



УДК 374.1

DOI [10.20310/1810-231X-2023-22-2-111-124](https://doi.org/10.20310/1810-231X-2023-22-2-111-124)

Поступила в редакцию / Received 12.05.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 05.06.2023

Принята к публикации / Accepted 23.06.2023

оригинальная статья

Методические и технические аспекты реализации дополнительных общеобразовательных программ, посвященных виртуальной реконструкции историко-археологических памятников Крыма

Макаров Руслан Владимирович 

Довгаль Евгений Олегович 

ГБОУ ДО Республики Крым «Малая академия наук «Искатель»
297407, Российская Федерация, Республика Крым, г. Евпатория, ул. Полупанова, 27

✉ makarov_ruslan86@mail.ru

Аннотация. Рассматривается такое относительно новое для российского дополнительного образования детей явление, как использование проектной деятельности обучающихся в области виртуальной реконструкции исторических объектов с целью формирования и развития широкого спектра современных компетенций. Раскрывается суть понятия «виртуальная реконструкция», ее специфика как современного направления научно-исследовательской и проектной деятельности, история становления за рубежом и в России. Дается оценка дополнительным общеобразовательным программам, посвященным виртуальной реконструкции, как обеспечивающим творческое пространство для обучающихся, в рамках которого эффективно реализуется технология STEAM-образования, основанная на технологии STEM, дополненной новыми элементами: творчество и культура. Обобщается и анализируется педагогический опыт реализации в детском технопарке «Кванториум» ГБОУ ДО Республики Крым «Малая академия наук «Искатель» дополнительных общеобразовательных программ технической направленности, посвященных виртуальной реконструкции древних и средневековых городов Крыма. В частности, рассматриваются методические и технические аспекты реализации программ по виртуальной реконструкции древнегреческого города Калос Лимен (пгт Черноморское) и средневекового города Солдайя (Судак). Сделан вывод о педагогической значимости полученных результатов и перспективах дальнейшего масштабирования и тиражирования данного педагогического опыта.

Ключевые слова: историко-археологическое наследие Крыма; кванториум; дополнительное образование детей; виртуальная реконструкция; трехмерное моделирование; учебно-исследовательская деятельность; STEAM-образование

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Макаров Р.В., Довгаль Е.О. Методические и технические аспекты реализации дополнительных общеобразовательных программ, посвященных виртуальной реконструкции историко-археологических памятников Крыма // Психолого-педагогический журнал «Гаудеамус». 2023. Т. 22. № 2. С. 111-124. DOI [10.20310/1810-231X-2023-22-2-111-124](https://doi.org/10.20310/1810-231X-2023-22-2-111-124)

Methodological and technical aspects for implementation of additional general education programs on virtual reconstruction of historical and archaeological sites in Crimea

Ruslan V. Makarov  , Evgeny O. Dovgal 

Small Academy of Sciences "Iskatel"

27 Polupanova St., Yevpatoria 297407, Republic of Crimea, Russian Federation

makarov_ruslan86@mail.ru

Abstract. The considered project activities of students in virtual reconstruction of historical objects in order to form and develop a wide range of modern competencies are relatively new phenomenon for Russian additional education of children. We studied the concept of virtual reconstruction, its specifics as a modern direction of research and design activities, the history of formation abroad and in Russia. Additional general education programs on virtual reconstruction are assessed as providing a creative space for students, within the framework of which STEAM education technology is effectively implemented on the basis of STEM technology with new elements: arts and culture. We summarize and analyze the pedagogical experience of implementing additional general educational programs of technical orientation dedicated to the virtual reconstruction of ancient and medieval cities of Crimea in the Children's Technopark "Kvantorium" of "Small Academy of Sciences "Iskatel". In particular, the research discusses the methodological and technical aspects of the implementation of programs for the virtual reconstruction of the ancient Greek city of Kalos Limen (Chernomorskoye Stlmt) and the medieval city of Soldaya (Sudak). It is concluded that the obtained results are significant for pedagogy and we state the prospects for further scaling and replication of this pedagogical experience.

Keywords: historical and archaeological heritage of Crimea; kvantorium; additional education for children; virtual reconstruction; three-dimensional modeling; educational and research activities; STEAM-education

There is no conflict of interest

For citation: Makarov R.V., Dovgal E.O. Methodological and technical aspects for implementation of additional general education programs on virtual reconstruction of historical and archaeological sites in Crimea. *Psychological-Pedagogical Journal "Gaudeamus"*, 2023, vol. 22, no. 2, pp. 111-124. (In Russian). DOI [10.20310/1810-231X-2022-22-2-111-124](https://doi.org/10.20310/1810-231X-2022-22-2-111-124)

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной статьи является обобщение и анализ перспективного педагогического опыта по реализации в детском технопарке «Кванториум» ГБОУ ДО Республики Крым «Малая академия наук «Искатель» (г. Евпатория) дополнительных общеобразовательных программ технической направленности, посвященных виртуальной реконструкции обучающимися историко-археологических памятников Крыма.

Задачи:

– обозначить современные тенденции в развитии дополнительного образования детей технической направленности в России, отметить место и значимость в них обучения работе

с цифровыми средствами визуализации, в частности, со средами по работе с трехмерной графикой;

– ознакомиться с понятием виртуальной реконструкции, ее спецификой как современного направления научно-исследовательской и проектной деятельности;

– рассмотреть вопрос об использовании виртуальной реконструкции в качестве метода обучения, позволяющего обучающимся овладеть широким спектром современных компетенций на базовом и более глубоком уровне;

– обобщить опыт детского технопарка «Кванториум» г. Евпатория по реализации дополнительных общеобразовательных программ, посвященных виртуальной реконструк-

ции, с акцентом на его методических и технических аспектах;

– сделать общий вывод о дидактической ценности данного опыта и перспективах его тиражирования и масштабирования, дать конкретные методические рекомендации по его внедрению.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При осуществлении данного исследования использовался метод сравнительного анализа тенденций в развитии современной исторической науки и связанной с ней прикладной информатики с тенденциями в развитии дополнительного образования детей и молодежи в России и за рубежом. Рассматривались и оценивались цифровые и иные технические средства, равно используемые при научных разработках и в качестве образовательных инструментов. Обобщался и анализировался опыт реализации дополнительных общеобразовательных программ различной направленности, посвященных виртуальной реконструкции, давалась оценка их педагогической значимости с точки зрения формирования широты спектра современных компетенций у обучающихся.

