

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В.ЛОМОНОСОВА

ИСТОРИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи

Гасанов Арсений Аланович

**Виртуальная 3D-реконструкция объектов индустриального наследия
России: источники и методы исследования**

Специальность 5.6.5. Историография, источниковедение, методы
исторического исследования

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата исторических наук

Научный руководитель:

д.и.н., чл.-корр. РАН, проф. Бородкин Леонид Иосифович

Москва – 2025

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА I. ИСТОРИОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕМЫ	21
§ 1.1. Историография изучения и сохранения индустриального наследия	21
§ 1.2. Историография виртуальной 3D-реконструкции и развитие данного направления	36
1.2.1. Становление и развитие виртуальной 3D-реконструкции объектов культурного наследия	36
1.2.2. Виртуальная 3D-реконструкция индустриального наследия	49
ГЛАВА II. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ, ИСТОЧНИКОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИРТУАЛЬНОЙ 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	58
§ 2.1. Базовые принципы и программное обеспечение виртуальной реконструкции	58
§ 2.2. Источники и методы работы с ними при создании виртуальной реконструкции	73
ГЛАВА III. ВИРТУАЛЬНАЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОРЕВОЛЮЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА ТРЕХГОРНОГО ПИВОВАРЕННОГО ЗАВОДА	83
§ 3.1. Создание и развитие Трехгорного пивоваренного завода	83
3.1.1. Основание Трехгорного завода и его развитие в период Российской империи	84
3.1.2. Трехгорный (Бадаевский) завод в течение советского периода	91
3.1.3. Трехгорный завод в постсоветский период и его современное состояние	97
§ 3.2. Источниковая база виртуальной реконструкции заводского производственного корпуса	100

3.2.1. Источники по истории и архитектурному облику Трехгорного завода	101
3.2.2. Источники по пивоваренному оборудованию и производственным процессам пивоварения XIX века	107
§ 3.3. Создание виртуальной модели заводского производственного корпуса	111
3.3.1. Создание виртуальной геометрии архитектуры Варни Трехгорного завода	111
3.3.2. Текстурирование и визуализация Варни Трехгорного завода	115
ГЛАВА IV. ВИРТУАЛЬНАЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ДЕРЕВОЛЮЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ПРИМЕРЕ ОСНОВНЫХ СТРОЕНИЙ БАРАНЧИНСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА	119
§ 4.1. Основание и развитие Баранчинского металлургического завода	119
4.1.1. Основание Баранчинского завода и его развитие в период Российской империи	120
4.1.2. Дальнейшая судьба строений Баранчинского завода и их современное состояние	128
§ 4.2. Источниковая база виртуальной реконструкции Баранчинского металлургического завода	133
§ 4.3. Создание виртуальной модели комплекса основных строений Баранчинского завода	138
4.3.1. Создание виртуальной геометрии корпусов Баранчинского завода	139
4.3.2. Визуализация ключевых строений Баранчинского завода	143

ГЛАВА V. МЕТОДЫ ИНТЕРАКТИВНОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИРТУАЛЬНЫХ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЙ, VR-ТЕХНОЛОГИИ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ТУРЫ	149
§ 5.1. Виртуальная реконструкция внутренних помещений и оборудования Варни Трехгорного завода, а также процессов пивоварения в XIX в.	150
§ 5.2. Технологии виртуальной реальности в исторических 3D-реконструкциях на примере Варни Трехгорного завода	162
§ 5.3. Виртуальные туры как способ репрезентации результатов виртуальных 3D-реконструкций	171
5.3.1. Виртуальный тур по строениям Баранчинского металлургического завода	172
5.3.2. Виртуальный тур по внутренним помещениям Варни Трехгорного пивоваренного завода	177
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	183
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	185
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	192
ПРИЛОЖЕНИЯ	215
Приложение 1	215
Приложение 2	225
Приложение 3	236
Приложение 4	247

ВВЕДЕНИЕ

Научная значимость и актуальность темы исследования. Постоянно совершенствуя и развивая свои методы и технологии, направление виртуальной 3D-реконструкции культурного наследия охватывает все новые и новые области. 3D-технологии впервые стали широко применяться в исторической науке с 1990-х гг., постепенно были сформированы новые подходы к анализу, синтезу и репрезентации исторических источников, что привело к возможности создания научно обоснованных виртуальных реконструкций объектов культурного наследия.¹

