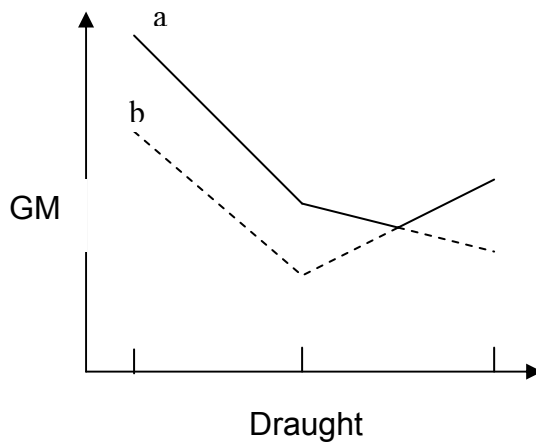


[The limiting curves with instruction for use should be included in the Stability Information provided to the Master. The effective trim range of the curve shall be clearly stated.]



Limit Lines	Draught		
	<i>l</i>	<i>p</i>	<i>s</i>
a	Actual	Level	Level
b	[Max Trim >± 0.5%L] or [Actual]	Max Trim >± 0.5% L	Max Trim >± 0.5% L

[The GM values for the three loading conditions could, as a first attempt, be taken from the intact stability GM limit curve. If a required index *A* is not obtained, the GM values could be increased but still taken into account that the intact loading conditions from the intact stability book should meet the GM limit curve from the damage stability (linear interpolation between the three GMs).]

Regulation 6 – Required subdivision index R

Paragraph 1

To demonstrate compliance with these provisions, see the guidelines in Appendix 1 regarding the presentation of damage stability calculation results.

Regulation 7 – Attained subdivision index A

Paragraph 1

The probability of surviving after [collision] damage to the ship hull is expressed by the index *A*. Producing an index *A* requires calculation of various damage scenarios defined by the extent of damage and the initial loading conditions of the ship before damage. Three loading conditions are to be considered and the result weighted as follows:

$$A = 0.4A_s + 0.4A_p + 0.2A_l$$

where the indices *s*, *p*, *l* represents the three loading conditions and the factor to be multiplied to the index, indicates how the index *A* from each loading condition is weighted.

The method of calculating the *A* for a loading condition is expressed by the formula:

$$A_c = \sum_{i=1}^{i=t} p_i [v_i s_i]$$

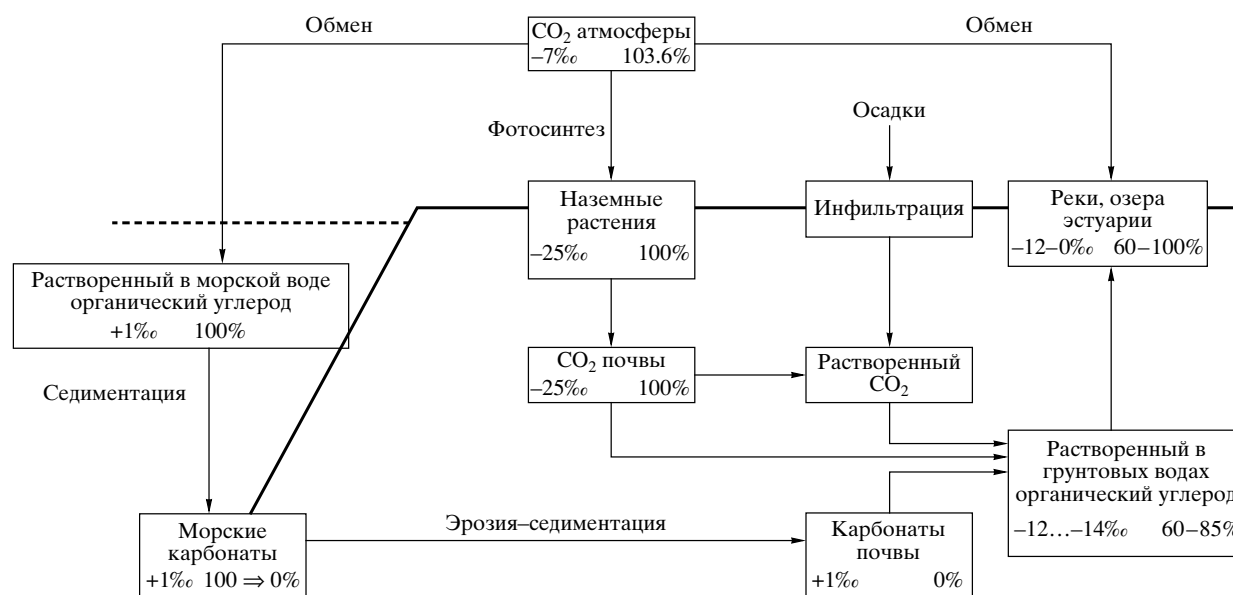


Схема цикла неорганического углерода.