Использовались материалы научных исследований в области исторической информатики, педагогических наук, дополнительные общеобразовательные программы, результаты проектно-творческой деятельности обучающихся.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день в России уделяется пристальное внимание развитию дополнительного образования технической направленности для детей, так как это во многом соответствует приоритетам социально-экономического развития страны. Во всех регионах массово создаются новые центры дополнительного образования детей, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, среди которых детские технопарки «Кванториум», IT-кубы, Дома научной коллаборации, центры «Точка роста» и др.

Помимо таких дисциплин технической направленности дополнительного образования детей, как программирование, робототехника, фаблаб-производство, на базе данных учреждений осуществляется обучение и

основам работы с цифровыми средствами визуализации, в частности, со средами по работе с трехмерной графикой. Среди них можно выделить два основных направления:

– основы работы в цифровых системах автоматизированного проектирования (САПР);

– основы работы в средах для художественного трехмерного моделирования (поддерживающих функции скульптинга, рендеринга и анимации);

Цифровые системы автоматизированного проектирования (САПР), также наиболее широко известны под англоязычным наименованием Computer-aided design (CAD) – это специальное программное обеспечение, предназначенное, как правило, для инженерно-технического проектирования с использованием автоматизации проектировочных процессов, векторной и растровой графики и трехмерного твердотельного моделирования. Такое программное обеспечение используется в промышленном производстве, машино- и приборостроении, архитектуре и строительстве, а также других отраслях, требующих серьезных инженерно-проектировочных работ. На сегодняшний день существуют отечественные и зарубежные САПР, получившие широкое распространение в связи с простотой интерфейса, позволяющего работать с ними даже человеку, не являющемуся специалистом, а также относительно невысокой стоимостью, которые имеют свои учебные версии. Существуют и специальные учебные САПР, предназначенные непосредственно для обучения детей основам работы в таких системах.

Среди отечественных САПР, имеющих учебную версию, наиболее известным является КОМПАС-3D, принадлежащий компании АСКОН. Среди зарубежных САПР можно выделить Fusion 360 от американской компании Autodesk, ей же разработана онлайн-среда для обучения детей трехмерному моделированию и проектированию Tinkercad.

К средам для художественного трехмерного моделирования можно отнести программное обеспечение, предназначенное для создания мультимедийных продуктов линейного и интерактивного свойства, содержащих трехмерную компьютерную графику. Такие программы позволяют создавать анимационные фильмы, кинематографические спецэффекты, компью-

терные игры, виртуальную и дополненную реальность, а также они подходят и для иных видов визуального творчества.

Помимо программы 3ds Max от Autodesk, наиболее популярной и универсальной профессиональной средой для художественного трехмерного моделирования является Blender 3D, разработанная и активно развиваемая некоммерческим фондом Blender Foundation (Нидерланды). Целью фонда и его продукта является предоставление абсолютно бесплатного и доступного цифрового инструментария по созданию 3D-продуктов с открытым исходным кодом и широким перечнем возможностей для того, чтобы им мог воспользоваться любой желающий¹. Blender 3D включает в себя широкий набор средств трехмерного объектового и полигонального моделирования, в том числе с применением эффектов и наложением текстур, цифрового скульптинга, анимации, симуляции физических процессов, рендеринга, монтажа и постобработки видео со звуком, а также создания двухмерных изображений высокого качества.

Относительная простота интерфейса Blender 3D и отсутствие необходимости в приобретении специальной лицензии позволяют использовать данную программу в качестве средства обучения основам работы с трехмерной графикой, в том числе для обучающихся в возрасте от 10 до 18 лет.

Одним из набирающих популярность явлений в современном образовании является проектная деятельность учащихся, объединяющая изначально разные отрасли. К таковой относится и виртуальная реконструкция – прикладное направление междисциплинарного взаимодействия, объединяющее методологию и практики исторических и технических наук. Целью виртуальной реконструкции является исторически достоверное с точки зрения научной обоснованности воспроизведение с помощью компьютерной графики утраченных ранее объектов материальной культуры прошлого на основе сохранившихся фрагментов и имеющихся сведений об объекте.

Виртуальная реконструкция исторических объектов в трехмерной графике как специальная (вспомогательная) историческая дисциплина зародилась в конце прошлого века благодаря активному развитию технологий компьютерного моделирования, визуализации и иных информационно-коммуникационных технологий. Первым, кто объединил виртуальную реальность и историко-культурное наследие, был П. Рейли, археолог и научный сотрудник британского научного центра IBM, который в 1990 г. ввел термин «виртуальная археология» для описания компьютеризированного моделирования археологических артефактов. Впоследствии данное явление широко обсуждалось научной общественностью на специальных форумах, в итоге были выработаны два основополагающих документа «Севильские принципы» и «Лондонская хартия», которые дают четкое определение понятию виртуальной реконструкции и определяют набор принципов компьютерной визуализации культурно-исторического наследия. Было признано, что абсолютно точное воспроизведение действительности прошлого в полной мере невозможно и значительное место в виртуальной реконструкции всегда будет принадлежать гипотезе.

Виртуальная реконструкция сосуществует с виртуальной реставрацией, в некоторых проектах оба направления гармонично сочетаются, однако разница состоит в том, что виртуальная реставрация направлена на цифровое сохранение информации о содержании памятника, повышение его разборчивости, а виртуальная реконструкция на построение цифровой модели, воспроизводящей полностью утраченный объект [1].

В России данное направление стало развиваться в 2000-е. К примеру, с 2004 г. научные разработки в области применения технологий трехмерного моделирования в исторических исследованиях осуществлялись в лаборатории социальной истории Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, в частности, в ходе осуществления проекта виртуальной реконструкции облика губернского города Тамбова по состоянию на конец XVIII – начало XIX в. [2, с. 59]. Одними из ведущих по данному направлению в России являются специалисты кафедры исторической информатики Исторического факультета Московского госу-

¹ Blender Foundation. URL: <https://www.blender.org/about/foundation/> (дата обращения: 13.03.2023).

