

Физические аспекты Ноева Ковчега

Сергей Кокарев
РНОЦ Логос (Ярославль)

Сведения о Всемирном Потопе

- Мифы народов мира:
 - Северная Америка – 59;
 - Южная Америка – 46;
 - Европа – 31;
 - Ближний Восток – 17;
 - Азия – 23;
 - Австралия и Океания – 37.
- Всего: 213

Библия (Гл.7, 1-5)

- 1. И сказал Господь Ною: войди ты и всё семейство твоё в ковчег, ибо тебя увидел Я праведным предо Мною в роде сём;
- 2. и всякого скота чистого возьми по семи, мужского пола и женского, а из скота нечистого по два, мужского пола и женского;
- 3. также и из птиц небесных по семи, мужского пола и женского, чтобы сохранить племя для всей земли,
- 4. ибо через семь дней Я буду изливать дождь на землю сорок дней и сорок ночей; и истреблю всё существующее, что Я создал, с лица земли.
- 5. Ной сделал всё, что Господь повелел ему.

Эпос о Гильгамеше (Таблица XI, строки 14-31)

- Богов великих потоп устроить склонило их сердце.
- Совещались отец их Ану, Эллиль, герой, их советник,
- Их гонец Нинурта, их мираб Эннуги.
- Светлоокий Эа с ними вместе клялся,
- Но хижине он их слово поведал:
- «Хижина, хижина! Стенка, стенка!
- Слушай, хижина! Стенка, запомни!
- Шуриппакиец, сын Убар-Туту,
- Снеси жилище, построй корабль,
- Покинь изобилье, заботься о жизни,
- Богатство презри, спасай свою душу!
- На свой корабль погрузи все живое.
- Тот корабль, который ты построишь,
- Очертаньем да будет четырехуголен,
- Равны да будут ширина с длиною,
- Как Океан, покрой его кровлей!»

Шатапатха-брахмана, I, 8, 1-6

4. Вскоре она стала *джхашей* (огромной рыбиной), ведь растет она очень быстро. После этого она сказала: «В таком-то году случится потоп. Тогда послушайся меня — построй корабль, а когда воды поднимутся взойди на корабль, и я спасу тебя».

5. Вырастив ее таким способом, он перенес ее в море. И в том самом году, который указала ему рыба, он послушался ее и построил корабль, а когда воды поднялись, взошел на него. Тут всплыла к нему рыба, и к ее рожу он привязал корабельную веревку, и так он быстро добрался до северной горы.

6. [Тогда] она сказала: «Я спасла тебя. Привяжи корабль к дереву. Но, чтобы тебя не смыло, пока ты будешь на горе, [сделай так]: по мере того как вода начнет убывать, ты постепенно спускайся вниз». Вот так он постепенно и спускался вниз. Поэтому этот [склон] северной горы и называют Спуском Ману. А потоп унес всех живых существ, и остался один только Ману.

Источники

1. Библия (Ветхий Завет) (синодальный перевод);
2. Эпос о Гильгамеше (пер. с аккадского И.М. Дьяконова), изд-во АН СССР, Москва-Ленинград, 1961
3. М. Элиаде, Священные тексты народов мира, Москва, Крон-пресс, 1998
4. Книга Еноха, Книга Юбилеев, СПб.: Амфора, ТИД Амфора, 2009 (пер. А.В. Смирнова)
5. Фильм «Погибший мир»

Научные гипотезы о Всемирном Потопе

1. Никола Буланже («Античность, освобожденная от ее покровов, по ее обычаям», 1766)
2. Гипотеза Райана-Питмена («черноморский потоп» 5600 до н. э., 1996)
3. А.Л. Чепалыга (Каспийский потоп, 2003)
4. J. Baumgardner (тектоническая гипотеза, 1986, 2003)
5. L. Vardiman, K. Bousselot (гипотеза парового купола, 1998)
6. McIntosh, A.C., Edmondson, T. and Taylor, S.C. (интегрированный подход, 2000)

Обзор: Джонатан Сарфати, Модель Потопа и библейский реализм,

<https://creationist.in.ua/reading/articles/273-flood-models-biblical-realism>

Группы вопросов, связанные с Ноевым Ковчегом

1. Духовно-нравственные;
2. Сравнительно-религиоведческие;
3. Исторические (датировка);
4. Географические (реконструкция маршрута);
5. Зоолого-таксологические (состав обитателей Ковчега);
6. Палеогеологические (геологические следы Потопа);
7. Физические:
 1. Физика катастрофического наводнения;
 2. Физика Ноева Ковчега

Вопросы физики Ноева Ковчега

1. Построение Ковчега;
2. Конструкционные особенности Ковчега;
3. Оценка водоизмещения пустого Ковчега и его грузоподъемности;
4. Оценка прочностных характеристик Ковчега;
5. Оценка устойчивости Ковчега как плавающего средства;
6. Оценка парусности и дрейфа Ковчега

Исходные данные: Бытие, Гл. 6, 14-16

14 Сделай себе ковчег из дерева гофер; отделения сделай в ковчеге и осмоли его смолою внутри и снаружи.

15 И сделай его так: длина ковчега триста локтей; ширина его пятьдесят локтей, а высота его тридцать локтей.

16 И сделай отверстие в ковчеге, и в локоть сведи его вверху, и дверь в ковчег сделай с боку его; устрой в нём нижнее, второе и третье жилие.

Дополнительно (Книга Еноха, отд.2, 10, Книга Юбилеев, V)

Исходные данные: Бытие, Гл. 6, 19-21

19. Введи также в ковчег из всех животных, и от всякой плоти по паре, чтоб они остались с тобою в живых; мужеского пола и женского пусть они будут.

20 Из птиц по роду их, и из скотов по роду их, и из всех пресмыкающихся по земле по роду их, из всех по паре войдут к тебе, чтобы остались в живых.

21 Ты же возьми себе всякой пищи, какою питаются, и собери к себе; и будет она для тебя и для них пищею.

Предварительные вопросы

1. Проблема длительности построения Ковчега;
2. Проблема дерева «гофер»;
3. Проблема «локтя»;
4. Проблема количества и представительства ЖИВОТНЫХ;
5. Проблема количества запасов пищи.

