RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE FOR THE HISTORY OF MATERIAL CULTURE

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE
FOR THE HISTORY OF MATERIAL CULTURE RAS

No. 23

St. Petersburg
2020

ЗАПИСКИ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ
МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ РАН

№ 23

Санкт-Петербург
2020

Записки Института истории материальной культуры РАН. СПб.: ИИМК РАН, 2020. № 23. 212 с.
ISSN 2310-6557

Transactions of the Institute for the History of Material Culture RAS. St. Petersburg: IHMC RAS, 2020.
No. 23. 212 p.

Редакционная коллегия: В. А. Лапшин (гл. редактор), В. А. Алёшкин, С. В. Белецкий, М. Ю. Вахтина, Ю. А. Виноградов, Л. Б. Вишняцкий, М. Т. Кашуба, Л. Б. Кирчо (зам. гл. редактора), А. К. Очередной

Editorial board: V. A. Lapshin (editor-in-chief), V. A. Alekshin, S. V. Beletsky, M. Yu. Vakhtina, Yu. A. Vinogradov, L. B. Vishnyatsky, M. T. Kashuba, L. B. Kircho (deputy editor), A. K. Otcherednoi

Издательская группа: Л. Б. Кирчо, В. Я. Стёганцева, Е. В. Новгородских
Publishing group: L. B. Kircho, V. Ya. Stegantseva, E. V. Novgorodskikh

В № 23 «Записок ИИМК РАН» представлены научные работы, отражающие новейшие открытия и исследования в области археологии и древней истории. В разделе «Статьи» публикуются аналитические разработки, основанные на материалах археологических исследований памятников эпохи энеолита и бронзы Средней Азии и Среднего Востока (статьи Н. Ф. Соловьёвой и Е. К. Блохина, Л. Б. Кирчо, В. А. Алёшкина), эпохи бронзы Предкавказья (работы А. В. Кияшко и О. П. Ларенок, А. Г. и А. А. Кожедуб) и Средневековья (статья А. В. Курбатова). Представлены также новые данные о материалах эпохи бронзы и Средневековья, полученные в результате использования методов естественных наук (работы Н. И. Шишлиной с соавторами, М. Т. Кашубы с соавторами, А. Н. Егорькова). Ряд работ посвящен публикации новых археологических материалов античности, Средневековья и Нового времени (статьи Р. В. Тихонова, Ф. Ш. Аминова, К. В. Горлова и В. И. Кильдюшевского). С. В. Белецкий продолжает серию аналитических публикаций древнерусских княжеских знаков. В разделе «Из истории науки» представлены очерк Ю. Г. Кутимова по истории исследований А. М. Мандельштамом памятников Средней Азии и обзор зарубежной литературы XX в. по проблемам изучения «Сибирской Скифии» (А. В. Субботин). На материалах Научного архива ИИМК РАН воссозданы научная биография выдающегося отечественного архитектора и реставратора Н. М. Бачинского (Н. А. Лазаревская и М. В. Медведева) и эпизод работ А. Н. Карасёва, вероятно, связанный с проектом Таманской экспедиции А. А. Миллера (заметка Ю. А. Виноградова). В новом разделе «Перспективы развития археологии» публикуется статья В. Д. Нечаева с соавторами, посвященная анализу и оценке мирового опыта внедрения цифровых технологий в археологические исследования. Издание адресовано археологам, культурологам, историкам, музееведам, студентам исторических факультетов вузов.