Индустриальное наследие определяется как часть материального культурного наследия, включающая совокупность строений и артефактов, произведенных обществом с использованием труда.² Виртуальная 3D-реконструкция в данном случае предоставляет способ сохранения исторической памяти об утраченных объектах индустриальной культуры. Рост технологических возможностей и текущий уровень развития данного направления позволяют успешно решать задачи виртуальной реконструкции не только внешнего облика индустриальных памятников, но и применявшегося оборудования и даже, в ограниченном объеме, соответствующих производственных процессов. Технологии 3D-движков позволяют создавать сложные интерактивные системы, не ограничивающиеся лишь представлением статичной 3D-графики. С помощью этих технологий можно добавлять в виртуальные реконструкции интерактивные элементы,

¹ Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И. Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт // Виртуальная реконструкция историко-культурного наследия в форматах научного исследования и образовательного процесса: сборник научных статей. Красноярск, 2012. С. 13.

² Запарий В. В. «Индустриальное наследие» и его современное толкование // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. № 1. С. 34.

подкрепляя их возможностями быстрого и систематизированного доступа к использованным при создании 3D-моделей историческим источникам.³

Виртуальная реконструкция промышленных памятников Российской империи (продолжавших, как правило, свою деятельность и в советское время) позволит внести вклад как в изучение и сохранение культурного наследия страны, частью которого является ее индустриальное наследие, так и в изучение российской промышленности в целом при помощи сбора, анализа и систематизации источников о развитии и функционировании предприятий. Тем самым существенно расширяется и углубляется методическое и методологическое обеспечение исследований по истории индустриального развития страны в XVIII–XX вв.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является комплекс источников по истории, внешнему и внутреннему облику, а также функционированию предприятий пищевой и металлургической промышленности – Трехгорного пивоваренного завода в Москве и Баранчинского металлургического завода Пермской губернии. Данный комплекс источников включает в себя различные их типы. Нарративные и визуальные источники – от научно-технической документации до художественных изображений – дополняют друг друга и при использовании методов виртуальной 3D-реконструкции позволяют получить новое историческое знание и составить более полное представление о визуальном облике индустриальных памятников.

Предметом исследования является построение трехмерных моделей объектов индустриального наследия – производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода и комплекса ключевых построек Баранчинского металлургического завода, сформировавших его

³ Бородкин Л. И. Технологии 3D-моделирования и виртуальной реальности в проектах реконструкции исторических городских ландшафтов [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал «История». 2020. Т. 11. Вып. 3 (89). URL: <https://history.jes.su/s207987840009391-9-1/> (дата обращения: 05.05.2025).

архитектурный облик, а также применявшегося в них оборудования и происходивших производственных операций.

Производственный корпус Трехгорного завода, также известный из источников как Варня,⁴ был построен в 1875–1876 гг. как один из первоначальных корпусов, затем – в 1890-е гг. – он перестраивался.⁵ Оригинальный исторический архитектурный облик Варни был полностью утрачен в 1970-е гг. в результате новой перестройки.⁶ Собранная по нему источниковая база позволила восстановить не только утраченную промышленную архитектуру корпуса (над которой работали известные архитекторы – А. Е. Вебер, Р. И. Клейн и Г. П. Евланов), но и внутренние помещения с оборудованием, принципы работы которого также вошли в виртуальную реконструкцию, отражая процедуры пивоварения XIX в.

Комплекс ключевых построек Баранчинского металлургического завода Пермской губернии был построен в 1820-е гг., над корпусами завода работал один из наиболее известных уральских архитекторов А. З. Комаров.⁷ Это были первые каменные постройки Баранчинского завода, определившие его уникальный и узнаваемый архитектурный облик. Основой композиции завода являлся комплекс из двух доменных печей и доменного двора, данный комплекс дополнялся несколькими соединенными с ними корпусами. В отличие от Трехгорного завода, где производилась виртуальная реконструкция отдельного корпуса, было принято решение о создании виртуальной 3D-модели всей архитектурной композиции Баранчинского завода целиком.

⁴ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76–1900/901 гг. М., 1901. С. 5.

⁵ ЦГА Москвы. Ф. 54. Оп. 149. Д. 45. Л. 1–26.

⁶ Чайко Д. С. Трехгорное пивоваренное товарищество: история и перспективы постиндустриального развития. // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 5. С. 13.

