

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ АРТЕФАКТОВ

Коробейников А.В.

Удмуртский Государственный Университет

Ижевск, Россия

alexeika@udm.net

Несмотря на повсеместное внедрение электронных средств хранения и обработки информации арсенал методов современного историка и археолога в значительной степени продолжает оставаться традиционно “гуманитарным”. Последний термин полагаем употреблять в кавычках, так как исследователь-гуманитарий, скрупулёзно зафиксировав те или иные факты, расклассифицировав их и сравнив с аналогами часто упускает главное- гуманитарную составляющую исторического знания. Ведь по большому счёту историк призван изучать не черепки от посуды, а человека, который из этой посуды кушал- его мотивы, страсти и иные составляющие личности субъекта истории. (Один из Британских археологов заметил по аналогичному поводу, что археолог может откопать бочку, но при том Диогена он в ней не заметит.) С другой стороны по непонятным для нас причинам историки в массе своей воздерживаются от применения исследовательских процедур, принятых повсеместно в точных и естественных науках для верификации гипотез. Возможно причина здесь в том, что учебные планы исторических факультетов и программы по археологии не уделяют достаточного внимания изучению методов математического моделирования, способам научного эксперимента и т.п. Поэтому, нам представляется, что начатое нами исследование имеет признаки фундаментальности и призвано изменить общепринятую исследовательскую парадигму исторических наук. Суть исследования можно описать кратко, как имитационное моделирование параметров доисторического оружия и способов его применения. Причём в основу деятельности мы положили не интуицию, а законы физики, приняв в качестве базы данных массивы информации о раскопанных археологами артефактах. Разумеется, в современных условиях моделирование с обработкой баз данных немислимо без компьютера, поэтому перед нами встала задача создания оригинального программного обеспечения для решения декларированной выше задачи. Мы избрали сферой деятельности моделирование метательного оружия, а именно системы лук-стрела-стрелок-цель. В соответствии с нашим убеждением, которое сформировалось как вследствие личного опыта эксплуатации пусковых установок, так и благодаря многолетнему общению со специалистами, занятыми проектированием и изготовлением систем вооружения полагаем, что системный подход здесь является единственно возможным. В самом деле, бессмысленно реконструировать стрелу, если мы не можем доказать, что этой стрелой в принципе возможно выстрелить из лука, а последний мог быт натянут, к примеру, субъектом, костяк которого обнаружен археологами и имеет признаки воинского захоронения. С другой стороны, факт боевого применения стрел, наконечники которых находят во время раскопок внутри городища не вытекает автоматически из того, что эти наконечники были найдены здесь; видимо, следует доказать, что эти наконечники являются деталями стрел, которые, будучи выпущенными из лука с определёнными проектными параметрами, сохранили достаточную кинетическую энергию до встречи с целью, а не только пролетели от точки выстрела до точки падения. В этой связи реконструкция системы стрелкового оружия является благодатной и перспективной областью ещё и потому, что конструктивные параметры оружия напрямую связаны с параметрами фортификаций, рельефом местности, характеристиками защитного вооружения и мотивами стрелка, который применяя различные стрелы может наносить либо летальные, либо нелетальные повреждения своим жертвам.

В некоторой степени нам знакомы результаты и опыт предшественников.

К настоящему времени опубликовано множество работ, посвященных реконструкции древнего лука, однако большинство публикаций (например, [1]) посвящены, во-первых, лишь внутренней баллистике (то есть, они не реконструируют полет стрелы после схода ее с тетивы), а во вторых, не привязаны к археологическим артефактам. Иными словами, они реконструируют пусковую установку (лук), но не снаряд (стрелу), не учитывают параметров стрелка и не пытаются их реконструировать по археологическим данным. С другой стороны, десятки публикаций посвящены внешней баллистике стрел. Их авторы предлагают собственное программное обеспечение для расчета дальности полёта и иных параметров стрельбы в виде калькуляторов (например: [2]) Однако явным недостатком предлагаемых калькуляторов при их использовании российским исследователем является отсутствие адаптации этого программного обеспечения к метрической системе мер. Кроме того, такие модели ориентированы на современных любителей целевой (спортивной и охотничьей) стрельбы из лука и, поэтому, решают лишь прикладные задачи повышения точности индивидуального выстрела одиночного стрелка по мишени. Наконец, они оперируют параметрами всей системы стрела-наконечник, в то время как археологи видят перед собой лишь одни наконечники, а реконструкция стрелы по её наконечнику является самостоятельной задачей историка войн и вооружений.