Длительность построения Ковчега(1)

Родословие Ноя и его сыновья (Бытие, Гл.5):

28 Ламех жил сто восемьдесят два года и родил сына,
29 и нарёк ему имя: Ной, сказав: он утешит нас в работе нашей и в трудах рук наших при возделывании земли, которую проклял Господь.

30 И жил Ламех по рождении Ноя пятьсот девяносто пять лет и родил сынов и дочерей.

31 Всех же дней Ламеха было семьсот семьдесят семь лет; и он умер.

32 Ною было пятьсот лет и родил Ной: Сима, Хама и Иафета.

Длительность построения Ковчега(2)

Начало Потопа по годам Ноя (Бытие, Гл. 7, 6):

Ной же был шестисот лет, как потоп водный пришёл на землю.

Возраст рождения первенцев в родословной Ноя (Бытие, Гл. 5):

Адам – 130 (930), Сиф – 105 (912), Енос – 90 (905),
Каинан – 70 (910), Малелеил – 65 (895), Иаред – 162
(962), Енох – 65 (365), Мафусал – 180 (969), Ламех – 182
(777), Ной – 500 (950)

Вероятно, строительство и подготовка Ковчега заняли не более 30-40 лет!

Длительность построения Ковчега(З)

Общепринятая точка зрения в экзегетике – 120 лет.

З. И сказал Господь: не вечно Духу Моему быть пренебрегаемым человеками, потому что они плоть; пусть будут дни их сто двадцать лет. (Бытие, Гл. 6, 3)

120 лет – продолжительность жизни или осталось до Потопа?

Попытки воссоздания – США

Кэм Хен, «Ответы в книге Бытия», Вильямстаун (Кентукки)
2010-2016, 100 млн. долларов, arkencounter.com



Попытки воссоздания - Голландия

Йохан Хейберс, Голландия, Дордрехт, 2008-2012 (4 человека, 5 млн. долларов, 12 000 деревьев)



Проблема дерева «гофер»

1. Упоминается только в Гл. 6, 14 Книги Бытия;
2. В Вульгате (латинский перевод Библии) *Lignis Levigatis* (гладкое или смолистое дерево);
3. Кедр, кипарис, сосна - есть индивидуальные названия;
4. Должно быть, легким, прочным, гибким, произрастать в изобилии в Месопотамии
5. Кипарис — дополнительно фунгицидное и антисептическое действие!

Свойства кипариса вечнозеленого (*Cupressus sempervirens*)

Средняя высота – 30м;

Толщина ствола – до 1м.

Время жизни – до 2000 лет

Плотность древесины – 460-485кг/куб.м

Модуль Юнга на растяжение-сжатие – 12.6ГПа

Коэффициент Пуассона (растяжение-сжатие) – 0.5-0.8

Продольный предел прочности на сжатие – 46 Мпа

Предел прочности при статическом изгибе – 76.8 Мпа

Предел прочности при скалывании – 6.5 Мпа

Проблема локтя

- Египет — 45 см (царский локоть — 52.5 см);
- Греция — 46.3 см;
- Рим — 44.4 см;
- Древний Восток — 45 см;
- Персия (царский) — 53.3 см;
- Самос — 51.8 см;
- Локоть Гудеа — 49.5 см;
- Древние евреи (эпоха второго храма) — 40 и 48 см.

Проблема количества животных

Библия, Гл.7, 2-3 (7 пар чистых животных и одна пара нечистых)

Чистые и нечистые животные: Левит, Гл.11, Второзаконие Гл.14, 3-21

Перечень нечистых животных в Танахе

Все бескопытные звери, рептилии, амфибии.

Свиньи.

Грызуны (заяц, тушканчик, мышь, даман).

Землеройки (крот).

Летучие мыши.

Все хищные птицы (орёл, гриф, ястреб, сокол, коршун, филин, сова).

Птицы-рыболовы (цапля, пеликан, чайки, лебедь).

Воронья порода.

Зуй, ибис, удог.

Страус.

Все водные животные без чешуи.

Все беспозвоночные, кроме некоторых видов саранчи.