⁷ Алферов Н. С. Зодчие старого Урала: первая половина XIX века. Свердловск, 1960. С. 36–39.

Хронологические рамки исследования. Поскольку любой исторический памятник существует и изменяется во времени, необходимо определить конкретный период времени, относительно которого виртуальная модель будет репрезентативной. 3D-реконструкции обоих объектов выполнены на период рубежа XIX–XX вв., когда заводы достигли наивысшей точки своего развития и устоялся их архитектурный облик. События революции и Гражданской войны были серьезными испытаниями для промышленных предприятий, нередко приводя к разрушению индустриальных памятников, а дальнейшее промышленное развитие в эпоху Советского Союза предполагало переоборудование и перестройку заводов. Иной причиной выбора данного временного периода также является наибольшая обеспеченность визуальными источниками (во многом благодаря распространению фотографии), что позволяет производить виртуальную реконструкцию с большей точностью и уверенностью.

В то время как архитектурный облик реконструкций привязан к выбранной точке на временной шкале, история объектов и источники по ним рассматриваются на протяжении всего времени их существования (с середины XVIII в. и второй половины XIX в. до настоящего времени).

Территориальные рамки исследования связаны с объектом и предметом исследования и охватывают территорию Российской империи от Центрального до Уральского региона. В более узком смысле территориальные рамки исследования можно ограничить непосредственно местоположениями объектов виртуальной 3D-реконструкции – Трехгорного пивоваренного завода в Москве и Баранчинского металлургического завода в Пермской губернии. Вместе с тем положения данного исследования можно распространить на объекты индустриального наследия по всей стране.

Цель и задачи исследования. Целью работы является виртуальная 3D-реконструкция указанных выше объектов индустриального наследия Российской империи. Для достижения данной цели необходимо решить следующие исследовательские задачи:

- определить роль методов виртуальной 3D-реконструкции в сохранении и изучении индустриального наследия, основываясь на российском и зарубежном опыте их применения в данной сфере;
- сформировать источниковую базу по двум реконструируемым объектам, достаточную для проведения научно обоснованной виртуальной 3D-реконструкции, дать характеристику выявленных источников;
- осуществить виртуальную 3D-реконструкцию производственного Трехгорного пивоваренного завода, включая внешний и внутренний облик, а также имевшееся в нем оборудование и осуществлявшиеся производственные процессы;
- провести виртуальную 3D-реконструкцию внешнего облика и функциональных назначений ключевых строений Баранчинского металлургического завода;
- выявить научный и прикладной потенциал виртуальных 3D-реконструкций для перспективных исследований, физических реконструкций, культурной и музейной сфер.

Методологическая основа исследования. Методология виртуальной 3D-реконструкции разрабатывается на кафедре исторической информатики исторического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. Согласно публикациям Л. И. Бородкина и Д. И. Жеребятьева, создание виртуальных 3D-моделей утраченных исторических памятников вписывается в более широкую тематику моделирования в исторических исследованиях, занимая свое место как вариант имитационной модели.⁸ Рассуждая о моделях в исторических исследованиях, И.Д. Ковальченко определяет модель как созданную или выбранную субъектом систему, воспроизводящую существенные для данной цели познанные стороны изучаемого объекта, или как абстрагированное выражение основной сущности объекта моделирования. В основе моделирования лежит теория подобия, а возможности изучения

⁸ Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И. Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт. С. 12.

объекта по модели базируются на принципе аналогии.⁹ Специфика виртуальной 3D-реконструкции в контексте моделирования предполагает применение дополнительных инструментов – специализированного программного обеспечения для работы с 3D-объектами, которое получает подробное описание в настоящей диссертации.¹⁰ Классификация, процесс и основные проблемы виртуальной 3D-реконструкции подробно описаны Д. И. Жеребятьевым.¹¹ Следует отметить, что основным отличием научной виртуальной 3D-реконструкции от создания виртуальной модели какого-либо значимого объекта для выставочных целей является обязательное обращение к заранее сформированной и проработанной источниковой базе, что и производится в данном исследовании. Работа с источниками, необходимая для создания научной виртуальной реконструкции, проводится в соответствии с принципами историзма, системности и объективности.