дарственного университета имени М.В. Ломоносова, которые внесли определенный вклад в виртуальную реконструкцию ряда исторических объектов и систематизацию сведений о подобных научных разработках, а также их методологию. Так, на основе анализа сведений о зарубежном и российском опыте ими были выделены две группы:

– экскурсионно-туристические реконструкции, дающие приблизительное представление о рассматриваемом объекте без серьезной проработки источниковой базы. В большинстве случаев основными разработчиками таких проектов являются любители-краеведы или музеи, привлекающие IT-специалистов или соответствующие компании;

– научно обоснованные реконструкции с проработкой источниковой базы, наличием задачи исследования, характерные для научных коллективов как междисциплинарных, так и состоящих из специалистов гуманитарных областей, освоивших 3D-инструментарий [2, с. 51].

Последние нередко позволяют ставить даже эксперименты, с помощью которых возможно установить точные научные факты или проверить гипотезы [2, с. 52-53].

Среди масштабных проектов по виртуальной реконструкции, реализованных в России, можно отметить воссоздание архитектурного ансамбля московского Страстного монастыря (середина XVII – начало XX вв.) [3, с. 107-109]; Белого города Москвы XVI–XVIII вв. [4, с. 96, 98-101]; антропогенных ландшафтов Боспорского царства, существовавшего в античную эпоху (V в. до н. э. – VI в. н. э.) на территории Керченского полуострова и Тамани, в частности, виртуальной многоуровневой модели антропогенного ландшафта полуострова Абрау, где располагался город Горгииппия [5, с. 31-43; 6].

В России есть яркий пример и того, как технологии, применяемые при виртуальной реконструкции и реставрации, могут помочь не только восстановить первоначанный облик объектов материальной культуры и продемонстрировать, как они выглядели в далеком прошлом, но и того, как данное направление может помочь в восстановлении историко-культурных памятников, подвергшихся полному или частичному разрушению в наши дни. Так, специалистами Института истории мате-

риальной культуры Российской академии наук (ИИМК РАН) в 2020 г. была создана уникальная трехмерная архитектурно-ландшафтная модель историко-археологического комплекса древнего города Пальмиры (Сирия), который подвергся частичному разрушению террористами в период с 2015 по 2017 гг. Стоит напомнить, что Пальмира – крупнейший памятник античной эпохи на Ближнем Востоке, входящий в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. Созданная в результате специальной экспедиции ИИМК РАН и его партнеров (Государственный Эрмитаж, ГК «Геоскан», группа военных топографов Министерства обороны РФ) модель была передана в Департамент древностей и музеев Сирийской Арабской Республики для возможности восстановления утраченных объектов в будущем [7, с. 273, 282].

Постепенно виртуальная реконструкция стала утверждаться как учебная дисциплина в российской высшей школе при подготовке студентов по специальности «Прикладная информатика в гуманитарной сфере», в частности, в музеологии [8, с. 154, 156; 9, с. 55-57, 60].

Цифровизация исторической науки и рост популярности технологий виртуальной реконструкции привели к тому, что на данное явление обратили внимание и в сфере дополнительного образования детей. Построение цифровых моделей-реконструкций каких-либо исторических объектов можно в целом включать в программы социально-гуманитарной, туристско-краеведческой и конечно же технической направленности. Призванное знакомить подрастающие поколения с современными тенденциями технологического развития, дополнительное образование детей технической направленности способно продемонстрировать, что техника и технологии могут служить человеку в любой сфере его жизнедеятельности, в том числе для сохранения его исторической памяти [10, с. 40].

В зависимости от сложности задач, технического оснащения и подхода педагога-составителя в содержание учебного плана дополнительных общеобразовательных программ, посвященных виртуальной реконструкции, могут быть включены следующие компоненты, позволяющие обучающимся формировать весьма широкий спектр базовых технических компетенций, ориентиро-

ванных на применение в техноёмких профессиональных отраслях:

– художественное твердотельное моделирование в 3D-средах (применимо в медиасфере, кинематографе, разработке компьютерных игр, объектов виртуальной и дополненной реальности, других IT-направлениях, дизайне);

– техническое твердотельное трехмерное моделирование в САПР (применимо в инженерно-техническом проектировании, производстве, градостроительстве и урбанистике, дизайне);

– работа с геоинформационными технологиями (применимо в современной цифровой картографии, кадастровых работах, экологическом мониторинге, мониторинге хозяйственного освоения территорий, геодезии);

– управление беспилотным воздушным судном (формирует навыки операторов беспилотных летательных аппаратов, востребованные сегодня как в целом ряде гражданских сфер, среди которых сельское хозяйство, градостроительство, различные виды мониторинга территорий, так и в военной сфере);

– профессиональная фотосъемка (применимо в медиасфере);

– работа с векторной и растровой графикой (применимо в медиасфере и дизайне);

– разработка цифровых информационных сред, к примеру, интернет-сайтов отдельных проектов и даже целых виртуальных музеев (IT-индустрия, прикладная информатика в гуманитарной и других сферах).

По мнению отечественных специалистов в области педагогики, использование трехмерного моделирования как средства в учебном процессе позволяет наглядно воспроизвести исследуемые обучающимися явления, что способствует их полному погружению в изучаемый объект. Также позволяет им рассматривать его с переходом от целостной структуры к частным элементам [11, с. 55] и обеспечивает дополнительные условия для развития алгоритмического стиля мышления, воображения и креативности, формирования пространственных представлений [12, с. 111]. Твердотельное трехмерное моделирование является базовым и основным компонентом программ по виртуальной реконструкции. В целом, использование различных технологий визуализации учебной информации помогает формировать учебно-исследовательские на-

выки, овладение которыми позволяет обучающимся быстро и качественно научиться правильно обрабатывать поступающую информацию, развивать способности к самообучению, делать выбор и принимать обдуманные решения, быть мобильными и способными к прогнозированию [13, с. 206, 208].

Таким образом, дополнительные общеобразовательные программы, посвященные виртуальной реконструкции, служат созданию творческого пространства для обучающихся, в рамках которого эффективно реализуется STEAM-технология, основанная на идее STEM-образования (science – наука, technology – технология, engineering – инжиниринг, mathematics – математика), но включающая в свою структуру и различное творчество (arts – искусства), что весьма обогащает содержание образования и значительно повышает качество подготовки обучающихся [14, с. 323]. При этом знакомство с историко-культурным наследием человечества, по мнению некоторых зарубежных специалистов, расширяет STEAM-технологию, трансформируя ее в STEMAC-технологию, то есть дополняя элементом culture (культура) [15, с. 45-74; 16].