состоит и каким образом эта поправка может быть вычислена.

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Основы радиоуглеродного метода базируются на ^{14}C датировании наземных образцов, которые находятся в равновесии с атмосферным углеродом. За “современную активность”, равную 100%, принимается активность древесины 1950 г. нашей эры. Поправка на изотопное фракционирование, приведенная к стандартному значению -25‰ , основывается на определенном соотношении стабильных изотопов углерода в древесине – $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Обеднение или обогащение материалов наземного происхождения ^{14}C происходит в результате изотопного фракционирования.

В океанической воде значение $\delta^{13}\text{C}$ для растворенного органического углерода составляет примерно $+1\text{‰}$ (рисунок). Равновесие с атмосферой, однако, предполагает ^{14}C активность 105%. Предположим, что у современных образцов наземного происхождения значения активности ^{14}C равно 100% и $\delta^{13}\text{C}$ -25‰ . Они находятся в равновесии с атмосферным CO_2 . Так как значение $\delta^{13}\text{C}$ для CO_2 составляет $+7\text{‰}$, то соответствующая активность радиоуглерода атмосферы $^{14}\text{a} = 103.6\%^2$. Это согласуется с процессом изотопного фракционирования: поскольку $^{14}\text{C} = 2\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{13}\text{C}$ увеличивается от -25‰ до -7‰ на 18‰, таким образом ^{14}C увеличи-

вается на $36\text{‰} = 3.6\%$. Принимая во внимание обмен между атмосферой и океанической водой и разницу в значениях $\delta^{13}\text{C}$ для обоих резервуаров углерода, получаем значение активности $^{14}\text{a} = 105\%$; в то время как в реальности это значение составляет 100%.

Такая ситуация может быть объяснена следующим образом. В океане выделяются поверхностный и глубинный водные слои. Быстрый обмен CO_2 и соответственно $^{14}\text{CO}_2$ существует только между поверхностным слоем воды и атмосферой, тогда как соответствующий обмен между глубинным и поверхностным водными слоями происходит очень медленно. На глубине изотопный состав углерода тяжелее и активность углерода ^{14}C более низкая, чем на поверхности. В результате подъема воды с глубины поверхностный водный слой имеет активность ^{14}C меньше, чем ожидаемые 105%. В Северном Атлантическом океане значение активности ^{14}C – 100%. Разница в 5% эквивалентна 400 ^{14}C годам, и поэтому все водные образцы оказываются древнее на 400 лет, приобретая мнимый возраст. Таким образом, датируя морские образцы и переводя полученный радиоуглеродный возраст в календарный, согласно принятым соглашениям необходимо помнить, что морские образцы получаются древнее, чем синхронные им наземные или атмосферные. Значение в 400 лет определено разницей датировок синхронных водных и наземных образцов и является поправкой на эффект морского резервуара – ΔR . Однако последние исследования показали, что к ней должны добавляться еще и дополнительные региональные поправки (Савинецкий, Хасанов, 2004). Морской резервуарный эф-

² ^{14}a – обозначение активности ^{14}C .

Таблица 1. Влияние резервуарного эффекта на возраст образцов речной рыбы из различных водоемов Нидерландов

Голландские водоемы	Год гибели	$^{14}\text{a}(\%)$ в атмосфере	$^{14}\text{a}(\%)$ определенный	Соотношения	Мнимый возраст
1	1990	115	87.3	0.759	2215
2	1994	112	82.1	0.733	2495
3	1989	116	102.3	0.882	1010
4	1989	116	74.0	0.638	3610

фект присутствует не только в морских организмах, таких как рыба, раковины, но также проявляется пропорционально у животных и человека, в системе питания которых присутствуют морепродукты.

Обращаем внимание на то, что пресноводные водоемы бывают стоячие и проточные. Проточные водоемы – это реки, которые питаются преимущественно грунтовой водой. Фильтрующаяся через почву дождевая вода растворяет CO_2 в корнеобитаемой толще почвы. Этот CO_2 имеет современную ^{14}C активность и $\delta^{13}\text{C} = -25\%$. В том случае, если почвообразующими или подстилающими породами служат морские карбонатные породы, в грунтовых водах происходит растворение древнего CO_2 карбонатов, который имеет бесконечно малое содержание ^{14}C ($^{14}\text{a} = 0$) и значение $\delta^{13}\text{C} = -12\%$. Растворение дополнительного CO_2 и процессы обмена CO_2 в глубоких горизонтах почвы и породах вне корнеобитаемой толщи приводят к изменению значений ^{14}a , как показано на рисунке. Значение современной активности $^{14}\text{a} = 85\%$, обычное для вод р. Рейн, соответствует эффекту резервуара в 1200 лет. Это означает, что свежая рыба из р. Рейн, если растворенный карбонат действительно поступает в рыбу по пищевым цепям, будет иметь возраст 1200 лет от настоящего времени. При радиоуглеродном датировании животных и людей, в пищевом рационе которых преобладает пресноводная рыба, будет также наблюдаться резервуарный эффект, и, таким образом, полученные радиоуглеродные даты по таким образцам будут иметь мнимый возраст.