Степень разработанности темы исследования. В то время как изучение индустриального наследия и виртуальная 3D-реконструкция являются одновременно относительно молодыми, но прошедшими значительный путь развития направлениями и по каждому из этих направлений было опубликовано немалое количество значимых работ, применение виртуальной 3D-реконструкции к объектам индустриального наследия происходит нечасто. Причиной тому могут служить кажущиеся простота и непритязательность индустриальных памятников в сравнении с более классическими для виртуальной реконструкции объектами – храмовыми и дворцовыми комплексами, дворянскими усадьбами, замками и монастырями.

История изучения индустриального наследия берет свое начало во второй половине XX в., когда в результате изменения технологий

⁹ Ковальченко И. Д. Методы исторического исследования. М., 2003. С. 376.

¹⁰ Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И. Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт. С. 12.

¹¹ Жеребятьев Д. И. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. М., 2014.

производства появилось множество не востребуемых промышленных зданий. Старые индустриальные постройки и их оборудование стали, таким образом, частью истории, однако признавать их ценность начали не сразу.¹²

В 1960-е гг. в Англии стремление к изучению и сохранению индустриального наследия начало приобретать организацию и структуру – появились группы энтузиастов, которые выступали в защиту исторических промышленных объектов. В 1973 г. движение получило дальнейшее развитие в виде первого Международного конгресса по вопросам сохранения индустриальных памятников в Айронбридже. В результате конгресса был создан Международный комитет по сохранению индустриального наследия – TICCIN (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage). К этому же времени относится начало применения термина «индустриальное наследие». Если ранее говорилось об индустриальной археологии и индустриальных памятниках, то в названии комитета слова «памятники» (monuments), которое было использовано в названии первого конгресса, было заменено на «наследие» (heritage).¹³

В СССР тематика индустриального наследия была слабо разработана – старое зачастую представлялось ненужным и отжившим.¹⁴ Тем не менее имеются и примеры обратного, когда специалисты, прежде всего архитекторы, обращались к индустриальному наследию и указывали на его важную роль.¹⁵

¹² *Лахтионова Е. С.* Международное движение за сохранение индустриального наследия: история и основные аспекты // Алдамжаровские чтения – 2010. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Зулхарнай Алдамжар. Костанай, 2010. С. 186.

¹³ *Falconer K.* The Industrial Heritage in Britain – the First Fifty Years [Электронный ресурс] // La revue pour l'histoire du CNRS. 2006. No. 14. URL: <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/1778> (дата обращения: 08.04.2025).

¹⁴ *Запарий В. В.* Индустриальное наследие России и Урала: выявление, изучение, использование // Экономическая история. 2010. № 3 (10). С. 6.

¹⁵ *Подольский Р. П.* Промышленная архитектура России XVIII–XIX вв. // Академия архитектуры. 1935. № 3. С. 22–27; *Он же.* Материалы к истории архитектуры старых промышленных зданий в России XVII–XVIII вв. // Проблемы архитектуры: сборник материалов. Т. 1. Кн. 2. М., 1936. С. 171–211; *Алферов Н. С.* Указ. соч.

Ситуация качественно изменилась в 1990-е гг., когда на Урале сформировалась инициативная группа историков, архитекторов, инженеров и краеведов под руководством академика В. В. Алексеева, которая вывела исследования индустриального наследия в России на новый уровень.¹⁶ Важными работами этого периода стали публикации самого В. В. Алексеева, посвященные рассмотрению истории и задач направления, а также издания, содержавшие материалы для последующего изучения.¹⁷

На сегодняшний день тема индустриального наследия в России находится на пике своего развития. Каждый год публикуются работы по разным аспектам данной темы – от изучения отдельных объектов до применения индустриальных памятников в различных сферах жизни и науки – под авторством специалистов различных направлений, активно рассматривается отечественный и зарубежный опыт. По тематике индустриального наследия выходят в том числе монографические исследования авторов, на протяжении длительного времени изучавших ее. Среди них следует отметить работы В. В. Запария и М. С. Штиглиц.¹⁸

Технология создания компьютерных изображений, имитирующих объемные объекты, появилась в 1960-х гг. и обязана своим возникновением работе ученых из США Айвана Сазерланда, Дэвида Эванса и Уильяма Феттера.¹⁹ В 1980–1990-х гг. появились первые пользовательские программы

¹⁶ Запарий В. В. Индустриальное наследие России и Урала: выявление, изучение, использование. С. 6.

