

ОШИБКА ПРИ РЕШЕНИИ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЗАДАЧИ

В “Вестнике РАН” (2001. № 10. С. 915–918) опубликована статья А.В. Фесенко, А.В. Белякова, Ю.Н. Тилькунова и Т.П. Москвиной “К вопросу о датировании Туринской плащаницы”, в которой выражено сомнение в точности радиоуглеродного датирования плащаницы, выполненного независимо специалистами трех известных лабораторий: в Тусоне (США), Цюрихе (Швейцария) и Оксфорде (Англия). Авторы статьи указывают, что пострадавшая от пожара 1532 г. плащаница по историческим данным подверглась реставрации, в процессе которой ее могли пропитывать растительными маслами и таким образом привести в ее состав свежий органический материал, способный существенно изменить соотношение изотопов углерода ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$).

Фесенко с соавторами экспериментально показали, что методика подготовки образцов плащаницы к радиоуглеродному исследованию, использованная, в частности, специалистами Оксфорда, не обеспечивает полного удаления из ткани плащаницы высохшего растительного масла. Если в ткань было внесено от 7.0 до 15.6% масла (по отношению к ее начальной массе), то после обработки в ней еще могло остаться от 1.8 до 8.5% масла. В то же время, как утверждают авторы статьи, даже 5–7% масла достаточно, чтобы сдвинуть радиоуглеродную дату изготовления плащаницы с “начальной” (к которой они считают год распятия Иисуса Христа) к дате, полученной в лаборатории геофизики Аризонского университета (США), в лаборатории археологии и истории искусства Оксфордского университета и исследовательской лаборатории Британского музея (Англия), а также в Институте физики г. Цюриха (Швейцария): специалисты перечисленных лабораторий пришли к выводу о радиоуглеродном возрасте плащаницы в 691 ± 31 год (Nature. 1989. V. 337. P. 611–615). После калибровки их данные с 95%-ной вероятностью приводят к датам изготовления 1262–1312 гг. или 1353–1384 гг. (неоднозначность возникает по причине немонотонного характера калибровочной кривой на этом отрезке истории). С учетом всех возможных, по их мнению, ошибок специалисты упомянутых лабораторий определяют период рождения плащаницы как 1260–1390 гг. С другой стороны, Фесенко с соавторами в своей статье указывают на возможность ошибки в датировке плащаницы, достигающей 12–13 веков! Высокий престиж журнала “Ве-

стник РАН”, опубликовавшего эту статью, безусловно, вызовет резонанс в среде историков и теологов, интересующихся судьбой Туринской плащаницы. Поэтому я хочу обратить внимание на одно положение обсуждаемой статьи, которое, на мой взгляд, нуждается в корректировке.

Речь пойдет о вычисленной авторами зависимости между количеством свежего органического вещества (масла), поступившего в ткань плащаницы, как предполагается, в XVI в., и вызванным этим событием временным сдвигом ее радиоуглеродного возраста. Кратко напомним рассуждения авторов статьи. Пусть t_1 – дата проведения радиоуглеродного анализа (1988), t_2 – дата “загрязнения” объекта, то есть внесения в него свежего углеродсодержащего вещества (1532), t_3 – фиктивная дата рождения объекта, полученная без учета его загрязнения, t_0 – истинная дата рождения объекта. Предполагается, что в момент t_0 в образце находится N_0 атомов ^{14}C , а в момент t_2 в него добавили еще некоторое количество (kN_0) атомов ^{14}C . Тогда в момент t_1 мы будем иметь $N_0(e^{-\lambda(t_1-t_0)} + ke^{-\lambda(t_1-t_2)})$ атомов ^{14}C , где λ – постоянная распада. “Однако при проведении анализа, – замечают авторы статьи, – не учитывается возможность попадания в образец “нового” углерода, и он рассматривается как образец, который должен содержать $N_0 e^{-\lambda(t_1-t_3)}$ атомов ^{14}C ” (с. 916).

Таким образом, из уравнения:

$$N_0(e^{-\lambda(t_1-t_0)} + ke^{-\lambda(t_1-t_2)}) = N_0 e^{-\lambda(t_1-t_3)}$$

получаем выражение для k :

$$k = \frac{e^{\lambda t_3} - e^{\lambda t_0}}{e^{\lambda t_2}}$$

Фактически это – уравнения (1) и (2) из обсуждаемой нами работы.

