

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ
И ЭТНОГРАФИИ**

Сетевое издание

**№ 3 (74)
2026**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И., председатель совета, акад. РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Добровольская М.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бороффка Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Лаксельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., Тюменский ун-т;
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Тишкин А.А., д.и.н., Алтайский ун-т;
Томилов Н.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Хлахула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);
Чижишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

Редакционная коллегия:

Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Бейсенов А.З., к.и.н., Ин-т археологии им. А.Х. Маргулана (Алматы, Казахстан);
Грушин С.П., д.и.н., Алтайский ун-т; Зимина О.Ю., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Клюева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония);
Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция); Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН;
Куфтерин В.В., д.б.н., Ин-т этнологии и антропологии РАН;
Лычагина Е.Л., д.и.н., Пермский государственный гуманитарно-педагогический ун-т;
Мыльникова Л.Н., д.и.н., ИАЭТ СО РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;
Пинхаси Р., PhD, Венский ун-т (Австрия); Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ун-т Гетеборга (Швеция); Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Федоров Р.Ю., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН; Шорин А.Ф., д.и.н., ИИиА УрО РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

**FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 3 (74)
2026**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Editorial Council:

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology RAS (Moscow, Russia)
Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)
Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)
Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology UB RAS (Chelyabinsk, Russia)
Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)
Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology RAS (Moscow, Russia)
Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)
Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)
Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)
Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology RAS (Moscow, Russia)
Tishkin A.A., Doctor of History, Altai State University (Barnaul, Russia)
Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Omsk, Russia)

Editorial Board:

Adaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Beisenov A.Z., Candidate of History, Margulan Insitiute of Archaeology (Almaty, Kazakhstan)
Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)
Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Grushin S.P., Doctor of History, Altai State University (Barnaul, Russia)
Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)
Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera) RAS (St. Petersburg, Russia)
Kufferin V.V., Doctor of Biology, Institute of Ethnology and Anthropology RAS (Moscow, Russia)
Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)
Lychagina E.L., Doctor of History, Perm State Humanitarian and Pedagogical University (Perm, Russia)
Mylnikova L.N., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)
Pinhasi R., PhD, Professor, University of Vienna (Vienna, Austria)
Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, University Gothenburg (Gothenburg, Sweden)
Shorin A.F., Doctor of History, Institute of History and Archaeology UB RAS (Yekaterinburg, Russia)
Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Fedorov R.Yu., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Zimina O.Yu., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru
URL: <http://www.ipdn.ru>

Валавин Н.А.^{1*}, Алаева И.П.²¹ ЮУрГГПУ, nikolai.valavin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0167-6518>² ЮУрГГПУ, Институт истории и археологии УрО РАН, alaevaira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8322-5835>

ТРУДОЗАТРАТНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ВОЗВЕДЕНИЕ КУРГАНОВ ФЕДОРОВСКОЙ КУЛЬТУРЫ МОГИЛЬНИКА ЗВЯГИНО-1 В ЮЖНОМ ЗАУРАЛЬЕ

Аннотация. Представлен первый опыт применения метода строительной энергетики к исследованию погребальных комплексов федоровской культуры Южного Зауралья, в частности могильника федоровской культуры Звягино-1 (XVIII–XVI вв. до н.э.). Цель исследования — оценка трудозатрат на возведение курганов могильника Звягино-1. В результате выделено 5 этапов возведения курганов и определены суммарные объемы ресурсов. Установлено неравномерное распределение ресурсов, достигающее различий в 20 раз, и по трудозатратности — до 9 раз. Сопоставление полученных значений для курганов позволило выделить 3 группы сооружений по степени сложности: низкая сложность (3–6 чел.дн.), средняя сложность (10–17 чел.дн.), высокая сложность (21–28 чел.дн.). Выделенные группы маркируют разные уровни привлечения населения к строительству.

Ключевые слова: бронзовый век, андроновская общность, социальная сложность, погребальный обряд, строительная энергетика.

Финансирование. Исследование выполнено по плановой теме ЮУрГГПУ (Валавин Н.А., Алаева И.П.). Археологическое сопровождение выполнено в рамках госбюджетной темы Института истории и археологии УрО РАН № 124032100052-6 «Культурное пространство Урала: археологические и этнологические исследования» (Алаева И.П.).

Цитирование: Валавин Н.А., Алаева И.П. Трудозатратность строительных операций на возведение курганов федоровской культуры могильника Звягино-1 в Южном Зауралье // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2026. 3. С. 38–50. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2026-74-3-3>

Введение

Интерес исследователей к трудоемкости сооружения архитектурных объектов обнаруживается в широких хронологических и географических рамках. Систематические исследования, связанные с трудозатратами на возведение сооружений, проведены для цивилизаций Мезоамерики [Abrams, Boland, 1999], периода Римской империи на территории Италии [DeLaine, 2018]. Отдельные работы, посвященные оценке трудоемкости синхронных археологических сооружений, опубликованы по материалам средневековых памятников Среднего Подонья [Афанасьев, 1993], бронзового века Предкавказья [Корневский, 2010]. Также известны соответствующие публикации по отдельным археологическим памятникам [Волов, 2023].

Для Южного Зауралья и смежных территорий выполнены расчеты трудозатрат на строительство укрепленных поселений бронзового века [Чечушков, 2020], Большого Синташтинского кургана [Генинг и др., 1992, с. 373] и поселений раннего железного века и средневековья [Корякова, 1988, с. 35–38; Матвеева и др., 2005, с. 167–189; Половников, 2019].

В исследованиях, посвященных андроновской общности Южного Зауралья, неоднократно отмечалась разнородность погребальных сооружений. Высказывалось мнение о более высокой сложности погребальных сооружений федоровской культуры в сравнении с курганами алакульской культуры, сопоставляя количественные и качественные показатели, без использования энергетического подхода [Стефанов, Корочкова, 2006, с. 126]. Между тем трудовые мобилизационные возможности населения, выраженные в трудоемкости строительных проектов, считаются одним из показателей сложности социальной организации общества в различные исторические периоды [Матвеева и др., 2005, с. 167; Волов, 2023, с. 30–31; Picket et al., 2016, с. 112]. Несмотря на широкий охват в историографии, проблема сопоставления различных обществ по критерию строительного энергетического потенциала остается актуальной, как и предложение автора термина “architectural energetic” о его применении не только к архитектуре майя [Abrams, 1994, с. 6]. В нашем случае использование метода позволит детализировать сопоставление сложности сооружений андроновской общности.

* Corresponding author.

Трудозатратность строительных операций на возведение курганов федоровской культуры...

Целью данного исследования является оценка трудозатратности возведения курганов федоровской культуры могильника Звягино-1 Южного Зауралья.

Объект исследования

Могильник Звягино-1 расположен в лесостепной зоне Южного Зауралья, на высоком берегу р. Коелга (Урало-Тобольский речной бассейн). На площадке представлено 12 курганных насыпей, 10 из которых были исследованы археологической экспедицией ЮУрГГПУ (г. Челябинск). По данным радиоуглеродного датирования костей животных из погребений, время функционирования некрополя — XVIII–XVI вв. до н.э. [Епимахов, Алаева, 2024]. Во всех 10 курганах совершены захоронения по обряду кремации. В сопровождении погребений выявлены артефакты (сосуды, глиняные блюда, украшения), позволяющие считать данный погребальный комплекс однокультурным и связать его с федоровской культурой Южного Зауралья.

Выбор объекта исследования обусловлен следующим: 1) из 12 зафиксированных на памятнике курганов 10 исследовано стационарными раскопками (более 80 %); 2) памятник однокультурный; 3) сооружения различаются между собой элементами, связанными с трудозатратностью возведения (размер земляных насыпей, наличие каменной ограды, использование каменных и деревянных внутримогильных сооружений простого и сложного типов); кроме того, различные элементы распределены по разным погребальным сооружениям.