В раковинах резервуарный эффект был открыт на заре радиоуглеродной эры. При датировании

морских раковин четвертичного периода была определена поправка на резервуарный эффект: $\Delta R = 400$ лет. Такие измерения являются частью калибровочной процедуры (Reimer et al., 2004; Hughen et al., 2004).

Резервуарный эффект выявлен для речных раковин, водорослей, рыб (Olsson, 1983). Например, резервуарный эффект проявляется в моллюсках и рыбах из разных речных водоемов Нидерландов (Lanting, Plicht, 1995–1996) (табл. 1).

В рамках нашего исследования была продатирована рыба из озера Деед-Хулсун (табл. 2). Это показало присутствие резервуарного эффекта в исследуемом озере. Такая же ситуация характерна и для рек Северного Кавказа (Warren et al., 2006).

СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ В ПИЩЕВЫХ ЦЕПЯХ (^{13}C , ^{15}N)

Исследования изотопного фракционирования в связи с радиоуглеродным датированием показали, что значения $\delta^{13}\text{C}$ в коллагене костей человека и животного могут определяться его системой питания. Растения разделяются на две группы по механизму фотосинтеза: растения групп C3 и C4. Они различаются и по содержанию $\delta^{13}\text{C}$ (Vogel, 1980): для растений группы C3 $\delta^{13}\text{C} = -25\%$; а C4 $\delta^{13}\text{C} = -12\%$. Наиболее распространенные растения принадлежат к группе C3 (стандарт для расчета поправки на изотопное фракционирование $\delta^{13}\text{C} = -25\%$, таким образом, она делается в расчете на растения группы C3). К растениям группы C4 относятся просо, кукуруза и сахарный тростник.

Однако, измерив $\delta^{13}\text{C}$, невозможно определить, является ли его большее значение (около -21%) результатом включения в систему питания морской рыбы или растений группы C4. Значения $\delta^{13}\text{C} = -21\%$ может означать как вегетарианскую систему питания, так и смешанные системы питания, либо с компонентами мяса наземных животных и речной рыбы, либо состоящую из морской и речной рыбы. Таким образом, линейные смешанные модели (поправки ^{14}C возраста с учетом только $\delta^{13}\text{C}$) не верны.

Измерение значения $\delta^{13}\text{C}$ – обязательная процедура для всех радиоуглеродных лабораторий. Но лишь некоторые лаборатории сегодня измеряют $\delta^{15}\text{N}$. Используя значения $\delta^{15}\text{N}$ как дополнитель-

Таблица 2. Влияние резервуарного эффекта на возраст образца рыбы из озера Деед-Хулсун

Материал	Лабораторный номер	Год гибели	^{14}C возраст, в годах от наших дней (AD)	Интервал калиброванного возраста 1σ, (AD) (начало : конец) вероятность
Сазан	ИГАН-3232	2005	560 ± 50	(1315 : 1355) 0.54 (1389 : 1422) 0.46



Рис. 2. Вид на раскоп “Верхний город” с ЮВ.

ронения в амфорах. На вершине горы Майской (к югу от городища) исследовано святилище женского божества, рядом с которым найдено много votивных терракотовых статуэток VI–III вв. до н.э. (Марченко, 1960. С. 101–107; 1962. С. 121–133; 1963. С. 86–90).

В 1979–1991 г.г. работы на южной окраине Фанагории и на части восточного некрополя проводил В.С. Долгоруков (траншея под трубопровод, 570×5 м; площадь с прирезками более 3000 м^2), открыв слои от начала V в. до н.э. до конца античности. Среди многочисленных сооружений: общественное здание с оштукатуренными стенами; небольшой храм в антах; “дом торговца зерном”; жилые дома эллинистического времени из сырцового кирпича; винодельни; траншея выборки городской оборонительной стены; многослойное мощение улицы IV в. до н.э. (из города в направлении Майской горы). Особо выделим впервые найденные в Фанагории могилы архаического времени, мастерскую короппласта первой половины V в. до н.э. и глиняно-плетневые постройки.