The 23rd issue of the “Transactions of IHMC RAS” presents the results of recent studies and discoveries in archaeology and ancient history. The section of Research Papers contains analytical works devoted to the materials of the Eneolithic and Bronze Age sites of the Middle East and Central Asia (papers by N. F. Solovyova with J. K. Blokhin, L. B. Kircho, V. A. Alekshin), Bronze Age sites of the Fore-Caucasus (works by A. V. Kiyashko with O. P. Larenok, A. G. and A. A. Kozhedub) and Medieval sites of East Europe (A. V. Kurbatov). N. I. Shishlina with coauthors, M. T. Kashuba with coauthors, and A. N. Egor'kov use methods of natural science to obtain new data on the Bronze Age and Medieval materials. Several papers present new archaeological materials dating from the Classical and Medieval periods and the Modern Era (R. V. Tikhonov, F. Sh. Aminov, K. V. Gorlov with V. I. Kildyushevsky). S. V. Beletsky continues his series of analytical publications dealing with Old Russian seals and princely symbols. The section “From the History of Science” consists of an essay on the history of A. M. Mandelshtam's expeditions in Central Asia (Yu. G. Kutimov) and an overview of foreign literature of the XX c. related to the study of “Siberian Scythia” (A. V. Subbotin). Based on the materials of the Scholarly Archive of IHMC RAS, N. A. Lazarevskaya and M. V. Medvedeva describe the research career of an outstanding architect and restorer N. M. Bachinsky, while Yu. A. Vinogradov uses the archive materials to reconstruct an episode of A. N. Karasev's works in the Caucasus. The new section “Future Prospects of Archaeology” contains a paper by V. D. Nechaev with coauthors devoted to the analysis and assessment of world experience of introduction of digital technologies in archaeological research. The volume is intended for archaeologists, culturologists, historians, museum workers, and students of historical faculties.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРХЕОЛОГИИ

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МИРОВОГО ОПЫТА¹

В. Д. НЕЧАЕВ, Д. Б. ТАТАРКОВ, Е. К. БЛОХИН, СТ. А. ВАСИЛЬЕВ,
Н. Ф. СОЛОВЬЁВА²

Ключевые слова: археология, цифровые технологии, археологические данные, историко-культурное наследие.

Мировым научным сообществом накоплен значительный опыт внедрения в процесс археологических исследований инновационных методов, основанных на цифровых технологиях. Предпринимаются попытки использовать цифровые технологии уже не в качестве вспомогательного инструмента, но в качестве ключевого фактора генерации новых знаний, формирования соответствующих компетенций, удовлетворения духовных потребностей общества. В статье предпринята попытка анализа наиболее успешных проектов в сфере цифровых технологий в археологии, оценки достигнутых результатов и перспектив в контексте использования опыта в отечественной науке.

DOI: 10.31600/2310-6557-2020-23-201-209

Опыт последних десятилетий свидетельствует, что изменения в системе изучения и сохранения историко-культурного наследия происходят под воздействием внедрения цифровых технологий и самых современных технических средств на всем протяжении цикла от получения новых знаний до потребления этих знаний обществом.

Такие цифровые технологии, как распределенные реестры и удаленные базы данных, неразрушающий контроль, компоненты робототехники и сенсорики, дистанционное обследование, виртуальная и дополненная реальность, становятся приоритетными в развитии системы изучения и сохранения историко-культурного наследия.

Первые попытки использования информационных технологий для обработки археологических данных были предприняты в конце 1960-х гг. (Huggett 2013: 13),

¹ Работа проведена в рамках выполнения программ ФНИ ГАН по теме государственной работы № 0184-2019-0011 «Развитие методики изучения и сохранения памятников истории и культуры».

² В. Д. Нечаев — Севастопольский ГУ, г. Севастополь, 299053, Россия; Д. Б. Татарков — Институт общественных наук и международных отношений, Севастопольский ГУ, г. Севастополь, 299053, Россия; Е. К. Блохин, Ст. А. Васильев, Н. Ф. Соловьёва — Отдел охранной археологии, ИИМК РАН, г. Санкт-Петербург, 191186, Россия.

и с тех пор темпы «цифровизации» археологии постоянно увеличиваются. На рубеже веков в ряде ведущих археологических школ мира появляются и развиваются организационные формы, приоритетом которых является реализация инновационных решений и совершенствование инфраструктуры для внедрения цифровых технологий в процесс археологических исследований (Richards 2017: 227–228). Наиболее устойчивыми организационными формами стали некоммерческие организации, созданные консорциумом ведущих университетов и академических институтов. Подобные структуры по своей сути являются институтами развития, цель которых состоит в обеспечении устойчивой и непрерывной технологической и гуманитарной поддержки процессов «цифровизации» археологии.