Все рассмотренные для данного исследования дополнительные общеобразовательные программы, в разное время реализованные в образовательных учреждениях России, ставят своей целью приобретение обучающимися начальных технических и исследовательских навыков через занятие виртуальной реконструкцией, имея базовый и ознакомительный уровень. Нет сведений о подобных программах, реализуемых в сетевой форме с научными организациями, высшими учебными заведениями и музеями.

В рамках настоящего исследования были рассмотрены дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа туристско-краеведческой направленности «Основы исторической реконструкции» (базовый уровень) для детей в возрасте 11–12 лет в объеме 136 часов, автор-составитель К.В. Акулин (Тамбов, 2018 г.) [17, с. 2-6], и дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа туристско-краеведческой направленности «Основы исторической реконструкции» для детей в возрасте 10–12 лет в объеме 68 часов, автор-составитель Е.А. Корытова

(Улан-Удэ, 2020 г.) [18, с. 2-3]. Обе программы предлагают обучающимся воссоздать древнерусское жилище, хозяйственные постройки, капище, а также местные историко-архитектурные объекты с помощью программы SketchUp Make. Программа Е.А. Корытовой еще предлагает воссоздать предметы быта и вооружение русских солдат XVIII в., а также батальные сцены из военной истории России [18, с. 6-10].

Минувший 2022 г. стал временем актуализации подобных программ, поскольку согласно Указу Президента Российской Федерации № 745 от 30 декабря 2021 г. был объявлен Годом культурного наследия народов России, в том числе в целях сохранения памятников истории и культуры.

Республика Крым и город федерального значения Севастополь – регионы России, обладающие колоссальным историко-культурным наследием. Среди них памятники первобытной эпохи и древности, средневековья и нового времени.

В детском технопарке «Кванториум» г. Евпатория (структурное подразделение Государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования Республики Крым «Малая академия наук «Искатель») в январе 2022 г. была создана учебная группа из обучающихся в возрасте от 10 до 15 лет, которые стали участниками проекта по масштабной виртуальной реконструкции древнегреческого города Калос Лимен, располагавшегося в IV–II вв. до н. э. на западном побережье Крыма, археологический комплекс которого находится в пределах пгт Черноморское. Реализация данного проекта должна была стать итоговым результатом успешного прохождения обучающимися дополнительной общеобразовательной программы технической направленности «Виртуальная реконструкция археологических памятников Крыма в дополненной реальности» (автор Р.В. Макаров). Программа реализовывалась в сетевой форме педагогом дополнительного образования Е.О. Довгалем, базовой организацией выступало ГБОУ ДО Республики Крым «Малая академия наук «Искатель», в составе которого действует евпаторийский Кванториум, а организацией-участником как обладающей необходимыми ресурсами (в

первую очередь научными сведениями и древними артефактами) являлось ГБУ Республики Крым «Историко-археологический музей-заповедник «Калос Лимен» (пгт Черноморское), в ведении которого находится соответствующий археологический комплекс [19, с. 151].

В ходе освоения данной программы, обучающиеся совершенствовали навыки визуализации объектов в трехмерной графике с помощью программы Blender 3D и работы с привязкой трехмерных объектов к цифровым планам местности с помощью геоинформационного дополнения к ней Blender GIS (рис. 1). Знакомились с осуществлением аэрофотосъемки посредством применения беспилотной авиации, фотограмметрии, созданием информационных сред, а также приобретали дополнительные знания в области мировой и отечественной истории, культуры.

Программа предусматривала 5 месяцев реализации (72 часа) – 18 учебных недель. Общее количество обучающихся в группе – 15 человек. Итогом работы стало создание трехмерной модели-реконструкции города Калос Лимен по состоянию на II в до н. э. с опорой на научные материалы, представленные организацией–сетевым партнером. Были воссозданы периметр оборонительных сооружений, порт, городская застройка (рис. 2), а также земельные строения, располагавшиеся в его хоре.

Был создан обзорный анимационный видеоролик данной модели-реконструкции, предназначенный для размещения на интернет-сайтах музея, детского технопарка «Кванториум» и других медиаресурсах. Также несколько отдельных моделей-реконструкций архитектурных объектов были помещены на облачное виртуальное хранилище, доступ к которому обеспечивается посредством прочтения кьюар-кодов, размещаемых на созданных обучающимися навигационных табличках для археологического городища (рис. 3). Таким образом, любой его посетитель может с помощью соответствующего приложения на мобильном устройстве увидеть, как предположительно выглядел в прошлом объект, у останков которого он находится.

Несмотря на то, что одним из главных мотивирующих факторов для обучающихся

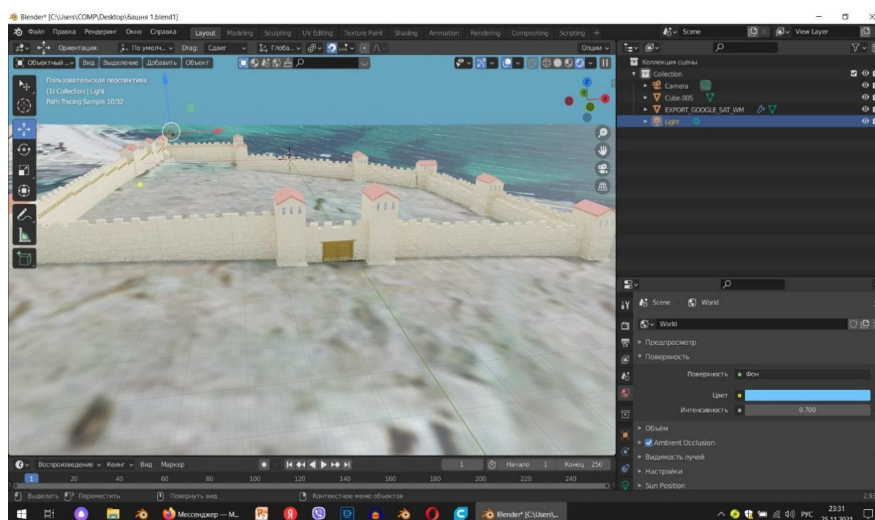


Рис. 1. Работа обучающихся над планом местности для привязки моделируемых трехмерных объектов и воссоздание периметра оборонительных сооружений
Fig.1. Students' work on the terrain plan for linking simulated three-dimensional objects and recreating the perimeter of defensive structures



