тем не менее эти знания оказались существенными для развития астрономии в последующие эпохи (античная Греция)

К концу 1-го тысячелетия до н.э. Вавилонская наука пришла в упадок

Астрономических текстов после 70 г. н.э. не обнаружено

51