Методика “Architectural energetic”

Для определения различия трудозатрат применена методика строительной энергетики — метод относительной оценки архитектурных сооружений на основании трудоемкости сооружения в единицах рабочего времени, направленный на изучение социальных и политических аспектов организации общества [Abrams, Boland, 1999, с. 264, 267]. Данный метод, разработанный на основе анализа архитектуры майя, в настоящее время применяется при исследовании различных сооружений во всем мире [Pickett et al., 2016]. В отечественной науке также проводились работы, посвященные расчету трудозатрат, как без обращения к результатам зарубежных исследований [Корякова, 1988, с. 35–36; Матвеева и др., 2005, с. 188; Гаджиев, 2006, с. 84–85; Половников, 2019, с. 47], так и на основе методики строительной энергетики [Чечушков, 2020; Волов, 2023].

Метод строительной энергетики может применяться для оценки относительной стоимости отдельных масштабных конструкций [Матвеева и др., 2005; Гаджиев, 2006; Волов, 2023; Чечушков, 2020; Ortmann, Kidder, 2013; Pickett et al., 2016], суммы стоимости сооружений памятника [Arco, Abrams, 2006] и сопоставления отдельных конструкций в рамках одного памятника или схожих синхронных и асинхронных сооружений [DeLaine, 2018].

Применение метода предполагает поэтапное определение переменных, влияющих на трудоемкость конструкции. В наиболее полном виде все операции представлены по средневековым материалам Северного Приазовья [Pickett et al., 2016].

В данной работе использованы методы реконструкции строительных операций, вычисления объемов ресурсов, вычисления коэффициентов трудоемкости строительных операций, включающих добычу, транспортировку и установку сырья в конструкцию, применимых к материалам бронзового века Южного Зауралья.

Методы реконструкции строительных операций

Первоначально определены этапы строительства сооружения, основанные на стратиграфических наблюдениях. В случае с материалами могильника Звягино-1 ключевыми маркерами строительных горизонтов выступали грунты насыпи, каменные ограды, перепады в уровне материкового грунта и следы разрушения могильных ям.

Методы вычисления объема ресурсов

Для определения объемов грунта в насыпи использован опыт вычислений по материалам могильника Урефты I [Стефанов, Корочкова, 2006, с.78]. В расчетах форма курганной насыпи представлена как шаровидный сегмент и использовано допущение, что объем грунта фиксируемой насыпи соответствует объему первоначального сооружения. В таком случае объем земляной конструкции вычисляется по формуле объема шаровидного сегмента: $V = \pi * h / 6(3r^2 + h^2)$, где h — высота сегмента, r — радиус основания сегмента. Схожий подход приведения формы насыпи к геометрической фигуре применяется и в других исследованиях [Волов, 2023].

В центре некоторых курганов расположены оформленные погребальные площадки, представляющие собой углубления в грунте. Для расчета объема грунта, изъятых при двух этапах подготовки погребальной площадки, использованы следующие формулы: 1) объем цилиндра

$V = \pi * r^2 * h$, где r — радиус цилиндра, h — высота цилиндра; 2) объем усеченного конуса $V = 1/3 * \pi * h * (R^2 + r^2 + Rr)$, где h — высота, R — радиус основания, r — радиус сечения.

Масса ограды вычислена по следующей формуле: $M = V * \rho$, где V — реконструируемый объем, ρ — плотность горных пород. Реконструируемый объем каменной ограды вычислен по формуле $V = S_{\text{сум}} * h$, где $S_{\text{сум}}$ — суммарная площадь, занимаемая камнями ограды, h — средняя толщина камней ($x \pm y$). Метод определения суммарной площади камней ограды представлен в предыдущих исследованиях [Alaeva et al., 2023].

Методы расчета трудоемкости реконструируемых строительных операций

Для определения трудозатратности выполнения каждой из операций привлекаются коэффициенты трудозатрат, предполагающие оценку выработки действия в условных единицах измерения (чел.дн.). В рассмотренных работах используются различные системы коэффициентов трудозатратности операций. При разработке метода, в Центральной Америке были проведены эксперименты по добыче, транспортировке, обработке и установке различных материалов, использовавшихся в архитектуре майя [Erasmus, 1965], которые с некоторыми доработками используются на территории Америки [Arco, Abrams, 2006].

Другая зарубежная исследовательская традиция использования данных о коэффициентах трудозатрат сформировалась при изучении архитектуры Римской империи на территории современной Италии [DeLaine, 2018], где авторы применяют данные строительных пособий XIX в. Отечественные исследователи в большей степени ориентировались на исторические данные по Древней Месопотамии [Корякова, 1988, с. 35–36], строительные пособия Российской империи XIX в. [Гаджиев, 2006, с. 85]. В последнее время также используются современные нормы труда (СНиП и ЕНиР) [Матвеева и др., 2005, с. 173; Половников, 2019, с. 47; Волон, 2023, с. 35].

В рассмотренных работах приводятся различные аргументы для применения той или иной системы коэффициентов, которые могут быть связаны с территориальной и/или хронологической близостью и др., однако аргументация в отношении каждой системы вызывает сомнения.

Для Зауралья и смежных территорий экспериментальные данные зарубежных исследований применялись к материалам бронзового века [Чечушков, 2020]. Современные нормы выработки труда (СНиП и ЕНиР) и нормы выработок труда Древнего Шумера использованы для оценки комплексов раннего железного века и средневековья [Корякова, 1988, с. 35; Матвеева и др., 2005, с. 173; Половников, 2019, с. 47].

В действительности при оценке трудозатрат на возведение сооружений бронзового века Южного Зауралья мы вынуждены работать с относительными значениями, которые могут отличаться в зависимости от орудий труда, уровня организации общества и геологических условий региона. Для определения допустимых значений было проведено сравнение различий в коэффициентах трудозатрат на использование грунтов и камня в различных источниках.

Коэффициент добычи грунтов. При определении трудозатратности добычи грунтов собраны данные о выработке резки дерна, копки черного гумусированного грунта и раскопок неопределенного типа почв. Представленные далее данные переведены в метрическую систему при рабочем дне в 8 часов.

Выкапывание грунтов в разных источниках оценивается в 4,16 м³ / чел.дн. (деревянным орудием) [Erasmus, 1965, с. 283–285], 5,52 м³ / чел.дн. [Radford, 1913, с. 129], 6 м³ / чел.дн. (Древний Шумер) [Корякова, 1988, с. 35]. Выкапывание черного гумусированного грунта в Урочном положении достигает 4,32 м³ / чел.дн. [1895, с. 32], а в современных нормах труда — 6,4 м³ (стальной лопатой) (СНиП). Некоторые данные определены как завышенные: 36 м³ / чел.дн. [United States Commission..., 1886, р. 493], 11,52 м³ / чел.дн. (железным орудием) [Erasmus, 1965, с. 283–285]. Среди сопоставимых данных погрешность составляет около 30% от экспериментальных данных с деревянными орудиями до современных норм труда. Наиболее ранние данные Древнего Востока оказались несколько выше, чем нормы труда XIX в., что может быть связано с разным типом грунтов. Кроме того, соотношение экспериментальных данных с деревянным инструментом и деревянной лопатой с железным острием отличается незначительно (4,16 м³ и 4,32 м³).

Сопоставление данных резки дерновых блоков и выкапывания грунта показывает, что значения коэффициентов могут варьировать в пределах 25–30 %, сильной зависимости от территориальных условий не обнаружено.

Добыча каменного сырья. Добыча каменных отделочностей в источниках коэффициентов представлена несколькими вариантами: ручной сбор камней с поверхности вблизи рек (вероятно, камни до 30 см в поперечнике) [Урочное положение..., 1895, с. 175], выкапывание природно-

го камня из земли (судя по всему, речь идет о небольших каменных выходах), выламывание плит из разрабатываемого источника.