Рис. 2. Виртуальная реконструкция порта и оборонительных сооружений
Fig. 2. Virtual reconstruction of harbor and defensive structures

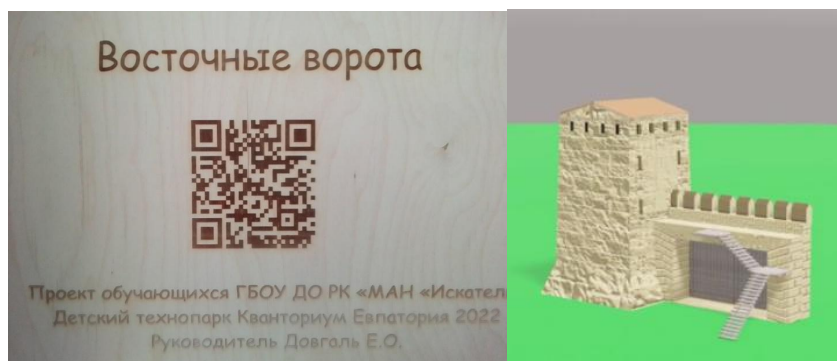


Рис. 3. Навигационная табличка, созданная обучающимися для городища Калос Лимен и доступный по ней объект реконструкции
Fig. 3. Navigation plate created by students for the settlement Kalos Limen and the reconstruction facility available on it

было желание сделать данный памятник более известным и привлекательным туристическим объектом, они стремились сделать его максимально достоверным с исторической точки зрения. Это являлось весьма непростой задачей, ибо как именно выглядел древний город в указанный период никому доподлинно не известно. Потребовалось освоение научных методов исторических исследований как для педагога, работавшего с группой, так и для обучающихся. В частности, ими была изучена и проанализирована историография вопроса о материальной культуре и быте древних греков Эллинистической эпохи (III–I вв. до н. э.), особое внимание было уделено архитектурным особенностям Херсонеса, который владел Калос Лименом в указанный период и по подобию которого сооружались портовые и оборонительные сооружения города во II в. до н. э. Безусловно, что созданная модель-реконструкция может быть в перспективе переработана с целью усовершенствования ее исторической достоверности при условии получения новых сведений по итогам дальнейших археологических исследований данного памятника [19, с. 154].

Следующим аналогичным проектом обучающихся Кванториума стала виртуальная реконструкция средневекового города Солдайя (Судак) и отдельных частично поврежденных артефактов, обнаруженных при раскопках городища «Судакская крепость», отнесенных к гунезскому периоду (XIV–XV вв.), которые хранятся в фондах одноименного музея-заповедника. Для этих целей было также заключено аналогичное соглашение о сетевом взаимодействии с Государственным бюджетным учреждением Республики Крым «Музей-заповедник «Судакская крепость» по реализации дополнительной общеобразовательной программы «Виртуальная реконструкция археологических памятников Судакской крепости». Данная программа проектного уровня была уже рассчитана на 144 часа, ее адресатом являлись обучающиеся в возрасте 11–15 лет, численность группы увеличивалась до 20 человек. При ее осуществлении были учтены все предыдущие трудности как методического, так и технического характера [19, с. 154].

С целью повышения методического уровня и поддержки педагога дополнительного образования, непосредственно работающего с учебной группой, была разработана и утверждена персонализированная программа наставничества «Увеличение научно-исследовательской и проектной составляющей дополнительных общеобразовательных программ технической направленности и научное обобщение перспективного педагогического опыта», в рамках которой между авторами настоящей статьи было организовано взаимодействие в наставнической паре по форме «руководитель–педагог», при этом наставник являлся не только представителем административно-управленческого подразделения и имел более чем десятилетний опыт педагогической деятельности по предмету «История», а также по реализации дополнительных общеобразовательных программ технической направленности, но и ученую степень кандидата исторических наук, значительный опыт учебно-методической работы и проектной деятельности, а также осуществлял непосредственное взаимодействие с вышеуказанными организациями–сетевыми партнерами.

По итогам освоения программы наставничества наставляемый педагог должен овладеть компетенциями в области научно-исследовательской деятельности, повысить уровень своего педагогического мастерства, приобрести способность обобщать и распространять свой педагогический опыт средствами науки (в научных публикациях). Одной из задач программы является обеспечение ретрансляции наставнического опыта, при которой сам педагог уже впоследствии должен выступать в качестве научного руководителя для своих обучающихся при написании научно-исследовательских работ по теме реконструируемых объектов.

Графические станции, на которых осуществлялась работа (Intel COR i7 (i7-7700/16 гб RAM/1тб HDD/GTX 1080/600W 7 гб)), были модернизированы с целью облегчения работы с трехмерными объектами, имеющими очень сложную геометрию, дабы создаваемый файл открывался без задержек и поддавался рендерингу. Для этого также был применен игровой движок Unreal Engine 5 от компании Epic Games (США) [19, с. 154]. В

пятом поколении данного игрового движка появилась возможность не экономить на так называемых «полигонах» графических объектов, каждый объект может содержать до 8 млн полигонов. Еще Unreal Engine 5 может автоматически упрощать объекты, которые находятся на пространственном удалении от виртуальной камеры. Это позволяет существенно облегчить работу с Blender 3D, который при сильной детализации объектов достаточно требователен в рендеринге, вследствие чего создается чрезмерная нагрузка на оперативную память и видеокарту.