Приняв за известное $t_0 = 0$ (предполагаемый авторами год изготовления плащаницы) и $t_2 = 1532$ (год ее предполагаемого загрязнения маслом), положив $\lambda = 0.693/5.6 \times 10^3 \text{ год}^{-1}$, Фесенко с соавторами получают зависимость $t_3(k)$:

| | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| k | 0.00 | 0.05 | 0.09 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.16 |
| t_3 , год | 0 | 500 | 800 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 |

Опираясь на эти данные и справедливо полагая, что массовая доля углерода в растительном масле вдвое выше, чем в веществе льняной ткани, они заключают, что достаточно было в 1532 г. ввести в ткань 7% масла, чтобы сдвинуть дату рождения плащаницы с эпохи Иисуса Христа на начало XIV в. Однако почему в своих вычислениях Фесенко с соавторами ограничились значениями k от 0 до 0.16?

Давайте немного продлим эту зависимость, пользуясь той же формулой:

| | | | | | | | | |
|-------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| k | 0.16 | 0.17 | 0.173 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.23 |
| t_3 , год | 1400 | 1500 | 1532 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 |

Как видим, модель Фесенко и его соавторов противоречива уже при $k > 0.173$: внесение в ткань более 9% масла делает ее радиоуглеродный возраст моложе даты обработки маслом! Теперь понятно, почему они ограничили свой пример значениями $k \leq 0.16$. В чем же их ошибка? Разумеется, в том, что в момент обработки плащаницы маслом предполагалось внесение в нее только нестабильного изотопа ^{14}C , тогда как в действительности вносилась природная смесь всех изотопов углерода. С учетом этого обстоятельства легко получить правильную формулу для фиктивной даты рождения объекта (t_3), вычисленной по данным радиоуглеродного анализа, причем возможное загрязнение образца маслом не рассматривается.

Пусть в ткани плащаницы N_0 – начальное содержание ^{14}C ; а N – начальное содержание стабильных изотопов ($^{12}\text{C} + ^{13}\text{C}$). Отношение N_0/N во все эпохи считаем одинаковым, поскольку радиоуглеродная дата в дальнейшем переводится в абсолютный возраст по калибровочной кривой. После внесения в образец масла в момент t_2 количество ^{14}C к моменту анализа (t_1) составит

$$n_0 = N_0 e^{-\lambda(t_1 - t_0)} + k N_0 e^{-\lambda(t_1 - t_2)},$$

а количество стабильных изотопов

$$n = (1 + k)N.$$

Поскольку стандартный анализ предполагает, что отношение n_0/n меняется как $(N_0/N)e^{\lambda(t_1 - t_3)}$, получим основное уравнение:

$$e^{\lambda t_3} = \frac{e^{\lambda t_0} + k e^{\lambda t_2}}{1 + k}.$$

Отсюда следует правильное выражение для k :

$$k = \frac{e^{\lambda t_0} - e^{\lambda t_3}}{e^{\lambda t_3} - e^{\lambda t_2}}.$$

Соответственно модифицируется зависимость $t_3(k)$. Для $t_0 = 0$ и $t_2 = 1532$ г. она выглядит следующим образом:

| | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------------------------|
| k | 0.00 | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.50 | $k \rightarrow \infty$ |
| t_3 , год | 0 | 80 | 152 | 276 | 544 | $t_3 \rightarrow 1532$ |

Для $t_0 = 1300$ г. и $t_2 = 1532$ г. получаем:

| | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------------------------|
| k | 0.00 | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.50 | $k \rightarrow \infty$ |
| t_3 , год | 1300 | 1311 | 1321 | 1339 | 1378 | $t_3 \rightarrow 1532$ |

Как видим, аккуратное рассмотрение задачи приводит к вполне корректному результату: на всем интервале возможных значений коэффициента загрязнения ($0 \leq k < \infty$) решение имеет физический смысл ($t_0 \leq t_3 < t_2$). При этом даже 10%-ное остаточное загрязнение плащаницы маслом ($k = 0.20$) приводит к ее “омоложению” на 276 лет в случае изготовления полотна в начале новой эры и всего на 39 лет в случае его изготовления в начале XIV в. Этот результат полностью согласуется с выводами специалистов, изучавших образцы полотна в Тусоне, Цюрихе и Оксфорде (Skeptiker. 2000. № 2. P. 76–85).

Таким образом, основное положение статьи А.В. Фесенко, А.В. Белякова, Ю.Н. Тилькунова и Т.П. Москвиной о возможности существенного искажения радиоуглеродного возраста Туринской плащаницы основывается на грубой ошибке, допущенной ими при решении весьма элементарной задачи.

В.Г. СУРДИН,

кандидат физико-математических наук