Основные критерии, позволяющие отнести эти структуры к институтам развития, можно сформулировать следующим образом:

- научная кооперация, как правило, выраженная в соединении ресурсов нескольких научно-исследовательских центров, университетов, фондов, общественных организаций и обеспечивающая взаимный доступ к ресурсам и результатам;
- акцент на привлечение государственных и частных инвестиций для обеспечения функционирования информационной инфраструктуры, созданной в рамках грантовой поддержки научных проектов;
- область деятельности, которая охватывает финансирование научных проектов, нормативное регулирование, создание и апробацию технологических заделов, формирование информационной инфраструктуры, совершенствование кадрового потенциала, развитие исследовательских компетенций, межрегиональное и междисциплинарное тиражирование результатов и распространение лучших практик.

Учитывая приведенные критерии, к существующим в настоящее время институтам развития в сфере цифровой археологии можно отнести следующие организации: *Archaeology Data Service*, *E-depot for Dutch archaeology (EDNA)*, *Digital Antiquity*, *Swedish National Data Service (SND)*, *The Strategic Environmental Archaeology Database (SEAD)*, *Forschungsdatenzentrum Archäologie & Altertumswissenschaften (IANUS)*, *Sustainable Archaeology*.

Одним из наиболее успешных примеров функционирования института развития в сфере цифровой археологии является британская *Archaeology Data Service* — некоммерческая организация, созданная в 1996 г. консорциумом факультетов археологии университетов Бирмингема (University of Birmingham), Брэдфорда (University of Bradford), Глазго (University of Glasgow), Кента в Кентербери (University of Kent), Лестера (University of Leicester), Ньюкасла (Newcastle University), Оксфорда (University of Oxford), Совета по британской археологии (Council for British Archaeology). Организацию возглавляет Йоркский университет (Wright, Richards 2018).

Archaeology Data Service обеспечивает сбор, описание, каталогизацию, хранение и обеспечение доступа к цифровым ресурсам, полученным в результате археологических исследований. Организация также занимается разработкой и продвижением стандартов и руководств в области создания, описания, сохранения и использования археологической информации (Richards 2017: 227–230).

В 2008 г. в США создана некоммерческая организация *Digital Antiquity*. В проекте приняли участие Университет штата Аризона (Arizona State University) — оператор проекта, Университет Арканзаса (University of Arkansas), Университет штата

Пенсильвания (Pennsylvania State University), Университет штата Вашингтон (Washington State University), Университет Йорка (University of York). В совет директоров организации помимо представителей университетов-учредителей вошли специалисты, имеющие опыт в области финансов, права, руководства некоммерческими организациями и информационных технологий. Для консультации совета директоров по специальным вопросам создана межвузовская консультативная группа в которую входят представители всех направлений археологии и информатики (Richards 2012).

Digital Antiquity осуществляет управление проектом *Digital Archaeological record (DAR)*. В ходе проекта был создан ведущий в Северной Америке общедоступный центр по сбору, обработке и хранению цифровой информации об уже завершённых и проводимых в настоящее время археологических исследованиях (McManamon, Kintigh 2010: 37–40).

Деятельность *Digital Antiquity* проходит в тесном взаимодействии с *Archaeology Data Service*. Американскими и британскими специалистами подготовлена и опубликована серия руководящих документов, призванных предоставить основу для рабочих процессов археологических проектов, позволяющих создавать цифровые наборы данных, так называемые Руководства по передовому опыту *Guides to Good Practice*, которые можно эффективно архивировать и совместно использовать в США и в Великобритании.

Sustainable Archaeology — межвузовский проект, реализованный Университетом Западного Онтарио (University of Western Ontario) и Университетом МакМастера (McMaster University). Финансовую поддержку проекту оказали Канадский фонд инноваций (*Canada Foundation for Innovation*) и Исследовательский фонд Онтарио (*Ontario Research Fund*). Основная цель проекта — с помощью цифровых технологий интегрировать содержащуюся в различных коллекциях, архивах, фондах информацию и обеспечить ее широкую доступность. Проект реализуется в формате межвузовского исследовательского центра, расположенного в Музее археологии Онтарио (Museum of Ontario Archaeology) и в Инновационном парке МакМастера (McMaster Innovation Park).