Данные о ручном сборе камня в отечественных источниках приведены в объеме — $1,63 \text{ м}^3 / \text{чел.дн.}$ [Урочное положение ..., 1895, с. 175], в других источниках в массе — $7,2 \text{ т} / \text{чел.дн.}$ [Abrams, 1994, с. 44]. В отсутствии данных для перевода массы в объем и обратно ограничимся тем, что реконструируемый объем камня ограда кургана № 6 составляет в среднем $0,74 \text{ м}^3$, а реконструируемый вес достигает $1,99 \text{ т}$, т.е. в одном случае за день один человек может собрать камня немногим более чем для 2 оград, а в другом — чуть менее чем для 4 оград, т.е. различия также двукратны. При ручном сборе вряд ли речь может идти о технологических отличиях. Скорее всего, разница данных обусловлена доступностью камня в определенной местности.

Добыча камня из земли в данных Российской империи составляет $0,78 \text{ м}^3 / \text{чел.дн.}$ [Урочное положение..., 1895, с. 175], в зарубежных экспериментах схожая операция приносит $8 \text{ т} / \text{чел.дн.}$ стальными орудиями и $2,72 \text{ т} / \text{чел.дн.}$ деревянным инструментом [Erasmus, 1965, с. 285–287]. Также рассмотрим различия на примере ограды кургана № 6. По данным урочных пособий, человек соберет необходимый объем сырья за 1 рабочий день. Согласно данным эксперимента, за 1 рабочий день человек сможет собрать сырья для 4 оград металлическими орудиями и немногим меньше 2 оград — деревянными орудиями, т.е. различия варьируют от 2 до 4 раз.

В современных нормативах выработки разработка скального грунта отбойным молотком приносит $2,29 \text{ м}^3$ камня (СниП), что в 3 раза превышает данные конца XIX в.

Таким образом, погрешность применения трудозатратности добычи каменного сырья заметно превышает погрешность коэффициентов на земляные работы. Скорее всего, причина заключается в разрабатываемых горных породах, распространенных и используемых для строительства в конкретной местности.

Коэффициент транспортировки сырья. Транспортировка грунта в работе не рассматривается, так как в насыпи отсутствуют геологические слои, имеющие конкретное происхождение, как это было установлено для курганов Poverty-Point [Ortmann, Kidder, 2013], поэтому предполагается использование грунта на территории могильника. Более подробные расчеты на транспортировку грунта, которые приводятся в зарубежных работах, нам недоступны [Pickett и др., 2016].

Транспортировка камня на расстояние до 5 км предположительно связана с использованием тягловой силы. Подобные расчеты приводились в схожих исследованиях [Матвеева, 2005, с. 179–180; Половников, 2019, с. 48–49], однако получить доступ к первоисточнику метода расчета не удалось, а авторы используют формулу с одинаковыми переменными и разным порядком арифметических действий. В результате при одинаковых значениях переменных получены разные значения коэффициента транспортировки.

По данным о использовании рабочих лошадей в колхозах СССР середины XX в., коэффициент тягловой силы можно вычислить по следующей формуле: $M_{\text{опт}} \times V/S$, где $M_{\text{опт}}$ — оптимальная масса груза (кг), V — скорость животного шагом (км/ч), S — расстояние. $M_{\text{опт}} = (F_t / Cd) - M_{\text{тел}}$, где F_t — сила тяги животного, Cd — коэффициент сопротивления грунта, $M_{\text{тел}}$ — масса телеги [Карлсен, 1951, с. 12, 13].

Примерное расстояние до источников каменного сырья составляет около 3 км [Alaeva et al., 2023]. Значение коэффициента сопротивления грунтовой дороги (0,07), массы телеги (200 кг) и скорости шага лошади (4–6 км/ч) выбраны из этнографических данных [Карлсен, 1951, с. 13, 195]. F_t животного зависит от его массы. Вес лошадей современных пород, сопоставимых с лошадьми бронзового века, достигает 275 кг (консультация авторов с Косинским П.А.; [Свечин и др., 1992, с. 119]). F_t лошадей близкого телосложения составляет 15 % от веса, т.е. 41 кг. Таким образом, лошадь бронзового века, управляемая одним человеком, могла перевезти на расстояние от 3 км около 386 кг/ч, или 3086 кг/дн., что соответствует $3,09 \text{ т} / \text{чел.дн.}$

Коэффициент установки сырья в конструкцию. В зарубежных исследованиях приведены данные, что скорость добычи и укладки дерна примерно совпадает и составляет $5,52 \text{ м}^3 / \text{чел.дн.}$ [Report Commisioner..., 1886, с. 497]. В Урочном положении приводятся данные, что обкладка насыпи дерниной в стенку занимает $0,6 \text{ чел.} / \text{кв. сажень}$. При пересчете получается, что за 1 чел.дн. дерном покрывается $6,07 \text{ м}^2$ [Урочное положение..., 1895, с. 53–55]. Десятикратные различия, судя по всему, обусловлены различным характером работы по укладыванию дерна в кучу и покрытию дерном насыпи.

При укладке грунта в насыпь современные нормы выработки предполагают затраты в $8,93 \text{ м}^3 / \text{чел.дн.}$ (СниП). Довольно интересно, что более ранние зарубежные источники приводят затраты в

15,28 м³ / чел.дн. [Radford, 1913, с. 129, 134], что в 2 раза больше. Причины данных различий не установлены. Поиск коэффициента установки ограды наиболее проблематичен. Так, в Урочном положении [1895, с. 203] «одежда» земляных откосов булыжным камнем составляет 1,21 м³ / чел.дн., бучение фундамента плитами из природного камня — 1,08 м³ / чел.дн. [Иллюстрированное урочное положение..., 1917, с. 325]. Судя по приведенным значениям, обкладка насыпи камнем составляет от 1,08 до 1,21 м³ в зависимости от способа устройства.

Выбор коэффициентов трудозатрат для бронзового века Южного Зауралья

Последним вопросом, связанным с коэффициентами трудозатрат, является возможность их применения к материалам бронзового века Урала. В отношении земляных работ различие коэффициентов варьирует от 4,16 м³, вероятно, деревянным инструментом до 6,4 м³ современной стальной лопатой. Судя по незначительным изменениям с использованием железных частей инструмента, при использовании минимального значения погрешность не должна быть критичной.

Коэффициент добычи каменного сырья наиболее неустойчивый, так как связан с геологическим строением региона. Использование в конструкции оград плитчатых отделенностей, иногда достаточно крупных размеров, преимущественно одной породы позволяет предположить добычу камня из земли с выламыванием породы из скальных выходов. К этому критерию подходят строительные нормативы Урочного положения (0,78 м³ / чел.дн.) и данные экспериментов Ч.Дж. Эрасмуса [Erasmus, 1965] (2,72–8 т / чел.дн.). Учитывая различия между цифрами, мы склонны утверждать, что ни одно из этих значений не является объективным. Однако данные Урочного положения в определенный момент времени были применимы к территории Урала, а использование железных инструментов предположительно некратно отличается от применения бронзовых. Исходя из этого, примем в качестве коэффициента данное значение.

Для расчета трудоемкости транспортировки камня использован вычисленный коэффициент на транспортировку груза в телеге, запряженной лошадей, на 5 км в 3,09 т / чел.дн.

При расчете трудоемкости установки насыпи использованы единственные доступные значения в 5,52 м³ / чел.дн. для укладки дерна и 8,93 м³ / чел.дн. для заковки грунта.

Для установки каменной ограды без раствора бетона нам доступен только коэффициент обкладки булыжником в 1,21 м³ / чел.дн. С учетом близости других данных в пределах 0,10 м³ вероятная погрешность должна быть минимальной.