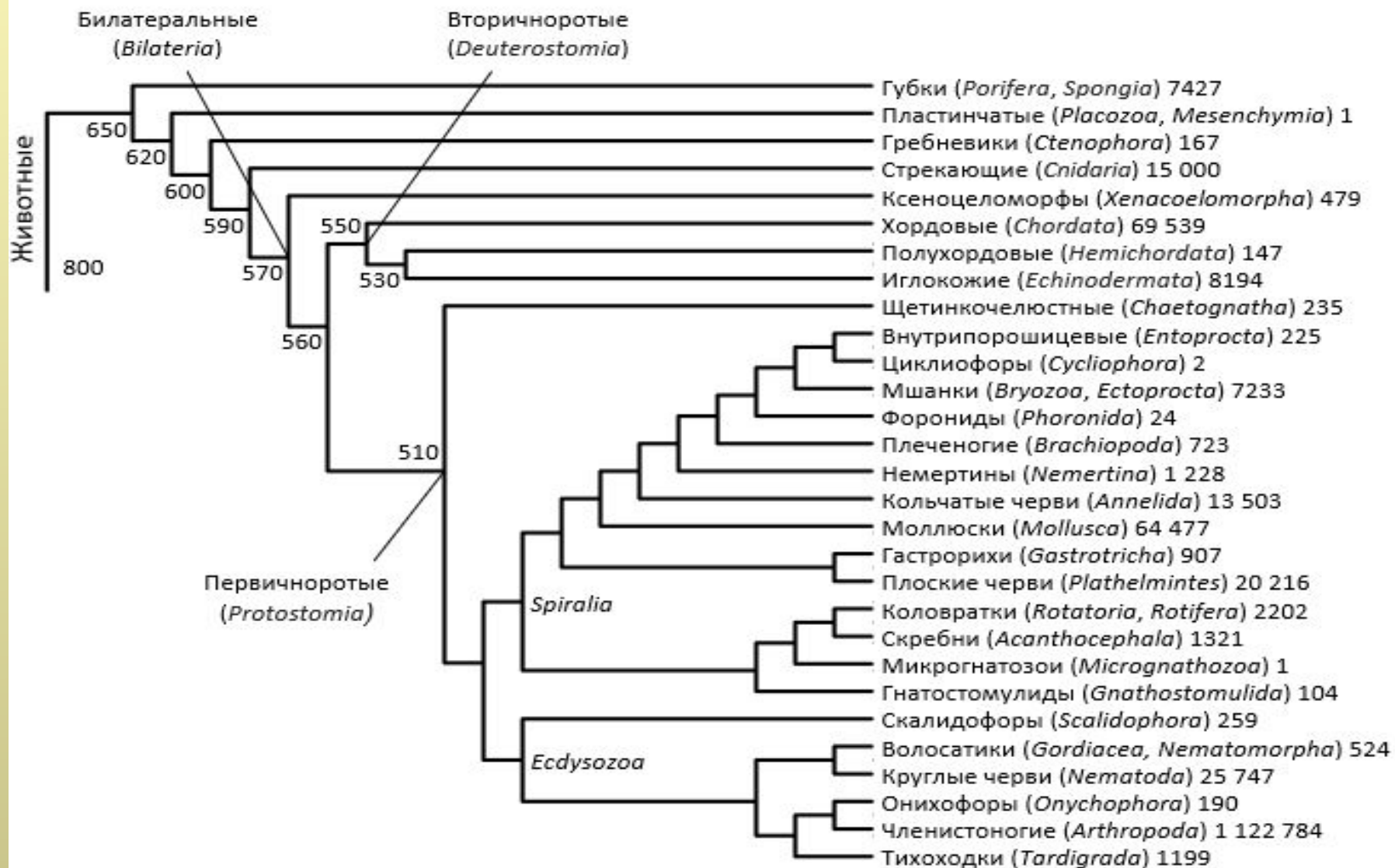
Биологические таксоны

- царство — regnum
- тип — phylum (у растений отдел — divisio)
- класс — classis
- отряд (у растений порядок) — ordo
- семейство — familia
- род — genus
- вид — species

Царства

- Бактерии
- Археи
- Протисты
- Хромисты
- Растения
- Грибы
- Животные
- Вирусы

Царство животных



Класс пресмыкающиеся

- Отряд Клювоголовые
- Отряд Чешуйчатые
 - подотряд Амфисбены;
 - подотряд Змеи (20 семейств); (1м)
 - подотряд Ящерицы (37 семейств) (50см);
- Отряд Черепахи
- Отряд Крокодилы

Примерно $2 \cdot 60 = 120$ пресмыкающихся, средним весом 5 кг

Класс Птицы

По классификации Klements, 2007: 40 отрядов (аистообразные, совообразные, буревестникообразные и т. д.), 238 семейств, 10 738 видов, 20046 подвидов.

Примерно $40 \cdot 14 = 560$ птиц средним весом 3 кг.

Класс Млекопитающие (звери)

Павлинов, 2003, Систематика современных млекопитающих.

29 существующих отрядов, 146 семейств, из них 2 отряда (Китообразные и Сирены) с 13 семействами – водные.

Примерно $130 \cdot 14 = 1820$ млекопитающих средним весом $20_{\text{кг}}$

Общий «живой вес» Ковчега

Категории	N , экз.	$m_{\text{ср.}}$, кг
Люди	8	65
Пресмыкающиеся	120	5
Птицы	560	3
Млекопитающие	1820	20

$$M_{\text{ж}} = \sum_{i=1}^4 N_i m_{\text{ср.}i} =$$

$$0.52 + 0.6 + 1.68 + 36.4 = 39.2\text{Т}$$

Расчет запаса продуктов: исходные данные и основные предположения

1. Продолжительность Потопа – 1 год (Бытие, Гл. 7, 11, Гл. 8, 14);
2. Растительная пища (Бытие, Гл.6, 19);
3. Ограниченная подвижность (основной обмен).

Закон основного обмена (закон площади)

А. Д. Слоним, Экологическая физиология животных,
Высшая школа, М., 1971

Основной обмен у различных млекопитающих
(по Morrison а. Pearson, 1947)

Объект	Вес (кг)	Основной обмен (кал) на:	
		кг/сутки	м ² /сутки
Бык	500	12	1090
Человек	65	25	920
Макак	4,2	49	670
Морская свинка	0,41	86	710
Мышь белая	0,021	170	530
Землеройка (<i>Blarina</i>)	0,020	370	1020
Землеройка (<i>Sorex</i>)	0,0035	830	1570

Основная формула для расчета

$$Q = Q_0 \left(\frac{M}{M_0} \right)^{2/3}$$

Категории	m , кг	Q , ккал/сут·экз.
Люди	65	1500
Пресмыкающиеся	5	270
Птицы	3	190
Млекопитающие	20	680

Количество условной растительной пищи

$$q \approx 200 \frac{\text{ккал}}{0.1 \text{ кг}}$$

$$M_{\text{П}} = QN \frac{T}{q}$$

Категории	$M_{\text{П}}, \text{ т}$	$\xi = M_{\text{П}}/M_{\text{Ж}}$
Люди	2.2	4.2
Пресмыкающиеся	5.9	9.8
Птицы	19.4	11.5
Млекопитающие	225.9	6.2
Итого:	253.4	6.5

Общая масса полезного груза Ковчега

$$M_{\text{Гр.}} = M_{\text{Ж}} + M_{\text{П}} + M_0 =$$
$$39.2 + 253.4 + 50 = 342.6 \approx 340\text{Т}$$