С 2011 по 2017 г. Немецкий исследовательский фонд (Deutsche Forschungsgemeinschaft — DFG) осуществлял финансирование проекта *Forschungsdatenzentrum Archäologie & Altertumswissenschaften (IANUS)*. Проект был направлен на разработку структуры национального исследовательского центра данных по археологии и классическим исследованиям в Германии. Начиная с 2017 г. Немецкий археологический институт (Deutsches Archäologisches Institut — DAI) в содружестве с рядом университетов, музеев, исследовательских центров работает над превращением проекта *IANUS* в постоянный орган сбора и хранения цифровой археологической информации.

Проект *Swedish National Data Service (Svensk nationell datatjänst — SND)* реализуется консорциумом из девяти крупнейших шведских университетов, базируясь на площадке Гетеборгского университета (Göteborgs universitet). Цель проекта — создание цифрового архива научных отчетов о проведенных археологических исследованиях на территории Швеции.

Еще один шведский проект *The Strategic Environmental Archaeology Database (SEAD)* направлен на обеспечение инфраструктуры для удаленного доступа

к данным, относящимся к экологической археологии. Проект реализуется в Университете Умео на севере Швеции при финансовой поддержке Шведского исследовательского совета (Vetenskapsrådet) и Шведского фонда гуманитарных и социальных наук (Riksbankens Jubileumsfond).

В целом институты развития зарекомендовали себя в качестве эффективного инструмента трансформации системы изучения и сохранения историко-культурного наследия в условиях формирования нового технологического уклада. В дальнейшем следует ожидать возрастания роли этих организаций прежде всего в решении следующих задач:

- внедрение сетевых технологий распределенной и удаленной обработки и хранения археологической информации, обеспечение доступа к ней всем заинтересованным субъектам;

- апробация и внедрение новых цифровых методов создания археологической информации;

- поиск решений для обеспечения финансовой устойчивости проектов после окончания внешнего (грантового) финансирования.

Помимо реализации структурных проектов, совершенствования методической базы внедрения цифровых технологий в археологию к настоящему времени в мире накоплен значительный опыт в реализации отдельных технологических проектов. Речь идет прежде всего о проектах по созданию Веб-сервисов и автономных приложений для полевых исследований и камеральной обработки археологического материала.

Созданный британскими специалистами интегрированный онлайн-каталог ARCHSEARCH индексирует более 1,3 млн записей метаданных (Richards 2012). Цифровая археологическая информация включает в себя как данные, полученные в ходе полевых исследований, так и данные лабораторных и теоретических исследований. Используемые типы данных включают в себя: текстовые отчеты, базы данных, изображения (включая аэрофотоснимки, снимки дистанционного зондирования, фотографии участков, объектов и артефактов), оцифрованные карты и планы, информацию, полученную в результате сканирования, чертежи реконструкций и т. д.

Advanced Research Infrastructure for Archaeological Dataset Networking Plus (ARIADNEplus) — крупнейший проект, направленный на интеграцию инфраструктуры археологических данных в Европе, в ходе реализации которого в реестр было внесено около 2 млн единиц археологических данных. Инфраструктура ARIADNEplus размещается в облачном хранилище, обеспечивающем доступ к виртуальным исследовательским платформам и продуктам. В проект вовлечены 24 исследовательские организации из 13 европейских стран (Aloia et al. 2017).

Пятилетний научный проект *The English Landscape and Identities project* (EngLaID), в рамках которого технологии *big data* использовались для изучения исторических ландшафтов Англии в период 1500 г. до н. э. — 1086 г. н. э., был реализован в 2011–2016 гг. при финансовой поддержке Европейского исследовательского совета. Исследовательская группа работала с большими объемами археологической информации, содержащейся на различных ресурсах (*Historic England, British Museum, Portable Antiquities Scheme, Historic Environment Records, Archaeological Data Service*), и картографическими данными (*National Mapping Programme*). Основная задача состояла в обобщении по географическому принципу археологической информации,

в том числе узкоспециальной. В результате был создан цифровой археологический атлас Англии на платформе ArcGIS Web App с разрешением до одного квадратного километра. В базе данных проекта содержится около миллиона единиц цифровой информации.

Проект, реализованный Международной ассоциацией классической археологии (AIAC) и Центром изучения древней Италии Техасского университета в Остине (CSAI) — *FastiOnline*, представляет собой базу данных археологических раскопок начиная с 2000 г. Информация может быть найдена по ключевым словам, а затем дополнительно отфильтрована по стране, названию памятника, временному диапазону, типам и местоположению памятников, персональным данным исследователей.