Результаты

Стратиграфические наблюдения курганов могильника Звягино-1 позволили зафиксировать 5 этапов возведения надмогильного сооружения (рис. 1):

I этап — расчистка площадки до материкового слоя;

II этап — оформление котлована в материковом грунте;

III этап — заполнение пространства погребальной площадки слоем перемешанного черного гумусированного и материкового грунтов (первый слой насыпи);

IV этап — оформление могилы и установка каменной ограды;

V этап — возведение сооружения из черного гумусированного грунта (второй слой насыпи).

Этап I. Расчистка площадки до материкового слоя подразумевает снятие дерна и черного гумусированного грунта до уровня материковых скальных или суглинистых грунтов. Площадки зафиксированы под всеми курганами, имеют округлую форму, диаметр от 3 до 15 м.

Этап II. После расчистки в материковом грунте оформляется котлован округлой формы. Котлован зафиксирован во всех курганах за исключением №№ 5 и 6, диаметр от 6 до 13 м, средняя глубина от 0,1 до 0,4 м от уровня материка.

Этап III. Предположительно, через какое-то время, котлован заполнялся слоем, состоящим из перемешанных черного гумусированного и материкового грунтов, названным первым слоем насыпи. Первый слой мог заполнять только котлован на материке либо выравнивать площадку по уровню дневной поверхности.

Этап IV. После возведения слоя насыпи в центре площадки возводились могильные ямы, а в курганах №№ 5–7, 10 устанавливалась каменная ограда. Установить хронологический приоритет оформления могилы и установки ограды не удалось, однако выкид из могильной ямы всегда перекрывает первый слой насыпи, а разрушенные элементы ограды кургана № 6 залегают под вторым слоем насыпи кургана, что позволяет предполагать сооружение могилы и ограды между III и V этапами. В курганах зафиксировано от 1 до 3 могильных ям. Каменные ограды округлой и подквадратной формы имеют внутренний диаметр от 3 до 6 м.

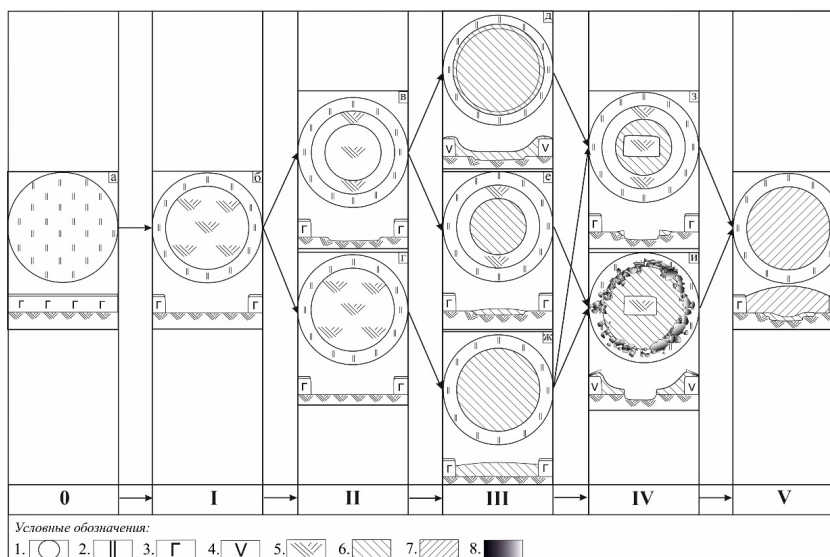


Рис. 1. Реконструкция алгоритма строительства курганов могильника Звягино-1:

0–V — реконструированные этапы строительства: 0а — исходная ситуация, 1б — расчистка площадки до материка, 1в — оформление площадки с углубления материка, 1лр — оформление площадки без углубления материка, 1лз — возведение первой насыпи с перекрытием древней поверхности, 1ле — возведение первой насыпи, заполняющей углубление в материке, 1лж — возведение первой насыпи до половины котлована, 1вз — оформление могильной ямы, 1ви — возведение каменной ограды, 1вк — возведение второй насыпи; 1 — контур кургана, 2 — древняя поверхность, 3 — черный гумусированный грунт, 4 — погребенная почва, 5 — материковый слой, 6 — первая насыпь, 7 — вторая насыпь, 8 — камень.

Fig. 1. Reconstructed algorithm of burial mounds of the Zvyagino-1 burial ground:

0–V — reconstructed stages of construction, 0a — initial situation, 1b — excavation of earth to the sterile soil, 1b — excavation of the site with excavation of sterile soil, 1lr — excavation of the site without deepening the sterile soil, 1lz — construction of the first mound poured onto the ancient surface, 1le — construction of the first mound filling the depression in sterile soil, 1lj — construction of the first mound to half of the pit, 1vz — construction of the grave, 1vi — construction of a stone circle, 1vk — construction of the second mound; 1 — mound outline, 2 — ancient side, 3 — black humus soil, 4 — overlain soil, 5 — sterile soil, 6 — first mound, 7 — second mound, 8 — stone.

Таблица 1

Ресурсная база могильника Звягино-1

Table 1

The amount of resources of burial mound Zvyagino-1

№ кургана	Извлеченный грунт (м³)		Каменная ограда (кг)	Насыпь кургана (м³)
	Дерн и гумус	Суглинок	Кварцит и серпентинит	Все грунты
1	37,59	14,23	0	65,82
2	33,51	22,61	0	73,24
3	35,04	13,46	0	57,45
4	14,31	3,10	0	15,94
5	4,70	<1	1551±798	9,48
6	2,41	<1	1990±846	2,41
7	9,07	<1	3988±2142	18,54
8	12,99	2,89	0	17,09
9	20,82	14,73	0	44,38
10	4,27	5,39	4490±2071	14,90
Всего	174,71	76,41	≈12 019	319,25

После оформления могильной ямы и возведения ограды сооружение перекрывалось вторым слоем насыпи, представленным черным гумусированным грунтом с незначительным включением материкового слоя. Разрушенные насыпи имеют диаметр от 5 до 15 м при высоте от 0,3 до 0,7 м. В курганах с оградами насыпь фиксируется по высоте каменной конструкции. В результате расчетов получены значения объемов каменных и земляных ресурсов, затраченных на возведение курганов могильника (табл. 1). Суммарно при оформлении подкурганных площадок извлечено более 250 м³ грунта, на возведение исследованных курганов затрачено до 320 м³ грунта, т.е. часть земляных ресурсов добывалась дополнительно. На возведение четырех оград использовано около 12 т камня. Распределение затраченных ресурсов между насыпями неравномерно. При подготовке погребальных площадок разных курганов извлечено от 2,41 до 56,13 м³ земли, при возведении насыпи использовано от 2,41 до 72,46 м³ земли, для сооружения оград — от 1,5 до 5 т камня. При этом курганы с каменными оградами отличаются малым объемом использования грунтов.

Применение выбранных коэффициентов трудозатрат позволило определить реконструируемую трудоемкость возведения сооружений (табл. 2).

Суммарное количество трудовых ресурсов, затраченных на возведение исследованных курганов, — 133,29 чел.дн. Среди реконструированных операций около 45 % (59,69 чел.дн.) стоимости составляет подготовка площадки (этапы I и II) и около 45 % (60,62 чел.дн.) стоимости — возведение насыпи с учетом добычи добавочных грунтов (этап III и V). Суммарная стоимость возведения каменных оград могильника не превышает 10 %. Кроме того, в курганах с каменными оградками, за исключением № 6, суммарная стоимость их возведения составляет 30–45 %.