Экология заселения (на примере млекопитающих и пресмыкающихся)

$$V_{\text{тела}} \sim M_{\text{тела}}, V_{\text{тела.чел}} \sim 0.1\text{м}^3$$

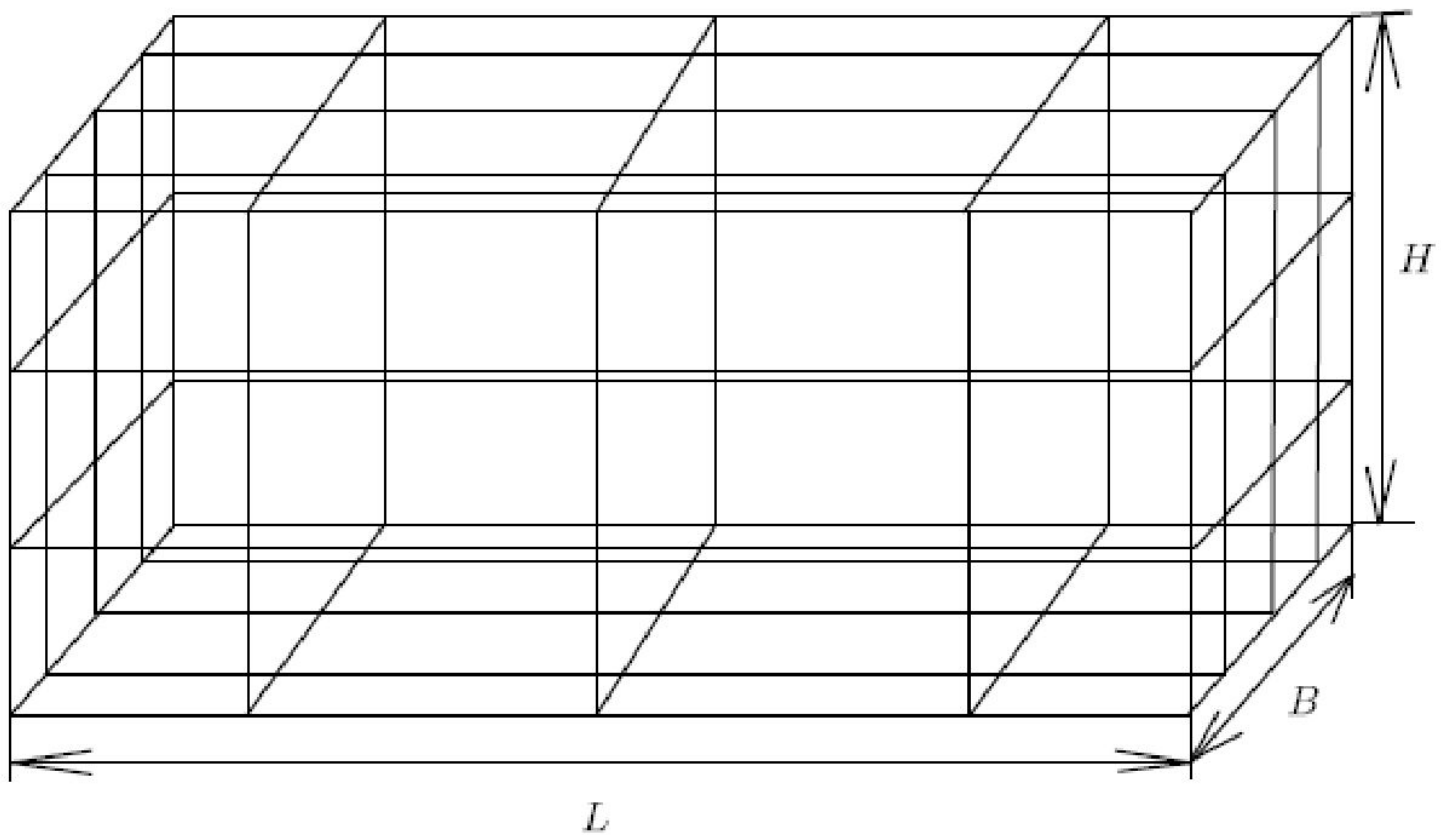
$$V'_{\text{ЭК.}} = 100V_{\text{тела}}$$

$$V'_{\text{мл.ЭК}} = \frac{20}{65} \cdot 0.1 \cdot 1820 \cdot 100 \approx 5600\text{м}^3;$$

$$V'_{\text{пр.ЭК}} = \frac{5}{65} \cdot 0.1 \cdot 120 \cdot 100 \approx 90\text{м}^3;$$

$$V'_{\text{мл.ЭК+пр.ЭК}} \approx 5700\text{м}^3 \approx 0.42V_{2\text{-эт.}}$$

Модель Ковчега

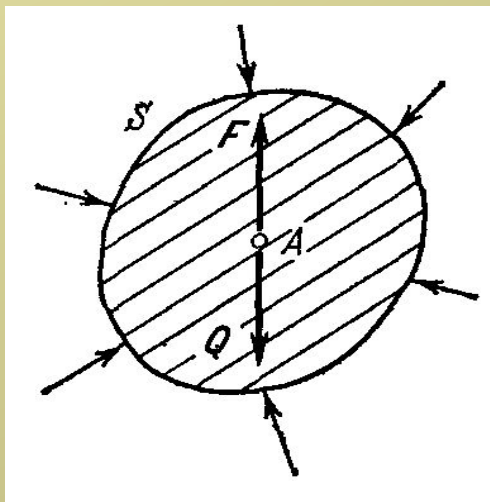


Гидростатика и закон Архимеда

Основная формула гидростатики несжимаемой жидкости:

$$P = P_0 - \rho g z.$$

Закон Архимеда:



$$\vec{F}_A = -\rho_0 V_{\text{погр}} \vec{g}$$

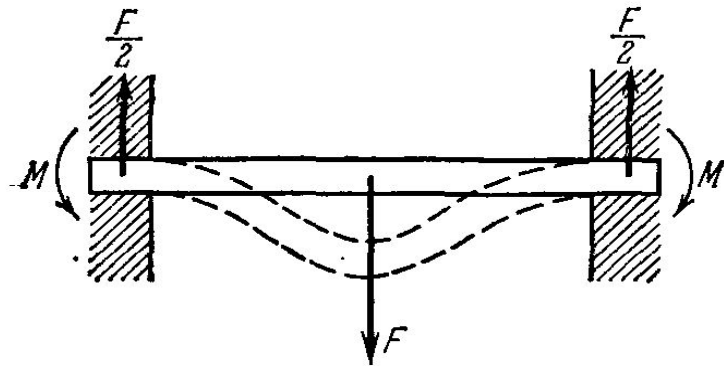
Масса Ковчега и глубина его осадки

$$M_{\text{К}} = \rho h(4BL + (2+n)BH + (2+m)LH) + M_{\text{гр}},$$

$$Z = h(2.7 + 0.05n + 0.3m) + 0.11,$$

где h — толщина доски (стенки Ковчега), n — количество поперечных шпангоутов, m — количество продольных шпангоутов, ρ, ρ_0 — плотности кипариса и воды.