Научно-исследовательской лабораторией VAST-LAB разработан терминологический инструмент *Strumenti terminologici Scheda RA Reperti Archeologici* (Thesaurus RA) для работы с археологическими находками. Приложение было составлено для поддержки кодирования двух конкретных полей (OGTD — CLS), описывающих определение объекта, его класс и производство. Весь спектр объектов классифицирован по следующим укрупненным группам: одежда и личные украшения, строительство, транспортные средства, живопись, археологические находки, скульптура, инструменты, оружие и бытовые предметы.

Австралийский университет Нового Южного Уэльса (The University of New South Wales) в 2012 г. при финансовой поддержке правительства реализовал проект *The Field Acquired Information Management Systems Project* (FAIMS), цель которого состояла в создании комплексной цифровой исследовательской инфраструктуры для археологов. Система предназначена для получения данных полевых и лабораторных исследований в цифровом виде с помощью мобильных устройств, обработки их в локальных базах данных, предназначенных для сложного анализа, онлайн-обмена информацией через реестры культурного наследия и хранилища данных.

Проект *ArchAIDE* — система автоматического распознавания археологической керамики — был реализован на площадке Пизанского университета (University of Pisa) в 2016–2019 гг. при финансовой поддержке Программы исследований и инноваций *Horizon 2020* Европейского союза. В проекте участвует межвузовская проектная группа из 35 специалистов девяти университетов, государственных исследовательских центров и частных компаний пяти стран (Италия, Германия, Израиль, Испания, Великобритания).

Теоретические и методические основания, заложенные в перечисленных выше проектах по интеграции данных (таких как ARIADNEplus, EngLaID или SEAD), легли в основу развивающегося в Институте истории материальной культуры Российской академии наук (ИИМК РАН) с начала 2000-х гг. проекта *Археограф* (ARDB), главной задачей которого является сбор сведений о проведенных институтом полевых исследованиях на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской обл., предварительная оценка необходимости и объема археологических работ перед началом хозяйственного освоения земельных участков, создание актуальной археологической карты Санкт-Петербурга и Ленинградской обл., создание тематических карт, уточнение и обоснование границ археологических памятников. В ходе разработки системы создана гибкая инфраструктура пространственных данных и реализована многоуровневая ГИС, интегрирующая данные исследований за последние 10 лет и, частично, предшествующего времени.

Подобная работа в последние годы проводится большинством ведущих археологических учреждений России. Так, авторам настоящей статьи из презентаций и выступлений на форумах известны работы Института археологии РАН (Москва), Института археологии Республики Татарстан (Казань), Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск) и ряда других. К сожалению, отсутствие обобщающих академических публикаций по результатам этих проектов затрудняет подробный анализ таких разработок.

В качестве отдельного, чрезвычайно популярного в современной мировой археологии инновационного направления следует выделить применение методов трехмерного моделирования при документации, обработке, анализе и представлении материалов раскопок. Количество проектов здесь практически равно количеству существующих исследовательских центров, но можно обозначить некоторые магистральные направления, ярко характеризующие общее состояние отрасли.

Одним из самых успешных 3D-проектов можно считать *MeshLab* — созданную в археологической среде портативную и расширяемую систему с открытым исходным кодом для обработки и редактирования неструктурированных трехмерных треугольных сеток. Система призвана помочь в обработке типичных неструктурированных моделей, возникающих при трехмерном сканировании. В области археологии *MeshLab* активно используется исследователями в контексте трехмерной реконструкции с использованием сканированных изображений, очистки трехмерных треугольных сеток, сравнения сетки и представления данных, хотя сфера ее применения с момента разработки в 2005 г. вышла далеко за рамки работы с культурным наследием.

Интерактивная 3D-платформа для создания и анализа археологических данных в режиме реального времени ADS 3D VIEWER интегрирована с базами данных и обеспечивает простой доступ к информации, архивированной для всех типов пользователей, включая тех, кто не знаком с этими технологиями. ADS 3D позволяет анализировать и интерпретировать археологические данные не только из текстовой информации и двухмерных планов археологических раскопок, но и, взаимодействуя в режиме реального времени, создавать 3D-модели археологических объектов с высоким разрешением. Проект был реализован в 2016 г. специалистами Кафедры археологии (Department of Archaeology) и Лаборатории визуальных вычислений (Visual Computing Lab) Йоркского университета (University of York).