Среди иных преимуществ данного движка можно выделить также возможность разделения карты создаваемого виртуального пространства на зоны, что будет влиять на качество изображения при движении камеры, то есть улучшать детализацию объектов приближаемой зоны. Функция трассировки световых лучей, позволяет добиться более реалистичного изображения. Также движок позволяет прорабатывать рельеф местности, а программные дополнения дают широкий спектр возможностей при моделировании объектов окружения (растительности, камня и т. д.). Есть возможность создания динамической смены дня и ночи, изменения погоды, водной поверхности, огня и т. д. В данный движок можно также экспортировать модели в формате FBX с уже готовой UV разверткой и текстурами с картами «нормалей» (векторной рельефной картой). Unreal Engine 5, по мнению многих разработчиков компьютерных игр, для создания которых он непосредственно предназначен, имеет весьма простой пользовательский интерфейс, который легко перенастраивать под свои нужды. Благодаря этому он выглядит весьма удобным для учебных проектов, подобных описанному в данной статье. Движок находится в полностью свободном доступе и, согласно стандартному лицензионному соглашению, может быть использован в учебных целях. Денежные отчисления за его использование в размере 5 % от прибыли, обязаны производить в пользу Epic Games лишь компания-разработчики, создающие компьютерные игры с целью их коммерческой реализации, имеющие от этого прибыль свыше 1 млн долл.²

В работе над проектом по воссозданию облика Солдаи поставлена весьма амбициозная задача реконструкции объектов как в виде экстерьера, так и с прорабатыванием интерьеров, сборка которых будет производиться непосредственно в среде игрового движка. На данный момент завершены некоторые крепостные башни, храм Двенадцати апостолов, некоторые жилые постройки, ведется работа над реконструкцией порта, Храма на консолях и других объектов (рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод о том, что дополнительные общеобразовательные программы, посвященные теме виртуальной реконструкции исторических объектов, являются весьма продуктивными с дидактической точки зрения, основываясь на технологии STEAM-образования. Данная технология синтезирует в себе принципы и методы учебных дисциплин гуманитарного и точного направлений, поэтому освоение подобных программ позволяет как сформировать знания в области российской и мировой истории, культуры, получить опыт исследовательской и проектной деятельности, так и овладеть важными навыками работы с современными цифровыми (digital) и иными высокими (hi-tech) технологиями. В перспективе развитие полученных навыков может помочь обучающимся сформировать на их основе полноценные компетенции, благодаря которым они могут стать более мобильными в вопросах самореализации.

При этом для вполне приемлемого результата по реализации таких программ базового уровня может потребоваться лишь достаточное количество современных компьютеров (ноутбуков) с поддержкой трехмерной графики и свободно распространяемое программное обеспечение, поддерживающее функции твердотельного трехмерного моделирования, наложения текстур и рендеринг. К примеру, Blender 3D и Unreal Engine могут использоваться в качестве полноценного инструмента-

² Unreal Engine. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/license> (дата обращения: 13.03.2023).

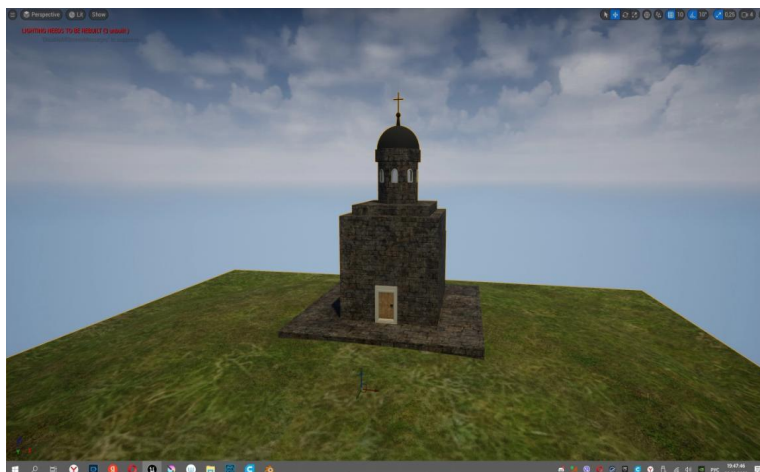


Рис. 4. Реконструированный в Blender 3D архитектурный объект, интегрированный в среду игрового движка Unreal Engine 5

Fig. 4. Architectural object reconstructed in Blender 3D, integrated into the environment of the Unreal Engine 5 game engine

рия для реализации подобной программы. Если же вести речь о программе проектного уровня, то при ее реализации весьма желательной будет поддержка со стороны отраслевого партнера, которым может выступить музей, научная организация или высшее учебное заведение. Взаимодействие с ними как с ресурсными организациями возможно выстроить в сетевой форме, опираясь на пример из практики евпаторийского Кванториума, приведенный в настоящей статье. Такое сотрудничество, в свою очередь, поможет придать обучающимся большой дополнительный стимул, ведь они будут осозна-

вать, что их работа имеет определенную социальную значимость.

Приведенный в статье опыт может быть использован педагогами, работающими в детских технопарках «Кванториум», действующих как в системе дополнительного образования детей, так и при общеобразовательных организациях, а также в центрах «Дом научной коллаборации» и «Точка роста». Основной профорентирующей составляющей такой программы может быть стимулирование интереса к специальности «Прикладная информатика в гуманитарной сфере».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Pietroni E., Ferdani D.* Virtual Restoration and Virtual Reconstruction in Cultural Heritage: Terminology, Methodologies, Visual Representation Techniques and Cognitive Models // Information. 2021. Vol. 12. P. 167. DOI [10.3390/info12040167](https://doi.org/10.3390/info12040167)
2. *Бородкин Л.И., Жеребятьев Д.И.* Технологии 3D-моделирования в исторических исследованиях: от визуализации к аналитике // Историческая информатика. 2012. № 2. С. 49-63. EDN: [OCKSIF](https://www.edn.ru/entry/2012-02-049-63)
3. *Бородкин Л.И.* Виртуальная реконструкция монастырских комплексов Москвы: проекты в контексте Digital Humanities // Вестник Пермского университета. История. 2014. № 3 (26). С. 107-112. EDN: [SXDTUV](https://www.edn.ru/entry/2014-03-107-112)
4. *Ким О.Г., Моор В.В., Жеребятьев Д.И.* Виртуальная реконструкция доминантных объектов исторической застройки Белого города Москвы (XVI–XVIII вв.) // Историческая информатика. 2020. № 2 (32). С. 95-116. DOI [10.7256/2585-7797.2020.2.33447](https://doi.org/10.7256/2585-7797.2020.2.33447); EDN: [NUSFZA](https://www.edn.ru/entry/2020-02-95-116)
5. *Горончаровский В.А., Виноградов Ю.А., Мартынов В.Б., Швембергер С.В.* Опыт виртуальной реконструкции архитектурных памятников античного Боспора // Виртуальная реконструкция историко-культурного наследия в форматах научного исследования и образовательного процесса / под ред. Л.И. Бородкина, М.В. Румянцев, Р.А. Барышева. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. С. 31-48. EDN: [SAOYDF](https://www.edn.ru/entry/2012-03-31-48)