Теория прочности стержневых конструкций: прогиб балки и прочность на изгиб



$$\sigma_{\max} = \frac{Eh}{2R_{\min}} = \frac{Eh}{2} |\zeta''_{\max}|$$

— максимальное напряжение материала при изгибе;

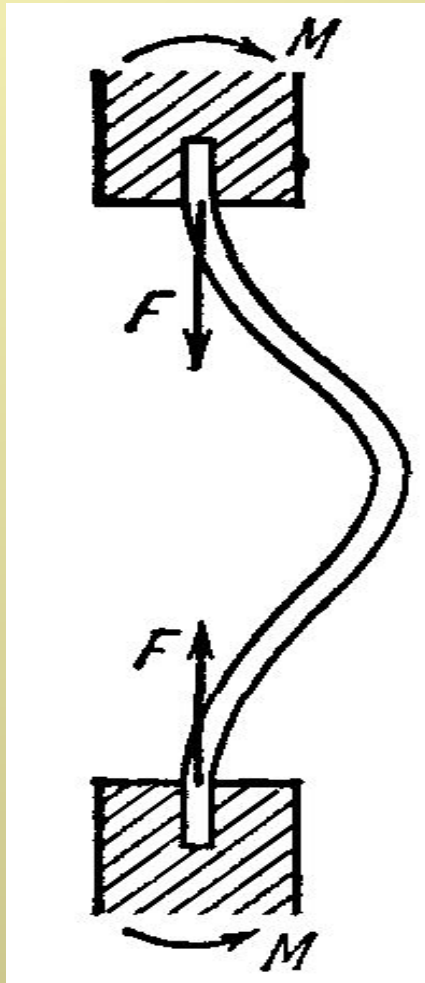
$$\zeta(x) = \frac{q}{24EI} x^2(x-l)^2$$

— упругая линия балки (решение уравнений равновесия);

$$\sigma_{\max} < \frac{\sigma_{\text{пр.изг.}}}{k}$$

— условие нормальной работы балки (пол, борта) под изгибающей нагрузкой ($k \simeq 5$ — коэффициент запаса прочности).

Теория прочности стержневых конструкций: сжатие и потеря устойчивости



$$F_{кр.} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

— критическая сила, при которой происходит потеря устойчивости;

$$F < \frac{F_{кр.}}{k}$$

— условие нормальной работы балки (шпангоуты) под сжимающей нагрузкой нагрузкой ($k \simeq 5$ — коэффициент запаса прочности).

Прочностные неравенства: изгиб

$$\frac{2.7 + 0.05n + 0.3m}{h(n + 1)^2} + \frac{0.11}{h^2(n + 1)^2} < 0.34$$

— критерий на изгиб по борту;

$$\frac{2.7 + 0.05n + 0.3m}{h(m + 1)^2} + \frac{0.11}{h^2(m + 1)^2} < 12.14$$

— критерий на изгиб по носу и
корме;

Прочностные неравенства: сжатие

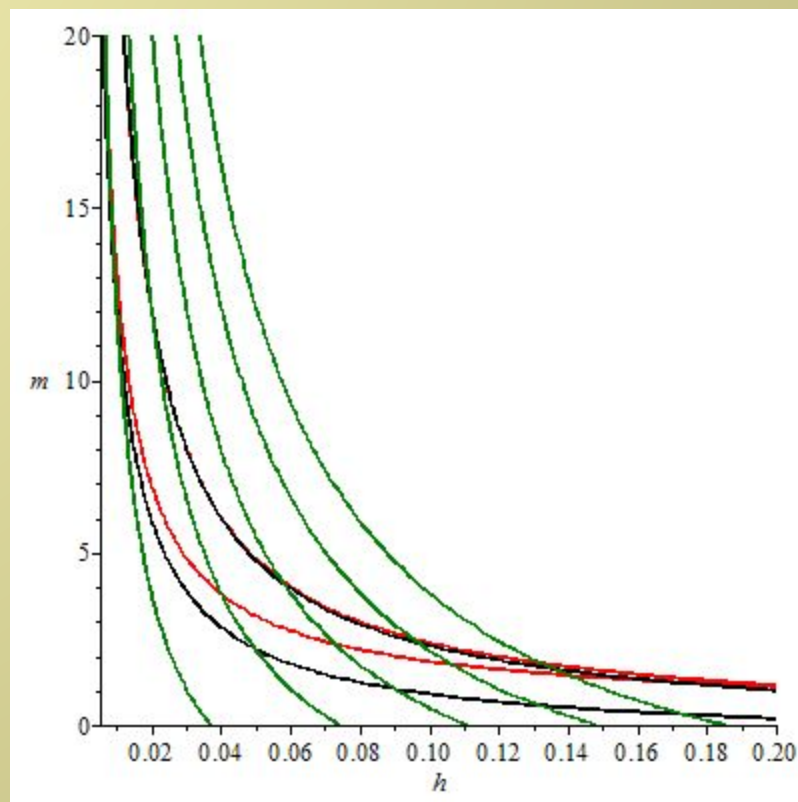
$$\frac{2.7 + 0.05n + 0.3m}{h^2(m + 1)^2(n + 2)} + \frac{0.11}{h^3(m + 1)^2(n + 2)} < 3.03$$

— критерий на остойчивость поперечных шпангоутов;

$$\frac{2.7 + 0.05n + 0.3m}{h^2(n + 1)^2(m + 2)} + \frac{0.11}{h^3(n + 1)^2(m + 2)} < 0.51$$

— критерий на остойчивость продольных шпангоутов.