¹⁷ Алексеев В. В. Проблемы изучения и сохранения индустриального наследия Урала // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы. Материалы международной научной конференции ТИССИН (Нижний Тагил – Екатеринбург, 8–12 сентября 1993 г.). Нижний Тагил; Екатеринбург, 1994. С. 47–56; Индустриальное наследие Урала (в фотографиях) / В. В. Алексеев, Н. С. Корепанов, Е. Ю. Рукосуев, С. В. Устьянцев. Екатеринбург, 1993.

¹⁸ Запарий В. В. Индустриальное наследие России и Урала в контексте мирового культурного наследия: избранные труды. Екатеринбург, 2025; Штиглиц М. С. Непарадный Петербург: наследие промышленной архитектуры, М., 2021.

¹⁹ Sutherland I. E. Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System: A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy to the Massachusetts Institute of Technology, 1963. URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/UCAM-CL-TR-574.pdf> (дата обращения: 10.03.2025); Fetter W. A. Computer Graphics in Communication, New York, 1964; Жеребятьев Д. И. Методы

для 3D-моделирования на персональном компьютере – AutoCad, 3D Studio Max и Maya, – что существенно расширило круг пользователей и область применения 3D-технологий. Тогда же британский ученый Пол Райли стал применять 3D-технологии в области археологии, это направление было названо им виртуальной археологией.²⁰

В 1990-е гг. за рубежом стали создаваться первые 3D-реконструкции утраченных объектов культурного наследия. Следует отметить проекты компании Learning Sites, основанной Дональдом Сандерсом в 1996 г. в продолжение его работы (с 1992 г.) с Биллом Ризманом.²¹

В 2000-е гг. технологии 3D-моделирования стали применяться историками и археологами и в России.²² На кафедре исторической информатики исторического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова была

трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. С. 14.

²⁰ *Reilly P.* Computer Analysis of an Archaeological Landscape: Medieval Land Divisions on the Isle of Man. Oxford, 1988; *Ibid.* Towards a Virtual Archaeology // *Computer Applications in Archaeology*. Oxford, 1990. P. 133–139; *Ibid.* Three-Dimensional Modelling and Primary Archaeological Data // *Archaeology and the Information Age* / Ed. by S. Rahtz, P. Reilly. London, 1992. P. 147–173.

²¹ Learning Sites Inc. URL: <https://www.learningsites.com/> (дата обращения: 10.03.2025); *Sanders D. H.* Archaeological Virtual Worlds for Public Education // *Computers in the Social Sciences Journal*. 1997. No. 5; *Sanders D. H.* Why do Virtual Heritage? // *Archaeology*. 2008. URL: <https://archive.archaeology.org/online/features/virtualheritage/> (дата обращения: 10.03.2025); *Kim Y., Kesavadas T., Paley S. M., Sanders D. H.* Real-Time Animation of King Ashur-Nasir-Pal II (883–859 BC) in the Virtual Recreated Northwest Palace // *Proceedings Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. Berkeley, 2001. P. 128–136; *Sanders D. H.* From Photography to 3D Models and Beyond: Visualizations in Archaeology. Oxford, 2023.

²² *Баранов Ю. М., Курлаев Е. А.* Реконструкция утраченных промышленных объектов и раритетных технологий с использованием компьютерного моделирования // *Российский научно-технический музей: проблемы и перспективы*. Нижний Тагил, 2000. С. 46–53; *Они же.* Исследование генезиса уральской промышленности с созданием компьютерной модели металлургического предприятия начала XVIII в. // Там же. С. 53–59; *Кириллов А. Н.* Цифровые модели поверхности в археологии: от снятия топографического плана к созданию виртуальной модели // *Материальная и духовная культура народов Урала и Поволжья: история и современность. Материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной памяти исследователя культуры удмуртского народа Н. Г. Первухина (Глазов, 20 апреля 2005 г.)*. Глазов, 2005. С. 123–124; *Жеребятьев Д. И., Кончаков Р. Б.* Использование технологий создания 3D-игр как инструмента сохранения и реконструкции исторических памятников // *Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер»*. М.; Тамбов, 2006. С. 12–13; *Драгомиров Д. Ю.* Компьютерная трехмерная реконструкция памятников архитектуры // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Искусство и дизайн»*. 2006. № 12. С. 141–144.

развернута масштабная работа по созданию виртуальных реконструкций, разработке и совершенствованию практических и теоретических подходов, в результате Д.И. Жеребятьевым под руководством Л.И. Бородкина в 2013 г. была защищена кандидатская диссертация,²³ а в 2014 г. на ее основе выпущена монография,²⁴ в которой суммируется опыт виртуальной 3D-реконструкции в исторических исследованиях.