Существенный опыт интеграции технологий трехмерного моделирования в процесс полевого исследования и ситуативного принятия решений на раскопе накоплен международной командой, исследующей неолитическое поселение Чатал-Хёюк в Анатолии (*Çatalhöyük Research Project*). В основе проекта лежит 3D ГИС (на платформе ESRI ArcGIS), интегрирующая результаты многолетней трехмерной документации разрозненных раскопок и отдельных исследованных объектов внутри единой трехмерной системы, позволяющей исследователю обращаться к накопленным данным, в том числе и непосредственно на раскопках, используя планшетный компьютер (Berggren et al. 2015).

Огромный массив оцифрованных данных накоплен французским стартапом *ICONEM*, специализирующимся на создании трехмерных моделей объектов культурного наследия, находящихся под угрозой разрушения.

В России одними из первых опыты по крупномасштабной трехмерной съемке памятников в окружающем ландшафте проводили Томская лаборатория *Артефакт* при Томском государственном университете (съемки проводились совместно с экспедицией Государственного Эрмитажа), а также исследовательская группа, объединившая специалистов из Государственного исторического музея, музея-заповедника «Гнёздово», историко-археологического центра «Гардарика», лаборатории инженерной геофизики Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина и группы компаний «ГЕОСКАН» при изучении Гнёздовского археологического комплекса.

Последний крупный российский проект подобного рода — трехмерная модель античной Пальмиры, созданная усилиями творческого коллектива петербургских исследователей под руководством ИИМК РАН. В работе по созданию модели приняли участие ученые из ИИМК РАН, Государственного Эрмитажа, архитекторы Мастерской Максима Атаянца, технические сотрудники группы компаний «Беспилотные системы» и Московского государственного университета геодезии и картографии, ведущими техническими специалистами в проекте выступили инженеры группы компаний «ГЕОСКАН». Спецификой проекта можно считать изначальную ориентацию на создание методом фотограмметрии комплексного и гибкого исследовательского инструмента, доступного ученым в онлайн-режиме и открывающего новые возможности в изучении античного города.

Предварительный анализ и оценка мирового опыта позволяют сделать несколько выводов относительно оптимальной конфигурации структур, призванных обеспечить процессы по внедрению цифровых технологий в археологию, и возможных направлений реализации российских проектов в этой сфере.

Мировым научным сообществом накоплен значительный опыт в области цифровой археологии. Признанным лидером в этом направлении является Великобритания, более 20 лет назад первой приступившая к реализации соответствующих проектов и программ. Технологии цифровой археологии наиболее динамично развиваются в университетах Оксфорда и Йорка (Великобритания), Немецком археологическом институте, Университете штата Аризона (США), Гетеборгском университете (Швеция), Университете Западного Онтарио (Канада), Университете Нового Южного Уэльса (Австралия) и др. Большинство европейских и североатлантических проектов, основываясь на национальных традициях и стандартах в области археологии, учитывают британский опыт и адаптируют свои положения (инструкции, стандарты, рекомендации) к британским стандартам.

Серьезное развитие получили технологии архивирования, накопления и удаленного доступа к археологической информации, однако отмечается ряд трудностей методологического характера, в том числе снижающих межнациональную интеграцию.

Технологии, основанные на *big data*, вызывают теоретический интерес, но недостаточно реализованы на практике.

Мобильные приложения для полевых исследований нашли практическую реализацию. Проходит тестовую апробацию ряд приложений, позволяющих работать с керамическим материалом, монетами, вести электронный полевой дневник, выполнять описания стратиграфии и визуализацию.

Наиболее масштабные проекты в области цифровой технологии реализованы в университетской среде в тесном содружестве с исследовательскими и надзорными

учреждениями в области археологии. Как правило, в проектах, включая инфраструктурные, участвует небольшой коллектив (от 2 до 10 исследователей, лаборантов). В проектах, реализуемых университетами, активное участие принимают студенты и аспиранты.