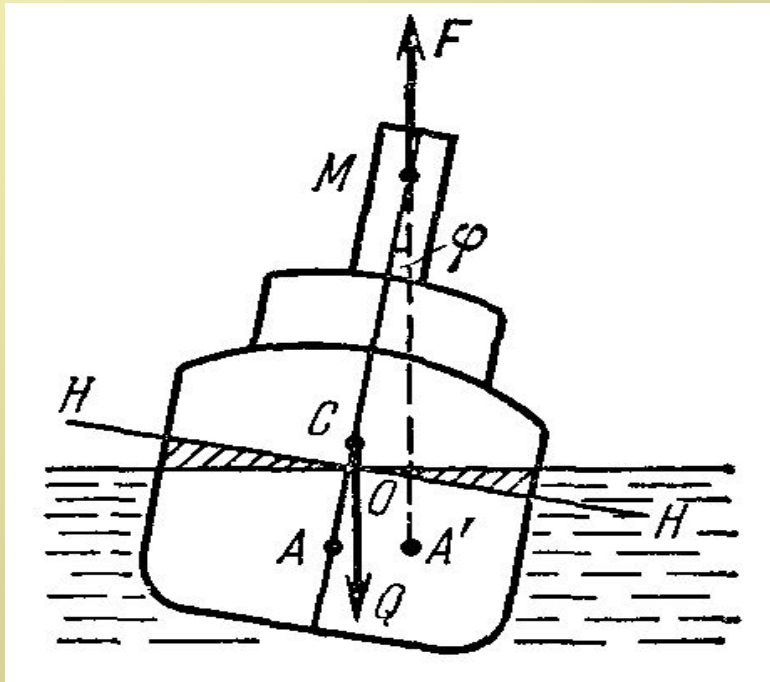
Решение прочностных неравенств



$$h \approx 5\text{cm}; \quad m \approx 5; \quad n \approx 30;$$

$$M_0 \approx 866\text{T}; \quad Z \approx 40\text{cm}; \quad H_{\text{Ц.М.}} = 5.3\text{M}$$