Таблица 2

Реконструируемые трудозатраты на возведение курганов могильника Звягино-1

Table 2

Reconstructed labor costs for the construction of burial mounds at the Zvyagino-1

№ кургана	Извлечение грунта (чел.дн.)		Установка каменной ограды (чел.дн.)			Засыпка кургана (чел.дн.)		Всего (чел.дн.)
	Площадка кургана	Добавочный дерн	Добыча	Транспорт	Установка	Насыпь	Дерн	
1	12,46	4,00	—	—	—	5,80	2,54	24,80
2	13,49	4,89	—	—	—	6,28	3,10	22,77
3	11,66	2,56	—	—	—	5,43	1,61	21,27
4	4,19	~ 0	—	—	—	1,95	~ 0	6,14
5	1,13	1,37	0,71	0,48	0,33	0,53	0,87	5,40
6	0,58	~ 0	0,96	0,64	0,44	0,27	~ 0	2,88
7	2,18	2,71	1,91	1,28	0,87	1,02	1,72	11,68
8	3,14	0,35	—	—	—	1,78	0,22	6,29
9	8,55	2,52	—	—	—	3,98	1,60	16,65
10	2,32	1,50	2,15	1,44	0,98	1,07	0,95	10,41
Всего	59,69	19,9	5,73	3,84	2,62	28,11	12,61	133,29

Распределение трудовых ресурсов между курганами также неравномерно. Самая низкая реконструируемая трудоемкость составляет менее 3 чел.дн, а самая высокая превышает 28 чел.дн., т.е. различия в стоимости возведения курганов превышают 9 раз.

Обсуждение

В результате исследования впервые получены реконструированные числовые данные о различиях в трудоемкости погребальных сооружений федоровской культуры Южного Зауралья.

Распределение полученных результатов позволяет выделить 3 группы сооружений по уровню сложности (рис. 2).

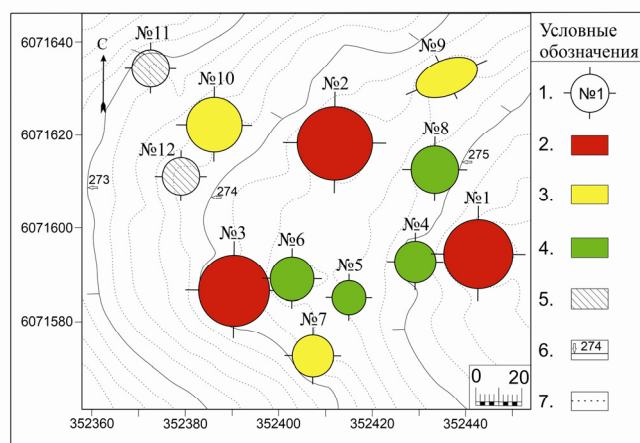


Рис. 2. Распределение курганов могильника Звягино-1 по степени сложности:

1 — номер кургана; 2 — курганы с высокой трудозатратностью; 3 — курганы со средней трудозатратностью; 4 — курганы с низкой трудозатратностью; 5 — не раскопанные насыпи; 6 — горизонтали через 1 м; 7 — горизонтали через 20 см.

Система координат WGS 84.

Fig. 2. Distribution of mounds in the Zvyagino-1 cemetery by level of difficulty:

1 — kurgan number; 2 — kurgan with high labour intensity; 3 — kurgan with medium labour intensity; 4 — kurgan with low labor intensity; 5 — kurgan not excavated; 6 — contour lines every 1 m; 7 — contour lines every 20 cm. WGS 84 coordinate system.

Курганы с наименьшей трудоемкостью (3–6 чел.дн.) (рис. 3) характеризуются диаметром насыпи от 3 до 9 м и фиксируемой высотой до 0,4 м. Углубления погребальных площадок в данной группе имеют диаметр от 3 до 8 м и плавно углублены до 0,1 м от уровня материка. За-

Трудозатратность строительных операций на возведение курганов федоровской культуры...

полнение погребальной площадки вариативное. В двух из четырех курганов зафиксированы легкие каменные ограды диаметром до 5 м, весом до 2 т.

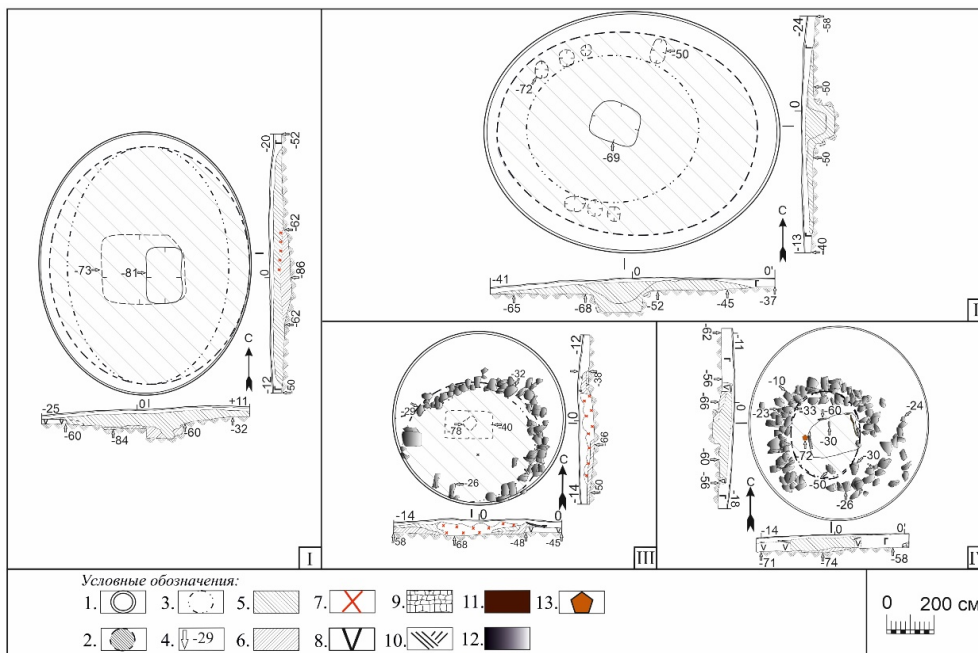


Рис. 3. Курганы с низкой трудозатратностью:

I — курган № 4; II — курган № 8; III — курган № 5; IV — курган № 6; 1 — контур раскопа; 2, 5 — вторая насыпь; 3 — площадь площадки, углубленной в материке; 4 — уровень от «0»; 6 — первая насыпь; 7 — прокаленный грунт; 8 — погребенная почва; 9 — материковый скалистый сланец; 10 — материковый слой; 11 — дерево; 12 — камень; 13 — керамика.

Fig. 3. Burial mounds with low labor value:

I — burial mound № 4; II — burial mound № 8; III — burial mound № 5; IV — burial mound № 6; 1 — excavation outline; 2, 5 — second mound; 3 — area of the recessed site; 4 — level from «0»; 6 — first mound; 7 — burned soil; 8 — overlain soil; 9 — rock; 10 — sterile soil; 11 — wood; 12 — stone; 13 — ceramics.