Источниковая база исследования. Виртуальная 3D-реконструкция подразумевает синтез различных типов источников, включая чертежи, планы, фотографии, документы, посвященные истории и деятельности, связанной с реконструируемым объектом. Источники в данном исследовании следует разделить прежде всего на две группы по двум объектам виртуальной реконструкции – Трехгорному пивоваренному заводу и Баранчинскому металлургическому заводу.

В свою очередь источники по Трехгорному пивоваренному заводу распределяются на четыре подгруппы.

Первая подгруппа – это строительная документация, планы и чертежи Трехгорного пивоваренного завода, описи его оборудования, хранящиеся в фондах ЦГА Москвы.²⁵

Вторая подгруппа – это ряд публикаций, в которых имеется информация о заводе. Среди них издание «Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве»,²⁶ содержащее краткую историю основания завода, описание построек, подводящее некоторые итоги его деятельности за указанный период, а также снабженное фотографиями, которые существенно

²³ Жеребятьев Д. И. Методы исторической реконструкции памятников истории и культуры России средствами трехмерного компьютерного моделирования: дис. ... канд. ист. наук. М., 2013.

²⁴ Он же. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы.

²⁵ ЦГА Москвы. Ф. 54. Оп. 140. Д. 22; Оп. 144. Д. 47; Оп. 145. Д. 29; Оп. 149. Д. 45; Оп. 151. Д. 75; Оп. 158. Д. 26; Оп. 163. Д. 27; Оп. 164. Д. 62; Оп. 169. Д. 126; Ф. 311. Оп. 1. Д. 2332. Л. 10 об.–12 об., 38 об.–39; Ф. 1281. Оп. 1. Д. 213.

²⁶ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76–1900/901 гг.

расширяют возможности применения методов виртуальной 3D-реконструкции. К этой же подгруппе относится «Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве».²⁷

В третью подгруппу вошла книга Л. Н. Симонова²⁸, посвященная процессу пивоварения и оборудованию пивоваренных заводов XIX в.

Четвертая подгруппа – это справочно-информационные материалы из энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона, а также «Энциклопедического словаря Мейера».²⁹

Источники по Баранчинскому заводу делятся на четыре подгруппы.

Первая подгруппа – планы и чертежи заводских строений, выявленные в Государственном архиве Пермского края (ГАПК), в фондах № 279 («Коллекция планов, карт и чертежей Пермской губернской чертежной») и № 716 («Коллекция картографических документов»), а также в Государственном архиве Свердловской области (ГАСО), в фонде № 24 («Уральское горное управление, г. Екатеринбург Пермской губернии (1720–1919)»)³⁰.

Вторая подгруппа – это альбомы и отдельные фотографии строений Баранчинского завода, размещенные на электронных ресурсах «Госкаталог», PastVu и «Фотобанк Лори».

Третья подгруппа представлена изданными во второй половине XIX в. материалами, среди которых географические и статистические описания Пермской губернии,³¹ содержащие подробную информацию за период 1846–

²⁷ Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Утвержден 6 июня 1875 г. М., 1911.

²⁸ Симонов Л. Н. Пивоварение (заводское и домашнее), квасоварение и медоварение. Производство солода, хмеля и дрожжей. Разведение чистопородных дрожжей. Необходимые справочные таблицы. СПб., 1898.

²⁹ Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Т. XXIIIа. СПб., 1898. С. 559–573; Meyer H. J. Meyers Konversations Lexikon: ein Nachschlagewerk des allgemeinen Wissens. Bd. 2. Leipzig und Wien, 1893. S. 1001 (I–IV).

³⁰ ГАПК. Ф. 279. Оп. 4. Д. 114–115, 181, 183, 909; Оп. 5. Д. 38, 40, 115–117, 1057–1061; Ф. 716. Оп. 2. Д. 39; ГАСО. Ф. 24. Оп. 14. Д. 155–159, 559–571, 913.

³¹ Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Пермская губерния. Ч. 2. СПб., 1864.

1861 г., исследование разработки месторождений горы Благодать (откуда Баранчинский завод получал ресурсы)³², описание истории развития горнозаводской промышленности России с древнейших времен, подготовленное В. Д. Беловым³³ по поручению Постоянной совещательной конторы железозаводчиков.