6. Жеребятьев Д.И., Мальшиев А.А., Моор В.В. Горгияпия в эпоху архаики: методы и технологии 3D реконструкции древнего города-крепости // Историческая информатика. 2018. № 3. С. 33-50. DOI [10.7256/2585-7797.2018.3.27575](https://doi.org/10.7256/2585-7797.2018.3.27575); EDN: [YNshh](https://www.edn.ru/ynshh/)
7. Прошлое человечества в трудах петербургских археологов на рубеже тысячелетий (К 100-летию создания российской академической археологии) / отв. ред. Ю.А. Виноградов, С.А. Васильев, К.Н. Степанова. СПб.: Петербургское Востоковедение, 2019. 420 с. DOI [10.31600/978-5-85803-525-1](https://doi.org/10.31600/978-5-85803-525-1); EDN: [ZISIAH](https://www.edn.ru/zisiah/)
8. Смолин А.А., Румянцев М.В. Опыт реализации учебной дисциплины «Виртуальные реконструкции» на базе Гуманитарного института Сибирского федерального университета (специальность «Прикладная информатика в музеологии») // Виртуальная реконструкция историко-культурного наследия в форматах научного исследования и образовательного процесса / под ред. Л.И. Бородкина, М.В. Румянцева, Р.А. Барышева. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. С. 154-158.
9. Берестова В.И., Роганов А.А. Подготовка ИТ-специалистов в РГГУ для сферы музейной деятельности // История и архивы. 2017. № 2 (8). С. 52-60. EDN: [ZDIHh](https://www.edn.ru/zdihh/)
10. Макаров Р.В. Опыт и перспективы реализации дополнительной общеобразовательной программы, посвященной виртуальной реконструкции памятника Калос Лимен // Педагогические технологии. 2022. № 3. С. 39-44. DOI [10.52422/2782-635X-2022-3-39](https://doi.org/10.52422/2782-635X-2022-3-39); EDN: [HPLAVS](https://www.edn.ru/hplavs/)
11. Гребнева Д.М., Тюшнякова А.Д. Использование технологий 3D-моделирования и печати в проектной деятельности обучающихся // Заметки ученого. 2019. № 7. С. 54-57. EDN: [ROQGFH](https://www.edn.ru/roqgfh/)
12. Суворова Т.Н., Михлякова Е.А. Применение технологий 3D-моделирования для персонализации обучения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2020. № 5. С. 110-129. DOI [10.24411/2304-120X-2020-11038](https://doi.org/10.24411/2304-120X-2020-11038); EDN: [BBPRQH](https://www.edn.ru/bbprqh/)
13. Карпенко А.В. Технология визуализации как средство формирования у обучающихся навыков учебно-исследовательской деятельности // Цели и ценности современного образования / отв. ред. В.Э. Черник. Мурманск: МАГУ, 2022. С. 205-210.
14. Анисимова Т.И., Шатунова О.В., Сабирова Ф.М. STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 // Научный диалог. 2018. № 11. С. 322-332. DOI [10.24224/2227-1295-2018-11-322-332](https://doi.org/10.24224/2227-1295-2018-11-322-332); EDN: [YOWSNV](https://www.edn.ru/yowsnv/)
15. Liritzis I. STEMAC (Science, Technology, Engineering, Mathematics for Arts & Culture): The emergence of a new pedagogical discipline // Scientific Culture. 2018. Vol. 4. № 2. P. 73-76. DOI [10.5281/zenodo.1214567](https://doi.org/10.5281/zenodo.1214567)
16. Liritzis I., Volonakis P., Vosinakis S. 3D Reconstruction of Cultural Heritage Sites as an Educational Approach. The Sanctuary of Delphi // Applied Sciences. 2021. Vol. 11. № 3635. DOI [10.3390/app11083635](https://doi.org/10.3390/app11083635)
17. Акулин К.В. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа туристско-краеведческой направленности «Основы исторической реконструкции» (базовый уровень). Тамбов: МАОУ «СОШ № 24», 2018. 15 с.
18. Корытова Е.А. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа туристско-краеведческой направленности «Основы исторической реконструкции». Улан-Удэ: МАОУ «СОШ № 12 им. Героя Советского Союза Ж.Е. Тулаева», 2020. 18 с.
19. Макаров Р.В., Довгаль Е.О. Опыт и перспективы реализации дополнительных общеобразовательных программ, посвященных виртуальной реконструкции историко-археологических памятников Крыма в детском технопарке «Кванториум» города Евпатории // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 6-1. С. 146-158. DOI [10.34670/AR.2022.93.63.075](https://doi.org/10.34670/AR.2022.93.63.075); EDN: [GCTOTN](https://www.edn.ru/gctotn/)

REFERENCES

1. Pietroni E., Ferdani D. Virtual Restoration and Virtual Reconstruction in Cultural Heritage: Terminology, Methodologies, Visual Representation Techniques and Cognitive Models. *Information*, 2021, vol. 12, pp. 167. DOI [10.3390/info12040167](https://doi.org/10.3390/info12040167)
2. Borodkin L.I., Zherebyatyev D.I. Application of 3d technology in historical research: from visualization to analytics. *Historical Informatics*, 2012, no. 2, pp. 49-63. (In Russian).
3. Borodkin L.I. Virtual reconstruction of Moscow monasteries: projects in the context of digital humanities. *Perm University Herald. History*, 2014, no. 3 (26), pp. 107-112. (In Russian).
4. Kim O., Moor V., Zherebyatyev D.I. Virtual reconstruction of dominant historical buildings in Moscow's Bely Gorod (16th–18th centuries). *Historical Informatics*, 2020, no. 2 (32), pp. 95-116. (In Russian). DOI [10.7256/2585-7797.2020.2.33447](https://doi.org/10.7256/2585-7797.2020.2.33447)