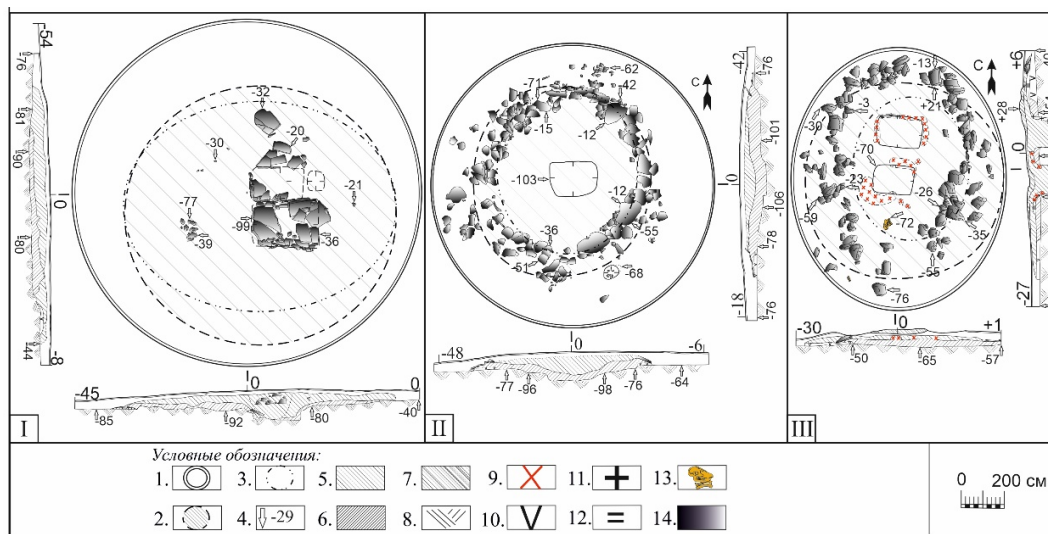


Рис. 4. Курганы с средней трудозатратностью:

I — курган № 9; II — курган № 10; III — курган № 7; 1 — контур раскопа; 2, 5 — вторая насыпь; 3 — площадь углубленной площадки; 4 — уровень от «0»; 6 — первая насыпь; 7 — антропогенное нарушение; 8 — материковый слой; 9 — прокаленный грунт; 10 — погребенная почва; 11 — грунт, насыщенный углем; 12 — выкид материка; 13 — кость; 14 — камень.

Fig. 4. Burial mounds with medium labor value:

I — burial mound № 9; II — burial mound № 10; III — burial mound № 7; 1 — excavation outline; 2, 5 — second mound; 3 — area of the recessed site; 4 — level from «0»; 6 — first mound; 7 — modern destruction; 8 — sterile soil; 9 — burned soil; 10 — overlain soil; 11 — charcoal; 12 — redeposited sterile soil; 13 — bone; 14 — stone.

Курганы со средней трудоемкостью (10–17 чел.дн.) (рис. 4) характеризуются диаметром насыпи от 7 до 12 м и фиксируемой высотой от 0,3 до 0,5 м. Погребальные площадки в данной группе имеют диаметр от 6 до 11 м, углублены до 0,25–0,3 м. Заполнение площадки фиксируется как по уровню материка, так и с подсыпкой на погребальной почве. В двух из трех курганов зафиксированы тяжелые каменные ограды диаметром от 6 м, весом до 4,5 т.

Курганы с высокой трудоемкостью (21–28 чел.дн) (рис. 5) характеризуются диаметром в 14–15 м, высотой от 0,5 до 0,7 м. Погребальные площадки в данной группе имеют диаметр от 7 до 13 м и углублены от 0,25 до 0,45 м. Заполнение площадки фиксируется только по уровню материка. В данной группе отсутствуют каменные ограды.

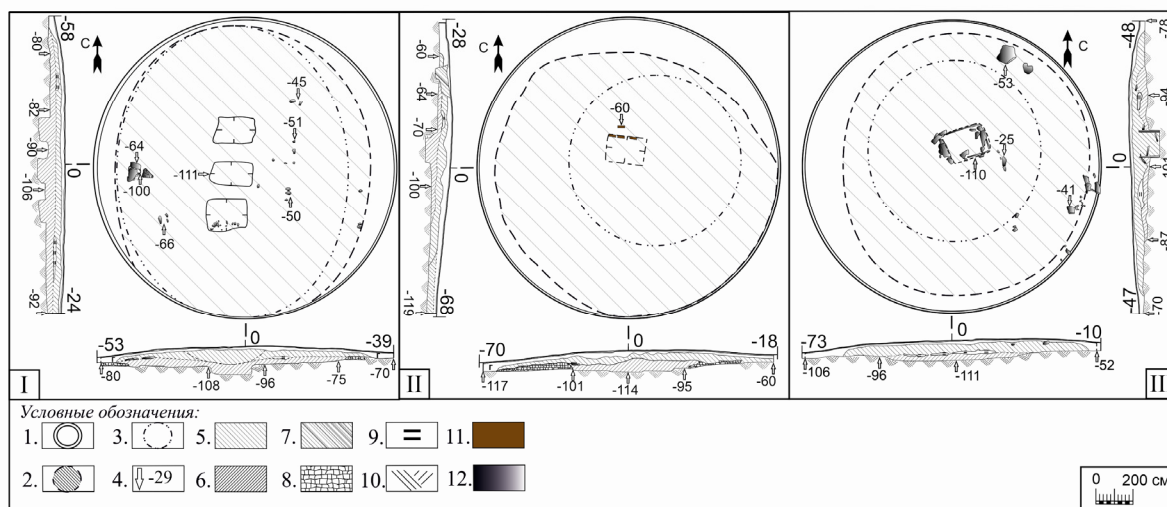


Рис. 5. Курганы с высокой трудозатратностью:

I — курган № 2; II — курган № 3; III — курган № 1; 1 — контур раскопа; 2, 5 — вторая насыпь; 3 — площадь углубленной площадки; 4 — уровень от «0»; 6 — первая насыпь; 7 — антропогенное нарушение; 8 — материковый скалистый сланец; 9 — переотложенный материковый грунт; 10 — материковый грунт; 11 — дерево; 12 — камень.

Fig. 5. Mounds with high labor value:

I — burial mound № 2; II — burial mound № 3; III — burial mound № 1; 1 — excavation outline; 2, 5 — second mound; 3 — area of the recessed site; 4 — level from "0"; 6 — first mound; 7 — modern destruction; 8 — rock; 9 — redeposited sterile soil; 10 — sterile soil; 11 — wood; 12 — stone.

Полученные данные позволяют сопоставить курганы могильника Звягино-1 с другими погребальными комплексами эпохи бронзы по критерию кратности различий сооружений и общей реконструируемой трудоемкости строительства.

Кратность различия сооружений

Максимальные различия в трудовой стоимости курганов могильника Звягино-1 достигают 9 раз, средние различия между группами малых и крупных курганов — 5 раз. Подобные различия заметно ниже, чем соотношения трудовой стоимости типов конструкций в майкопско-новосвободенской общности (253 раз) и несколько ниже показателей сооружений носителей южнобугского варианта ямной культуры (до 19 раз), для которых предполагается наличие стратифицированной структуры общества [Корневский, 2010, с. 165], однако стоит отметить, что приведенные расчеты выполнены по разным памятникам, в то время как в распоряжении автора только один комплекс.

В любом случае при условии, что время, затраченное обществом на возведение каждого из курганов могильника Звягино-1, было примерно одинаковым, кратные различия в реконструируемой трудовой стоимости между курганами демонстрируют, что число людей, участвовавших в строительстве каждого сооружения, отличалось существенно. Данное положение позволяет предполагать возможность проявления социального ранжирования в погребальном обряде, хотя и менее выраженного, чем в сообществах раннего бронзового века Кавказа и южной части Восточной Европы.

«Элитность» курганов могильника Звягино-1

Прямое сопоставление полученных данных с другими известными оценками строительных проектов затруднено ввиду разных систем коэффициентов, погрешность применения которых показана выше. Решить эту проблему можно выработкой единой общепризнанной системы ко-

Трудозатратность строительных операций на возведение курганов федоровской культуры...

эффициентов для синхронных сооружений рассматриваемой территории. Тем не менее далее попытаемся выполнить такое сопоставление для могильника Звягино-1.

Реконструируемые расчеты трудоемкости возведения малых курганов майкопско-новосвободенской общности дают оценку более чем в 50 чел.дн., в то время как для больших курганов майкопской культуры, состоящих из нескольких насыпей,— в среднем в 2000 чел.дн. [Корневский, 2010, с. 169]. Реконструируемая трудоемкость для насыпи элитного кургана в могильнике Бесоба, отнесенного авторами к нуринско-федоровской культуре, без учета каменной ограды, составляет 1200 чел.дн. [Кукушкин и др., 2018, с. 99].