К четвертой подгруппе относятся воспоминания участников научно-исследовательской экспедиции под руководством Д. И. Менделеева по промышленным предприятиям Урала.³⁴

Результаты источниковедческого анализа, отражающего особенности работы с различными типами источников при создании виртуальных 3D-реконструкций, отражены в типологической таблице, помещенной в конце второй главы.

Научная новизна исследования. Во-первых, виртуальная 3D-реконструкция объектов индустриального наследия относительно недавно оформилась в качестве самостоятельного междисциплинарного направления научных исследований. Поэтому диссертация, раскрывающая данную тему на материалах двух предприятий Российской империи, является значимым вкладом в историографию указанной проблематики. Во-вторых, поскольку объекты виртуальной реконструкции, рассматриваемые в данном исследовании, ранее не становились целью подробного изучения, многие из выявленных в ходе работы источников впервые вводятся в научный оборот. В-третьих, на примере виртуальной реконструкции производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода впервые в отечественной исторической науке производится комплексная виртуальная реконструкция

³² Рожков В. И. Берг-компания на Магнитной горе Благодати в Сибири и на Медвежьих островах в Лапландии. // Горный журнал. 1885. № 6. С. 435–466.

³³ Белов В. Д. Исторический очерк уральских горных заводов. СПб., 1896.

³⁴ Личные и фотографические впечатления Уральской поездки в июне, июле и августе 1899 г. // Уральская железная промышленность в 1899 г. по отчетам о поездке, совершенной с высочайшего соизволения С. Вуколовым, К. Егоровым, П. Земятченским и Д. Менделеевым по поручению господина министра финансов, статс-секретаря С. Ю. Витте / Под ред. Д. И. Менделеева. СПб., 1900.

внешнего и внутреннего облика исторического промышленного предприятия с воссозданием исторических производственных процессов. В-четвертых, на примере виртуальной реконструкции ключевых строений Баранчинского металлургического завода производится апробация подхода по виртуальной реконструкции комплексов взаимосвязанных промышленных корпусов как единого объекта виртуальной реконструкции. В-пятых, дальнейшую разработку получает проблематика репрезентации результатов виртуальных 3D-реконструкций и использования их культурного и познавательного потенциала.

Теоретическая значимость исследования. Настоящая работа вносит вклад в изучение как индустриального наследия, так и его виртуальной 3D-реконструкции. Выявление, аккумуляция и систематизация источников по объектам индустриального наследия могут быть полезны для их дальнейших исследований. Комплексное изучение конкретных промышленных предприятий представляет интерес для изучения промышленности Российской империи в целом, тем более что представленный в данной диссертации анализ функционирования двух предприятий на рубеже XIX–XX вв. является на настоящее время наиболее полным в существующей историографии.

Практическая значимость исследования. Создание виртуальных 3D-реконструкций позволяет сохранять и распространять информацию об утраченных объектах культурного наследия, привлекать общественность к вопросам их консервации и реставрации. Интерактивные приложения могут быть применены как в музейной деятельности, так и в образовательных целях, демонстрируя структуру промышленных предприятий, производственные процессы и архитектурные композиции, свойственные индустриальному наследию рассматриваемой эпохи. Обзор программного обеспечения, методов и технологий виртуальной 3D-реконструкции может служить руководством для будущих работ по виртуальной реконструкции. Результаты работы также могут быть использованы для подготовки общих и специальных курсов по

истории России, экономической истории, методам 3D-реконструкции объектов культурного наследия.

Достоверность исследования. При виртуальной реконструкции достоверность создаваемой 3D-модели непосредственно зависит от источниковой базы и качества работы с ней. Поэтому достоверность настоящей диссертации обеспечивается тем, что она написана на репрезентативной источниковой базе, состоящей из ранее не публиковавшихся архивных материалов трех архивохранилищ, из документов, размещенных на электронных ресурсах сети Интернет, и из опубликованных изданий, тематически связанных с историей изучаемых заводов. При этом данные визуальных источников проверяются сведениями из нарративных источников, в том числе нормативных актов. Любые элементы виртуальной реконструкции, по которым не имеется достаточного источникового материала, отмечаются в тексте как восстановленные на основе аналогов или общих архитектурных принципов. Виртуальные модели дополняются изображениями использованных источников с целью сделать 3D-реконструкцию легко верифицируемой.

Апробация результатов исследования. Диссертация прошла обсуждение на кафедре исторической информатики исторического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова и была рекомендована к защите.