В силу отмеченных причин археологи вынуждены констатировать, что и возможности боевого применения, и возможности многократного применения одного наконечника, и результат действия стрелы по цели – все это не выходит пока за область непроверенных гипотез (см., например:[3, с.246]). Кроме того, появившиеся в последние годы клубы исторической реконструкции и ролевых игр испытывают потребность в методике реконструкции конкретных видов вооружения и нуждаются в способах расчета действия стрелы по цели, так как стремятся по возможности избегать травматизма участников организуемых ими инсценировок сражений. Таким образом, разработка программного пакета, решающего проблему реконструкции расчёта баллистических характеристик стрелы, в настоящее время актуальна.

Нами была создана программа ARCHER [4] предназначенная для реконструкции баллистических характеристик лука и стрелы по характеристикам наконечника.

Алгоритм состоит из трех блоков: блок реконструкции стрелы по параметрам наконечника, блок внутренней баллистики и блок внешней баллистики. Программа имеет удобный пользовательский интерфейс (снабженный для простоты восприятия системой всплывающих подсказок), позволяющий последовательно переходить из одного блока в другой. У пользователя всегда есть возможность закончить расчеты, не переходя в следующий блок.

Программа предусматривает два возможных маршрута расчетов: прямой и обратный. При прямом баллистическом расчете программа дает возможность построения по данному наконечнику семейств траекторий и определения внешнебаллистических параметров.

Обратный расчет подразумевает определение для данного наконечника угла возвышения и дальности при заданных начальной скорости и энергии у цели, а также угла возвышения и начальной скорости по дальности и энергии у цели. Для использования программы в целях реконструкции параметров фортификаций имеется блок редактора местности, который автоматически строит рельеф местности в направлении траектории полёта по восьми ключевым точкам, для которых необходимо ввести значения высоты и дальности.

Разработанная программа может быть полезна организациям и частным лицам, занимающимся исторической реконструкцией.

В формулы, положенные в основу блока внешней баллистики заведено постоянное значение коэффициента аэродинамического сопротивления. Однако, как было установлено, стрела тормозится в полёте в основном за счёт трения, то есть величина аэродинамического сопротивления зависит по большей степени не от формы наконечника, а от величины поверхности древка [5, с.101]. Поэтому, в предположении отсутствия оперения для

уменьшения погрешности расчётов реконструкция параметров древка по сохранившемуся наконечнику становится отдельной задачей.

Вопрос о проектных параметрах стрелы не настолько очевиден, как кажется. Анализ обычно обнаруживаемых при раскопах артефактов показывает, что в почве сохраняются лишь наконечники, но не древко. Так что информацию о стрелах в сборе приходится оценивать косвенными методами. Дело усложняется тем, что авторы археологических исследований не предлагают никаких гипотез относительно древков стрел.

Используя естественнонаучные подходы мы пытаемся оценить, или по возможности реконструировать массово-габаритные характеристики хотя бы наиболее часто встречающихся стрел. Для реализации задачи нами создан пакет программ OSSEUS [6], который реализует несколько аналитических подходов:

1. Массово-габаритный подход. Если представить древко стрелы в виде цилиндра длиной l и диаметром d , то можно определить объем древка V . Но объем выражается через плотность древесины: $V = m / \rho$. А по данным современных исследований по оптимизации спортивных стрел, что масса стрелы составляет 5...7 массы наконечника m_n . Это дает довольно простую формулу для оценки длины древка.