Сопоставление результатов, полученных по могильнику Звягино-1, с курганами нуринско-федоровской культуры Центрального Казахстана демонстрирует, что трудовая стоимость наиболее крупного кургана более чем в 40 раз ниже, чем стоимость возведение одного элитного кургана в могильнике Бесоба, и даже суммарная трудовая стоимость всех исследованных курганов могильника ниже более чем в 9 раз. В связи с тем что автор не приводит обоснование коэффициента и использует параметр веса, а не объема, верификация расчетов невозможна.

Сопоставление с курганами майкопской культуры показывает, что трудовая стоимость самого крупного кургана могильника Звягино-1 более чем в 70 раз ниже, чем рассчитанная для больших курганов майкопской культуры. Суммарная стоимость могильника ниже в 15 раз. Подобная картина отчасти объясняется многослойностью майкопских курганов, однако даже от самых малых отдельных насыпей курганы могильника Звягино-1 будут отличаться десятикратно.

Кроме того, при сооружении могильника более чем 90 % трудовых ресурсов задействовано на земляные работы, при том около 45 % — на предварительную подготовку погребальной площадки. Учитывая, что последовательная подготовка котлована и заполнение его грунтом выглядят иррационально, можно предположить, что погребальные площадки и котлованы, требующие наибольшего количества ресурсов, могли быть сооружены заранее, при освоении площадки могильника. В таком случае разовые трудовые ресурсы на возведение кургана могут быть еще ниже.

Таким образом, проведенные расчеты трудозатратности возведения могильника Звягино-1 демонстрируют чрезвычайно низкие показатели. Это позволяет предполагать, что к строительству курганов было привлечено относительно малое число людей в пределах одного коллектива, а в некоторых случаях даже в пределах близкого круга родственников, при том что, судя по всему, строительство происходило в относительно короткие сроки с возможной предподготовкой.

Заключение

Применение методики архитектурной энергетики позволило выделить три группы курганов по трудозатратам на сооружение. Сопоставление алгоритмов строительства отдельных курганов позволяет заключить, что основные различия в трудоемкости маркируются размерами сооружения, а не наличием или отсутствием отдельных конструктивных элементов. Незначительная трудозатратность, предположительно отражающая число людей, задействованных в строительстве, может быть связана с низкой численностью коллектива, использовавшего могильник.

С учетом сказанного, попытки оценки социальной структуры носителей федоровской культуры на Южном Урале по материалам одного могильника с большей долей вероятности будут ошибочными, поэтому затронутая проблема требует привлечения материалов других исследованных могильников, а также сопоставления с сооружениями иных культурных групп бронзового века Южного Зауралья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасьев Г.Е. Донские аланы: Социальные структуры алано-ассо-буртасского населения бассейна Среднего Дона. М.: Наука, 1993. 184 с.

Волов А.И. Анализ особенностей строительства и трудозатрат на сооружение сопкивидной насыпи близ урочища Плакун в Старой Ладге // *Saurus*. 2023. Т. 2. № 1. С. 29–49. [https://doi.org/10.34680/Saurus-2023-2\(1\)-29-49](https://doi.org/10.34680/Saurus-2023-2(1)-29-49)

Гаджиев М.С. Определение абсолютной даты строительства цитадели и северной городской стены Дербента и произведенных трудозатрат // *Вестник Института истории, археологии и этнографии*. 2006. № 1 (5). С. 77–94.

Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В. Синташта: Археологический памятник арийских племен Урало-Казахстанских степей: В 2 ч.. УрО РАН, ЧелГУ. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1992. Ч. 1408 с.

Епимахов А.В., Алаева И.П. Радиоуглеродная хронология федоровской культуры бронзового века (новые материалы по старой проблеме) // *Археология, этнография и антропология Евразии*. 2024. Т. 52. № 2. С. 55–64. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.2.055-064>

Карлсен Г.Г. Использование рабочих лошадей в колхозах. М.: Гос. изд-во сельскохозяйств. лит., 1951. 208 с.

Корневский С.Н. Феномен больших майкопских курганов: Социально-трудовой и культовый аспекты строительства // *КСИА*. 2010. Вып. 224. С. 149–170.

Корякова Л.Н. Ранний железный век Зауралья и Западной Сибири: (Саргатская культура). Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1988. 240 с.

Кукушкин И.А., Дмитриев Е.А., Кукушкин А.И. Маркеры социальной стратификации в эпоху бронзы // Маргулановские чтения — 2018. Духовная модернизация и археологическое наследие: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Алматы; Актобе, 2018. С. 98–100.

Матвеева Н.П., Ларина Н.С., Берлина С.В., Чикунова И.Ю. Комплексное изучение условий жизни древнего населения Западной Сибири: Проблемы социокультурной адаптации в раннем железном веке. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 228 с.

Половников Л.В. Трудозатраты на строительство жилищ в Пермском Предуралье // Вестник научной ассоциации студентов и аспирантов исторического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. Stadia Historica Jenium. 2019. № 1 (15). С. 45–50.

Свечин К.Б., Бобылев И.Ф., Голка Б.М. Коневодство. М.: Колос, 1984. 352 с.

Стефанов В.И., Корочкова О.Н. Урефты I: Зауральский памятник в андроновском контексте. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. 160 с.

Чечушков И.В. Трудозатраты при строительстве поселения эпохи поздней бронзы Каменный Амбар в долине реки Карагайлы-Аят // УИВ. 2020. № 2 (67). С. 26–34. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-2\(67\)-26-34](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-2(67)-26-34)

Abrams E.M. How the Maya Built Their World: Energetics and Ancient Architecture. Austin: University of Texas Press, 1994. 198 p.

Abrams E.M., Bolland T.W. Ancient Monuments, and Operations Management // Journal of Archaeological Method and Theory. Vol. 6. No. 4. P. 263–291. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1021921513937>

Alaeva I.P., Valavin N.A., Yuminov A.M. Structural Elements of the Stone circle of the Late Bronze Age Burial Mound Located in the Southern Part of the Trans-Urals // Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy — 2023: Proceedings of Geoarchaeological Conference, Miass, Russia. Miass: Springer Nature, 2023. P. 132–141. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-85645-7_15

Arco L.J., Abrams E.M. An essay on energetics: the construction of the Aztec chinampa system // Antiquity 2006. 80. P. 906–918. <http://dx.doi.org/10.1017/S0003598X00094503>

DeLaine J. Economic choice in Roman construction: Case studies from Ostia // Constructing monuments, perceiving monumentality and the economics of building: Theoretical and methodological approaches to the built environment. Leiden: Sidenstone Press, 2018. P. 243–269.

Erasmus C.J. Monument Building: Some Field Experiments // Southwestern Journal of Anthropology. 1965. Vol. 21. № 4. P. 277–301. <http://dx.doi.org/10.1086/soutjanth.21.4.3629433>

Ortmann A.L., Kidder T.R. Building Mount A at Poverty Point, Louisiana: Monumental Public Architecture, Ritual Practice, and Implications for Hunter-Gatherer Complexity // Geoarchaeology: An International Journal. 2013. 28. P. 66–86. <https://doi.org/10.1002/gea.21430>

Pickett J., Schreck J.S., Holod R., Rassamakin Y., Halenko O., Woodfin W. Architectural energetics for tumuli construction: The case of the medieval Chungul Kurgan on the Eurasian steppe // Journal of Archaeological Science. 2016. 75. P. 101–114. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.09.006>

Radford A.W. Radford's Estimating and Contracting: A Practical Manual of Up-to-date Methods for Rapid, Systematic, and Accurate Calculation Cost of All Types and Details of Building Construction, Together with Quotations of Ordinary Prices for Labor and Materials. Chicago: The Radford Architectural Company, 1913. 887 p.