В настоящее время в Фанагории работает Таманская экспедиция ИА РАН под руководством автора статьи: в городе; в акватории его затопленной части; на некрополе и на сельской территории; (Кузнецов, 2005а. С. 77–93; б. 51–66). Предварительные работы установили, что Фанагория основана на холме, позднее оказавшемся в центре городища. Для исследования самых ранних слоев на вершине холма заложен раскоп (площадь 900 м^2 ; в 2006 г. расширен до 1450 м^2) (рис. 2), вскрывший слои от раннего средневековья до эпохи архаики. В позднеэллинистическое время, в римский и средневековый периоды здесь располагались жилые кварталы. Архитектурные сооружения сохранились крайне плохо, что объясняется выборкой камня (на полуострове нет его месторождений) для нового строительства. Планы и размеры жилых домов Фанагории этого времени удастся вос-



Рис. 3. Склад хиосских амфор первой половины V в. до н.э.

становить редко, обычно от здания сохраняется один – два фрагмента стен. Дома греческого и римского периода здесь строили из камня и сырцового кирпича (в классическую и эллинистическую эпохи обычно из сырцовых кирпичей на каменном фундаменте). Такие дома долговечны: обмазанные несколькими слоями водоотталкивающего раствора (секрет его утерян: Hellmann, 1992. Р. 37–42), они могли стоять десятилетиями. В зимний холод сырцовая стена сохраняла в доме тепло, а в летний зной – прохладу. Для IV в. до н.э. зафиксированы остатки домов из прекрасно отесанных блоков ракушечника на фундаменте из необработанных камней.

В классическое и раннеэллинистическое время на месте раскопа был один из общественных центров города, занятый зданиями публичного характера. К III в. до н.э. относится фундамент здания площадью более 30 м^2 (сохранился не полностью), сложенный частично из вторично использованных архитектурных деталей. Видимо, это небольшой храм “в антах”. Вблизи него – общественное здание, сооруженное из грубо отесанных блоков ракушечника (IV в. до н.э. – начало эпохи эллинизма) (рис. 2). Стены, покрытые снаружи и изнутри высококачественной штукатуркой (местами видны ее следы), сохранились на высоту 0.4–1.5 м, что крайне необычно для Фанагории. Назначение здания неясно; его площадь – 130 м^2 ; внутри оно разделено на три помещения; с двух сторон к нему подходила каменно-черепяная вымостка, покрывавшая, видимо, и городскую площадь. Как это часто бывает, функциональное назначение здания, стоявшего на площади, определению не поддается (подробнее см.: Hansen, Fischer-Hansen, 1994. Р. 31).

Интересны материалы слоев архаического и раннеклассического времени. К первой половине V в. до н.э. относится фундамент длиной более 10 м из необработанных камней, на котором сохранились следы сырцовой стены. Учитывая ширину



Рис. 4. Клад серебряных монет архаического времени.

(1.1 м), можно думать, что она принадлежала общественному зданию (уходит под западный борт раскопа; для вскрытия заложен новый раскоп площадью в 450 м²). На участке открыты также жилые дома раннего времени. Слои первоначального периода существования античных городов в Причерноморье и других регионах греческого мира сохранились крайне плохо, что связано, главным образом, с последующими планировочными и строительными работами. От самого раннего времени обычно доходят только заглубленные в материк части конструкций. Среди них котлован прямоугольной формы, служивший складом хиосских амфор первой половины V в. до н.э. (рис. 3). Наиболее интересен жилой дом (сохранился не полностью), состоящий, по крайней мере, из трех помещений общей площадью более 70 м²; в одной из стен, примерно на уровне пола, найден клад серебряных монет в ионийском кувшинчике (162 монеты Пантикапея с изображением морды льва на лицевой стороне и вдавленного квадрата – на оборотной) (рис. 4). Под полом дома открыты остатки более ранней мастерской ремесленника (специа-

лизация неясна), почти уничтоженной двумя ямами. Сохранился очажок из перевернутой и вкопанной в песок верхней части амфоры, с углями и золой внутри; к нему подходила своеобразная труба из горл хиосских амфор (для поддува?). Амфорный материал датирует мастерскую серединой – третьей четвертью VI в. до н.э.; отсюда следует, что дом с кладом монет сооружен в последней четверти столетия.

На холме “Верхний город” открыто 11 жилых домов из сырцовых кирпичей. Выделим сохранившийся стены до высоты 0.9–1.6 м дом второй половины VI в. до н.э. площадью 12.5 м², погибший в сильном пожаре на рубеже столетий (Кузнецов, 1995. С. 106, 112). Он состоял из полуподвального рабочего и хозяйственного помещения, с жилой комнатой над ним (см. реконструкцию: Кузнецов, 1998. С. 10). Такой дом можно считать типичным жилищем греческих переселенцев не только в Фанагории, но и в других регионах Северного Причерноморья. Дома этого времени, квадратные или прямоугольные в плане, просты по конструкции и