Проекты в области цифровой технологии, как правило, реализуются за счет научных грантов от частных и государственных фондов.

Центры, создаваемые с целью развития цифровых технологий в области археологии, испытывают финансовые затруднения после окончания действия грантовых программ. Прибыль, получаемая центрами цифровой археологии от оказания платных услуг физическим и юридическим лицам, не покрывает издержки в полном объеме. Наиболее устойчивы в финансовом отношении центры, существующие при крупных университетах, за счет интеграции оборудования и специалистов в учебный процесс.

Следует ожидать, что по мере совершенствования цифровых археологических технологий (методов), происходящего на фоне углубления интеграционных процессов в мировой науке, произойдет широкое внедрение лучших практик (регламентов, методик) путем заимствования их национальными системами изучения и сохранения историко-культурного наследия.

Российская археологическая школа и российская система охраны историко-культурного наследия в целом не станут исключением, примеры успешного выполнения проектов мы уже наблюдаем. На наш взгляд, Россия обладает достаточно конкурентоспособным потенциалом для построения собственного рынка высокотехнологичных цифровых продуктов в области археологии, музейного дела, исторического образования и просвещения.

Литература

- Aloia et al. 2017 — Aloia N., Binding C., Cuy S., Doerr M., Fanini B., Felicetti A., Fihn J., Gavrilis D., Geser G., Hollander H., Meghini C., Niccolucci F., Nurra F., Papatheodorou C., Richards J. D., Ronzino P., Scopigno R., Theodoridou M., Tudhope D., Vlachidis A., Wright H. Enabling European Archaeological Research: The ARIADNE E-Infrastructure // *Internet Archaeology*, 43. Digital Archaeological Heritage: EAC symposium proceedings, 6 March 2017. URL: <https://doi.org/10.11141/ia.43.11> (дата обращения: 29.09.2020).
- Berggren et al. 2015 — Berggren Å., Dell'Unto N., Forte M., Haddow S., Hodder I., Issavi J., Lercari N., Mazzucato C., Mickel A., Taylor J. S. Revisiting Reflexive Archaeology at Çatalhöyük: Integrating Digital and 3D Technologies at the Trowel's Edge // *Antiquity*. 2015. Vol. 89 (344). P. 433–448.
- Huggett 2013 — Huggett J. Disciplinary Issues: Challenging the Research and Practice of Computer Applications in Archaeology // *Archaeology in the digital era: papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*, Southampton, 26–29 March 2012. Amsterdam, 2013. P. 13–24.
- McManamon, Kintigh 2010 — McManamon F. P., Kintigh K. W. Digital antiquity transforming archaeological data into knowledge // *The SAA Archaeological Record*. March 2010. Vol. 18, no. 2. P. 37–41.
- Richards 2012 — Richards J. D. Digital Infrastructures for Archaeological Research: A European perspective // *CSA Newsletter*. September 2012. Vol. 25, no. 2. URL: <http://csanet.org/newsletter/fall12/nlf1202.html> (дата обращения: 29.09.2020).

Richards 2017 — *Richards J. D.* Twenty Years Preserving Data: A View from the United Kingdom // *Advances in Archaeological Practice*. 2017. 5(3). P. 227–237.

Wright, Richards 2018 — *Wright H., Richards J. D.* Reflections on Collaborative Archaeology and Large-Scale Online Research Infrastructures // *Journal of Field Archaeology*. 2018. Vol. 43, sup. 1. P. 60–67.

INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES INTO ARCHAEOLOGICAL PRACTICE: ANALYSIS AND ASSESSMENT OF WORLD EXPERIENCE

V. D. NECHAEV, D. B. TATARKOV, J. K. BLOCHIN,
ST. A. VASILEV, N. F. SOLOVYEVA

Keywords: *archaeology, digital technologies, archaeological data, cultural heritage.*

Over the last decades the world scientific community have accumulated an extensive experience of successful introduction of digital technologies into archaeological practice. It is being attempted to use digital technologies not only as an auxiliary tool, but as a key means of generating new knowledge, forming relevant competencies, meeting spiritual demands of society. The authors present here a brief summary and analysis of the most successful projects in the field of digital archeology, assessing their outcomes and future prospects in the context of archaeological practice in Russia.