Устойчивость корабля



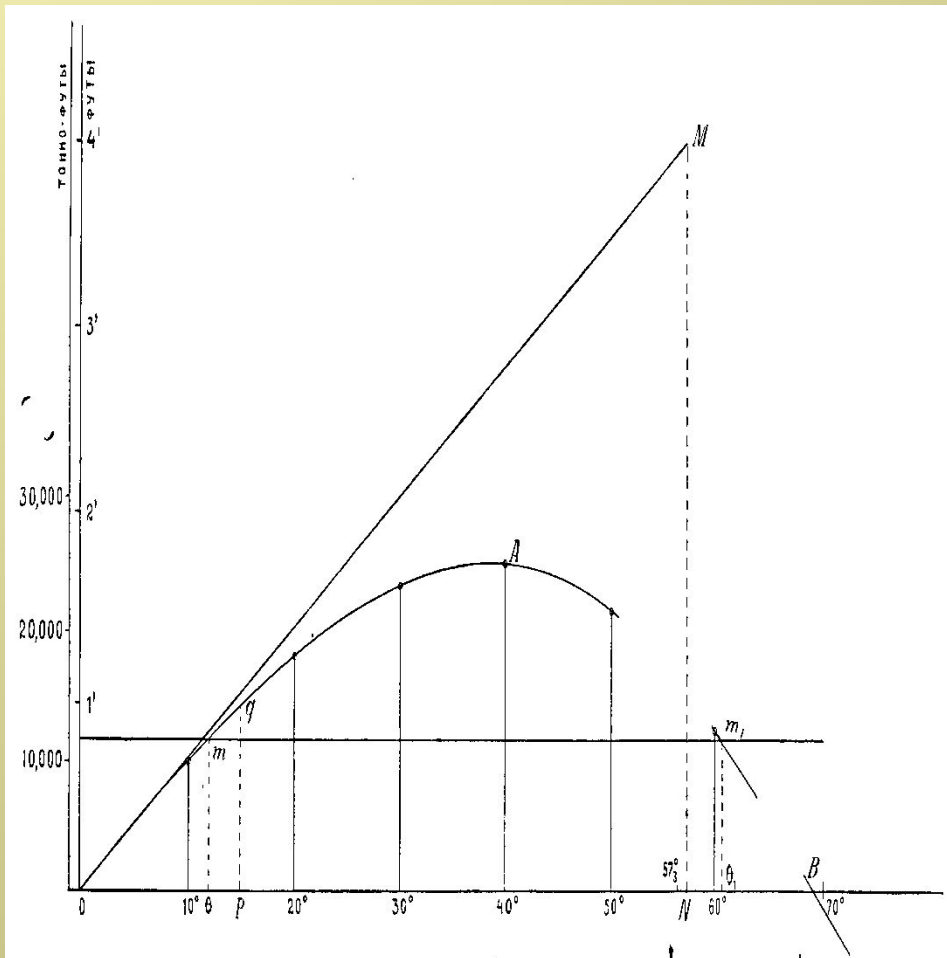
$$M = Qh \sin \varphi.$$

$$h = \frac{I}{V} - a.$$

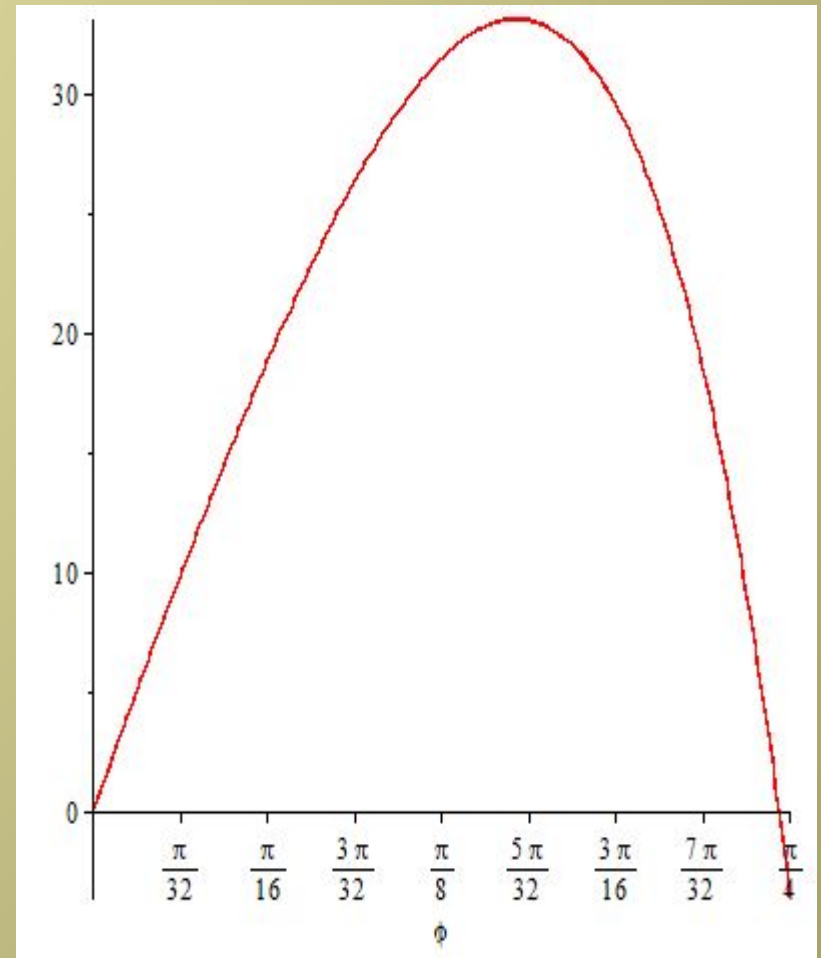
$$h = \frac{B^2}{12Z} - a \approx \underline{100\text{м}} \gg a = 5.1\text{м}.$$

Диаграмма Рида

Броненосец «Слава»



• Ноев Ковчег



Качка на спокойной воде

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Mgh_M}};$$

$$T_{\perp} \sim 2\pi \sqrt{\frac{BH}{gh_M}} \sim 1 \div 3 \text{ с};$$

$$T_{\parallel} \sim 2\pi \sqrt{\frac{L^2}{gh_{M\parallel}}} \sim 1 \div 3 \text{ с}.$$

Качка на волнах

$\tau = \frac{2\pi\lambda}{g}$ — закон дисперсии поверхностных гравитационных волн.

$$A_{\text{вын.}} = \frac{k(\lambda)A_0\tau^2}{\sqrt{(T^2 - \tau^2)^2 + \mu^2\tau^2T^2}}$$

$$A_{\text{св.}} \sim 2A_{\text{вын.}}; \quad k(\lambda) = \left| \frac{\sin(\pi B/\lambda)}{\pi B/\lambda} \right|;$$

$$A_0 \sim \frac{h_B \sqrt{2}\pi}{\lambda}; \quad h_B \approx \lambda/20; \quad \mu \approx 1/4.$$

Рабочая формула

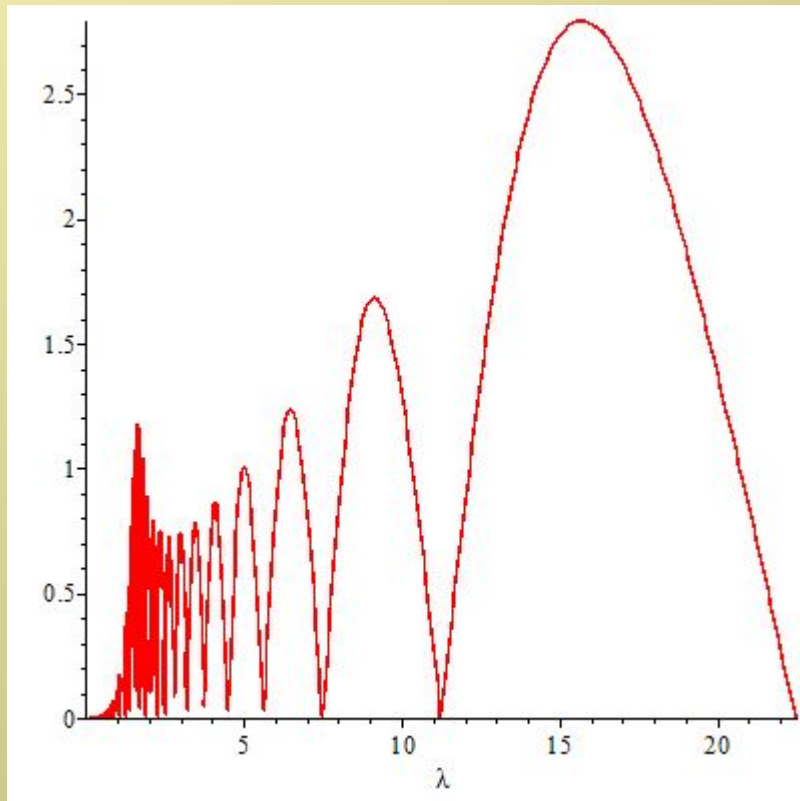
$$A_{\text{вын.}} = \frac{0.18 |\sin(22.5\pi / \lambda)|}{1 + 0.64/\lambda^4 - 4.91/\lambda^2}$$