2. Аэродинамический подход для определения длины стрелы. Как известно, устойчивость невращающемуся летящему телу на траектории придает условие, при котором центр тяжести (точка приложения гравитационной силы) находится впереди центра давления (точки приложения аэродинамической силы). Только в этом случае при случайном отклонении носика стрелы аэродинамическая сила создает момент, возвращающий носик в первоначальное положение. В противном случае тело будет “кувыркаться” вокруг своего центра массы. Более чем десятилетний опыт авторов описываемого программного продукта, полученный при конструировании и проектировании летательных аппаратов, показывает, что обычно для неуправляемых невращающихся объектов (ракеты, мины и т.п.) расстояние от носика до центра давления должно примерно в 2...3 раза превышать расстояние от носика до центра тяжести. Причем, эта пропорция была получена эмпирически в разных странах абсолютно независимо и носит объективный характер.

Эта информация поможет оценить максимальную длину стрелы, имеющей конкретный наконечник. Действительно, если стрелу снабдить оперением, то центр давления будет сдвинут назад, и чем больше площадь оперения, тем более назад будет смещен центр давления. Таким образом, в случае неоперенной стрелы (или правильной сказать стрелы с бесконечно малой площадью оперения) центр давления находится в крайней передней точке, совпадающей с геометрическим центром стрелы.

3. Третий подход оценки длины стрелы – это расчёт по эргонометрическим показателям лука. Действительно, если лучник держит в одной руке лук, а другой оттягивает тетиву, то максимальный ход тетивы ограничивается возможностями организма (габаритами и силой стрелка). В этом случае, если предположить, что наконечник стрелы остается за луком, а кривизна самого лука равна нулю (самый крайний случай), то ход тетивы как раз и будет равен длине древка.

Созданный пакет программ позволяет оценить массово-габаритные характеристики стрелы, используя все означенные подходы в комплексе и в итоге определить её наиболее вероятные параметры. В соответствующие окна ввода данных требуется ввести параметры наконечника после его измерения и взвешивания, а также данные о его материале и указать предполагаемую породу (породы) дерева, из которой могло быть сделано древко, использованное с данным наконечником. Интерфейс программы построен таким образом, что выходные данные обобщаются в виде графиков, на которых показаны диапазоны наиболее вероятных значений. При необходимости пользователь может вызвать подсказки с

подробным объяснением сути изложенных методов идентификации, указанием расчетных формул и схем.

Таким образом, предложенные нами программные продукты напрямую решают задачи исторической реконструкции на основе археологических источников и могут быть использованы для верификации гипотез исследователей военной истории.

Библиография

1. Kooi B.W. Archery and mathematics modeling. Available: <http://www.student.utwente.nl/~sagi/articles/has/archghh.html>)
2. Jackson S. Javascript Archery Ballistics Calculator V2.08. Available: <http://home.att.net/~sajackson/archery.html>
Arrow velocity. Available: <http://www.student.utwente.nl/~sagi>
There more to an arrow than speed. Available: <http://crossbow.com/news.asp>
3. Thomas D.H. Archaeology. – Orlando (Florida), 1998.
4. Коробейников А.В., Митюков Н.В., Мокроусов С.А. Программа реконструкции баллистических характеристик лука и стрелы по характеристикам костяного наконечника “Archer v.2.0” // Федеральное агентство по образованию. Отраслевой фонд алгоритмов и программ. №5271
5. Коробейников А.В., Митюков Н.В., Мокроусов С.А., Иванов П.Н. О реконструкции параметров стрелы с костяным наконечником. // Археология и компьютерные технологии: представление и анализ археологических материалов: Сб. ст./Отв. Ред., авт. предисл. М.Г.Иванова, И.В.Журбин.-Ижевск, 2005.-С. 100-105
6. Коробейников А.В., Митюков Н.В. Программа реконструкции проектных параметров стрелы по археологическим следам “Osseus v1.0” // Отраслевой фонд алгоритмов и программ. – Заявл. 21.12.2005 № 03524577.01297-01 99 01.