ИСТОЧНИКИ

Иллюстрированное Урочное положение. Шестое испр. изд. Пг.: Склад издания у К.Л. Риккера, 1916. 694 с.

Урочное Положение для строительных работ. СПб.: Тип. Правительствующего Сената, 1895. 367 с.

United States Commission of Fish and Fisheries: Report of the Commissioner for 1884. Part XII. Washington: Government printing office, 1886. 1204 p.

Valavin N.A.^{1*}, Alaeva I.P.²

¹ South Ural State Humanitarian-Pedagogical University
nikolai.valavin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0167-6518>

² South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Institute of History and Archeology UB RAS
alaevaira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8322-5835>

Labour costs of construction operations for the burial mounds of the Fedorovo Culture at the Zvyagino-1 cemetery in the Southern Trans-Urals

Summary. This paper presents the first application of the architectural energetics method to the materials from the burial grounds of the Fedorovo culture in the Southern Trans-Urals. The study focuses on the materials

* Corresponding author.

recovered from the Zvyagino-1 cemetery, which dates to the 18th–16th centuries BC. The research aims to estimate the labour costs associated with the construction of the burial mounds at Zvyagino-1. In the course of the analysis, five stages of mound construction were identified, and the total volumes of resources employed in the process were determined. The results reveal an uneven distribution of resources among the burial mounds. Variations in the volume of resources used amount to more than a 20-fold difference, while disparities in labour costs reach approximately 9-fold. Based on the level of construction complexity, 3 groups of burial mounds were distinguished: low complexity (requiring 3–6 man-days), medium complexity (10–17 man-days), and high complexity (23–27 man-days). These distinct groups represent different levels of population involvement in the construction process.

Keywords: Bronze Age, Andronovo Community, social complexity, burial rite, Architectural Energetics.

REFERENCES

- Abrams, E.M. (1994). *How the Maya Built Their World: Energetics and Ancient Architecture*. Austin: University of Texas Press.
- Abrams, E.M., Bolland, T.W. (1999). Ancient Monuments, and Operations Management. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 6(4), 263–291. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1021921513937>
- Afanas'ev, G.E. (1993). *Don Alans: Social structures of the Alan-Asso-Burtas populations of the Middle Don basin*. Moscow: Nauka. (Rus.).
- Alaeva, I.P., Valavin, N.A., Yuminov, A.M. (2023). Structural Elements of the Stone circle of the Late Bronze Age Burial Mound Located in the Southern Part of the Trans-Urals. In: *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy — 2023: Proceedings of Geoarchaeological Conference, Miass, Russia*. Miass: Springer Nature, 132–141. https://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-85645-7_15
- Arco, L.J., Abrams, E.M. (2006). An essay on energetics: The construction of the Aztec chinampa system. *Antiquity*, 80, 906–918. <http://dx.doi.org/10.1017/S0003598X00094503>
- Chechushkov, I.V. (2020). Labor costs during the construction of the Late Bronze Age settlement of Kamenny Ambar in the Karagayly-Ayat River valley. *Ural'skij istoricheskij vestnik*, 67(2), 26–34. (Rus.). [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-2\(67\)-26-34](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-2(67)-26-34)
- DeLaine, J. (2018). Economic choice in Roman construction: Case studies from Ostia. In: *Constructing monuments, perceiving monumentality and the economics of building: Theoretical and methodological approaches to the built environment*. Leiden: Sidenstone Press, 243–269.
- Erasmus, C.J. (1965). Monument Building: Some Field Experiments. *Southwestern Journal of Anthropology*, 21(4), 277–301. <http://dx.doi.org/10.1086/soutjanth.21.4.3629433>
- Epimakhov, A.V., Alayeva, I.P. (2024). Radiocarbon Chronology of the Bronze Age Fedorovka Culture (New Data Relevant to an Earlier Problem). *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 52(2), 55–64. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.2.055-064>
- Gadzhiev, M.S. (2006). Determination of the absolute date of construction of the citadel and the northern city wall of Derbent and the labor costs involved. *Vestnik Instituta istorii, arheologii i etnografii*, 5(12), 77–94. (Rus.).
- Gening, V.F., Zdanovich, G.B., Gening, V.V. (1992). *Sintashta: Arheologicheskij pamyatnik arijskikh plemen Uralo-Kazastanskikh stepej*: in 2 parts. Part 1. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skoe knizhoe izdatel'stvo. (Rus.).
- Karlsen, G.G. (1951). *The use of work horses on collective farms*. Moscow: Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skohozyajstvennoj literatury. (Rus.).
- Korenevskij, S.N. (2010). The Phenomenon of the Large Maikop Burial Mounds: Social, Labor, and Religious Aspects of Construction. *Kratkie soobshchenie Instituta arheologii*, (224), 149–170. (Rus.).
- Koryakova, L.N. (1988). *The Early Iron Age of Trans-Urals and West Siberia: (Sargatka Culture)*. Sverdlovsk: Izd-vo Ural. un-ta. (Rus.).
- Kukushkin, I.A., Dmitriev, E.A., Kukushkin, A.I. (2018). Markers of social stratification in the Bronze Age. In: *Margulanovskie chteniya — 2018: Duhovnaya modernizaciya i arheologicheskoe nasledie: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Almaty; Aktobe. 98–100. (Rus.).
- Matveeva, N.P., Larina, N.S., Berlina, S.V., Chikunova, I.Yu. (2005). *A comprehensive study of the living conditions of the ancient population of Western Siberia: Problems of socio-cultural adaptation in the Early Iron Age*. Novosibirsk: SO RAN. (Rus.).
- Ortmann, A.L., Kidder, T.R. (2013). Building Mount A at Poverty Point, Louisiana: Monumental Public Architecture, Ritual Practice, and Implications for Hunter-Gatherer Complexity. *Geoarchaeology: An International Journal*, (28), 66–86. <https://doi.org/10.1002/gea.21430>
- Pickett, J., Schreck, J.S., Holod, R., Rassamakin, Y., Halenko, O., Woodfin, W. (2016). Architectural energetics for tumuli construction: The case of the medieval Chungul Kurgan on the Eurasian steppe. *Journal of Archaeological Science*, (75), 101–114. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.09.006>
- Polovnikov, L.V. (2019). Labor costs for housing construction in the Perm Urals. *Vestnik nauchnoj associacii studentov i aspirantov istoricheskogo fakul'teta Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Seriya Stadia Historica Jenium*, 15(1), 45–50. (Rus.).
- Stefanov, V.I., Korochkova, O.N. (2006). *Ureft' I, the Trans-Urals site in Andronovo context*. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta. (Rus.).

Svechin, K.B., Bobylev, I.F., Gopka, B.M. (1984). *Horse breeding*. Moscow: Kolos. (Rus.).

Volov, A.I. (2023) Analysis of construction features and labor costs for the construction of a hill-shaped embankment near the Plakun tract in Old Ladoga. *Caurus*, 2(1), 29–49. (Rus.). [https://doi.org/10.34680/Caurus-2023-2\(1\)-29-49](https://doi.org/10.34680/Caurus-2023-2(1)-29-49)

© Валавин Н.А., Алаева И.П., 2026
Тип лицензии: CC BY 4.0

Поступила в редакцию 29.01.2026
Принята к публикации 04.06.2026
Опубликована 15.09.2026

Сведения об авторах:

Валавин Николай Алексеевич, младший научный сотрудник, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия.

Алаева Ирина Павловна, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет; старший научный сотрудник, Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия.

About the authors:

Valavin, Nikolay A., Junior Researcher, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

Alaeva, Irina P., PhD, Leading Researcher, South Ural State Humanitarian Pedagogical University; Senior Researcher, Institute of History and Archeology UB RAS, Yekaterinburg, Russia.