$$A_{\infty} = 12.73^{\circ}$$

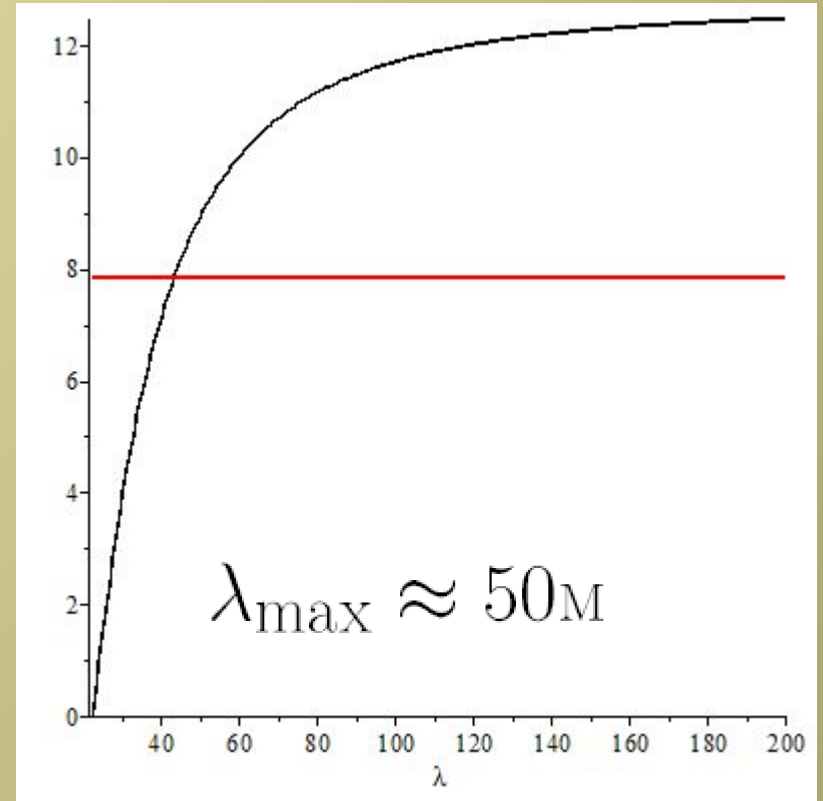
— амплитуда качаний на очень длинных волнах.

Поперечное качание на коротких и длинных волнах

Короткие волны



Длинные волны



Дрейф Ковчега

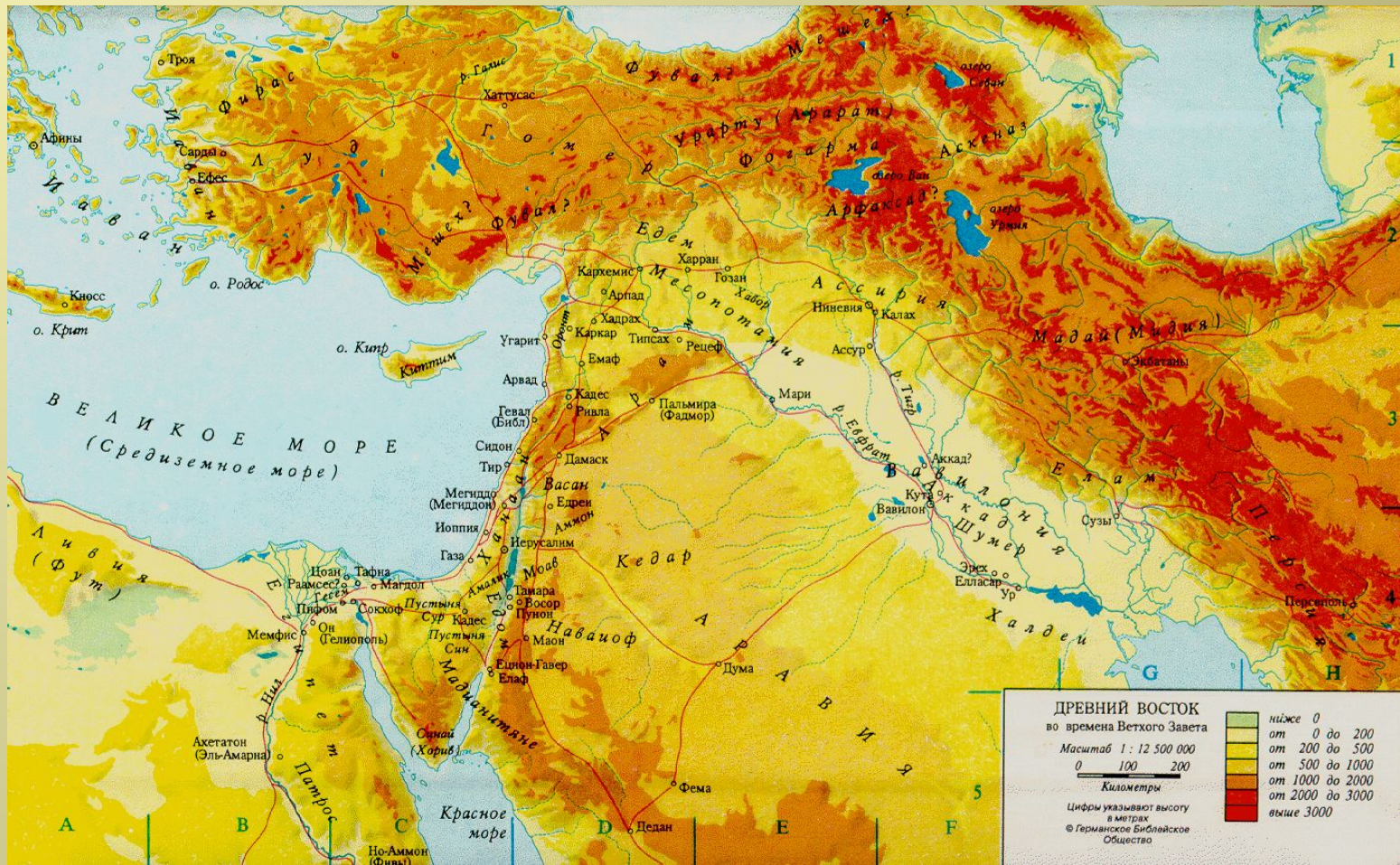
$$V_{\text{дрейфа}} = \kappa V_{\text{ср.ветра}},$$

$$\kappa \approx \sqrt{\frac{S_+ \cdot \rho_{\text{возд}}}{S_- \cdot \rho_{\text{воды}}}} = \sqrt{\frac{H_+ \cdot \rho_{\text{возд}}}{H_- \cdot \rho_{\text{воды}}}} \approx 0.2$$

При $V_{\text{ср.ветра}} = 0.2 \text{ м/с}$

$$L_{\text{дрейфа}} \sim 0.2 \cdot 0.2 \cdot 86400 \cdot 365 \approx 1260 \text{ км}$$

Древний Восток



Спасибо за внимание!