5. Goroncharovsky V.A., Vinogradov Yu.A., Martirov V.B., Shvemberger S.V. Experience of virtual reconstruction of architectural monuments of ancient Bosphorus. In: Borodkin L.I., Rummyantsev M.V., Baryshev R.A., eds. *Virtual Reconstruction of Historical and Cultural Heritage in the Formats of Scientific Research and Educational Process*. Krasnoyarsk, Siberian Federal University Publ., 2012, pp. 31-48. (In Russian).
6. Zherebyatev D.I., Malyshev A.A., Moor V.V. Gorgippia in the Archaic era: methods and technologies of 3D reconstruction of the ancient fortress city. *Historical Informatics*, 2018, no. 3, pp. 33-50. (In Russian). DOI [10.7256/2585-7797.2018.3.27575](https://doi.org/10.7256/2585-7797.2018.3.27575)
7. Vinogradov Yu.A., Vasiliev S.A., Stepanova K.N., executive eds. Past of Mankind in the Works of St. Petersburg Archaeologists at the Turn of the Millennium (to the 100th Anniversary of the Creation of the Russian Academic Archeology). St. Petersburg, Peterburgskoe Vostokovedenie Publ., 2019, 420 p. (In Russian). DOI [10.31600/978-5-85803-525-1](https://doi.org/10.31600/978-5-85803-525-1)
8. Smolin A.A., Rummyantsev M.V. Experience in implementation of the discipline “Virtual Reconstructions” on the basis of the Humanities Institute of Siberian Federal University (specialty “Applied Informatics in Museum Studies”). In: Borodkin L.I., Rummyantsev M.V., Baryshev R.A., eds. *Virtual Reconstruction of Historical and Cultural Heritage in the Formats of Scientific Research and Educational Process*. Krasnoyarsk, Siberian Federal University Publ., 2012, pp. 154-158. (In Russian).
9. Berestova V.I., Roganov A.A. Preparation of it professionals in the rsuh for the sphere of museum activity. *History and Archives*, 2017, no. 2 (8), pp. 52-60. (In Russian).
10. Makarov R.V. Experience and prospects of implementing an additional general education program form dedicated to the virtual reconstruction of the monument Kalos Limen. *Pedagogicheskie tekhnologii*, 2022, no. 3, pp. 39-44. (In Russian). DOI [10.52422/2782-635X-2022-3-39](https://doi.org/10.52422/2782-635X-2022-3-39)
11. Grebneva D.M., Tyushnyakova A.D. The use of 3d modeling and printing technologies in the project activities of students. *Zametki uchenogo*, 2019, no. 7, pp. 54-57. (In Russian).
12. Suvorova T.N., Mikhlyakova E.A. The use of 3D modeling technologies for personally-oriented learning. Periodical Scientific and Methodological Electronic Journal “Koncept”, 2020, no. 5, pp. 110-129. (In Russian). DOI [10.24411/2304-120X-2020-11038](https://doi.org/10.24411/2304-120X-2020-11038)
13. Karpenko A.V. Visualization technology as a means of forming students' skills in educational and research activities In: Chernik V.E., ed. *Goals and Values of Modern Education*. Murmansk, MASU Publ., 2022, pp. 205-210. (In Russian).
14. Anisimova T.I., Shatunova O.V., Sabirova F.M. Steam-education as innovative technology for industry 4.0. *Nauchnyi dialog (Scientific Dialogue)*, 2018, no. 11, pp. 322-332. (In Russian). DOI [10.24224/2227-1295-2018-11-322-332](https://doi.org/10.24224/2227-1295-2018-11-322-332)
15. Liritzis I. STEMAC (Science, Technology, Engineering, Mathematics for Arts & Culture): The emergence of a new pedagogical discipline. *Scientific Culture*, 2018, vol. 4, no. 2, pp. 73-76. DOI [10.5281/zenodo.1214567](https://doi.org/10.5281/zenodo.1214567)
16. Liritzis I., Volonakis P., Vosinakis S. 3D Reconstruction of Cultural Heritage Sites as an Educational Approach. The Sanctuary of Delphi. *Applied Sciences*, 2021, vol. 11, no. 3635. DOI [10.3390/app11083635](https://doi.org/10.3390/app11083635)
17. Akulin K.V. Additional General Educational General Development Program of Tourist and Local History Orientation “Fundamentals of Historical Reconstruction” (Basic Level). Tambov, MAEI “GES no. 24” Publ., 2018, 15 p. (In Russian).
18. Korytova E.A. Additional General Educational General Development Program of Tourist and Local Lore Orientation “Fundamentals of Historical Reconstruction”. Ulan-Ude, MAEI “GES no. 12 named after Hero of the Soviet Union Zh.E. Tulaev” Publ., 2020, 18 p. (In Russian).
19. Makarov R.V., Dovgal E.OI. Experience and prospects for the implementation of additional general education programs dedicated to the virtual reconstruction of historical and archaeological sites of Crimea in “Kvantorium” children's technopark of the city of Yevpatoria. *Pedagogical Journal*, 2022, vol. 12, no. 6-1, pp. 146-158. (In Russian). DOI [10.34670/AR.2022.93.63.075](https://doi.org/10.34670/AR.2022.93.63.075)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Макаров Руслан Владимирович – кандидат исторических наук, заведующий учебно-методическим отделом детского технопарка «Кванториум». Малая академия наук «Искатель», г. Евпатория, Республика Крым, Российская Федерация.

E-mail: makarov_ruslan86@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6781-1225>

Вклад в статью: идея исследования, анализ и обобщение литературных источников, проектирование опытной работы, написание и корректировка текста статьи.

Довгаль Евгений Олегович – педагог дополнительного образования. Малая академия наук «Искатель», г. Евпатория, Республика Крым, Российская Федерация.

E-mail: dovgal-evgen@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4816-8872>

Вклад в статью: поиск и анализ литературных источников, реализация опытной работы, написание текста статьи.

Ruslan V. Makarov – Candidate of History, Head of Curriculum and Instruction Department of Children's Technopark "Kvantorium". Small Academy of Sciences "Iskatel", Yevpatoria, Republic of Crimea, Russian Federation.

E-mail: makarov_ruslan86@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6781-1225>

Contribution: research idea, literature sources analysis and evaluation, experiment planning, article text writing and editing.

Evgeny O. Dovgal – Teacher of Additional Education. Small Academy of Sciences "Iskatel", Yevpatoria, Republic of Crimea, Russian Federation.

E-mail: dovgal-evgen@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4816-8872>

Contribution: literature sources search and analysis, experiment processing, article text writing.