Основные положения и результаты диссертационного исследования были изложены в 5 публикациях автора общим объемом 5,1 п.л. в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В.Ломоносова по группе специальностей 5.6. Исторические науки.

Структура исследования организована в соответствии с проблемно-хронологическим принципом. Работа состоит из введения, пяти глав, разделенных на параграфы, заключения, списка использованных источников и литературы, приложений.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Сохранение и реставрация памятников индустриальной эпохи с последующей музеефикацией или перепрофилированием – актуальная задача, решение которой является трудоемким и ресурсоемким процессом. Существуют разные подходы к сохранению индустриального наследия в той или иной форме, и среди них все большую роль играет виртуальная реконструкция, основанная на репрезентативном наборе источников. Для утраченных (полностью или в значительной мере) памятников индустриального наследия виртуальная реконструкция остается единственным возможным способом сохранения (в цифровом формате).

2. Сформированные источниковые базы по рассмотренным объектам виртуальной реконструкции – дореволюционным предприятиям пищевой и металлургической промышленности Москвы и Урала – обладают достаточной полнотой и достоверностью. На их основе можно утверждать, что научно-техническая документация является основным источником для воссоздания облика индустриальных памятников, предоставляя наиболее точную и полную информацию. Фотоматериалы содержат в себе значительный пласт информации о декоре и расположении элементов зданий, а нарративные источники дополняют их сведениями о перестройках объектов и помогают в атрибуции визуальных источников. Синтез различных видов источников позволяет создавать научно обоснованные виртуальные реконструкции, а также расширять возможности виртуальной реконструкции до воссоздания не только архитектурного облика, но и интерьеров и производственного оборудования.

3. Виртуальная 3D-реконструкция производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода на рубеже XIX–XX вв., включающая реконструкцию как архитектурного облика, так и интерьеров, а также отраслевых производственных процессов данного периода, является научно обоснованной и представлена в доступном интерактивном формате.

4. Виртуальная 3D-реконструкция ключевых строений Баранчинского металлургического завода отражает его исторический архитектурный облик

на рубеже XIX–XX вв. и является научно обоснованной. Данная виртуальная реконструкция воссоздает не только внешний облик семи корпусов завода, но и структуру металлургического предприятия Российской империи как такового.

5. Созданные виртуальные реконструкции промышленных объектов могут представлять значительную пользу и прикладной интерес для их перспективной физической реконструкции и музеефикации или перепрофилирования. Существование подобных планов по Варне Трехгорного пивоваренного завода подтверждается в том числе официальными электронными ресурсами. Как сформированная источниковая база, так и построенная трехмерная модель могут быть использованы в реализации такой реконструкции. Не менее актуальным является и иное ее прикладное применение – в просветительской деятельности. Для презентации результатов виртуальной реконструкции была разработана VR-интерактивная среда, демонстрирующая производственный процесс Трехгорного пивоваренного завода и применение рабочих профессий, а также позволяющая проводить виртуальные экскурсии по Трехгорному и Баранчинскому заводам, доступные в сети Интернет. Они снабжены модулями просмотра использованных исторических источников и получения информации о представленных объектах, что позволяет говорить об их познавательном потенциале и применять в образовательном процессе и музейной работе.

ГЛАВА I

ИСТОРИОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПО ТЕМЫ

В данной главе будет представлен обзор формирования научных направлений по изучению индустриального наследия и созданию виртуальных 3D-реконструкций объектов культурного наследия. Оба являются относительно молодыми, сформировавшись в XX в., и активно развиваются по сей день. Данная работа является первым диссертационным исследованием, объединяющим эти две тематики.

1.1. Историография изучения и сохранения индустриального наследия³⁵

Говоря об индустриальном наследии, в первую очередь необходимо ответить на следующие вопросы: что такое индустриальное наследие? Как появилось индустриальное наследие? Когда и кем стало изучаться индустриальное наследие?

Индустриальное наследие определяется как совокупность строений и артефактов, произведенных обществом с использованием труда и считающихся достаточно важными для сохранения их для будущих поколений. Противопоставление индустриального наследия и культурного не вполне корректно, поскольку первое является частью материально-культурного наследия человечества.³⁶ Целью исследования индустриального наследия может являться лучшее понимание социальной и экономической истории, а также изучение процесса индустриализации, в частности.³⁷

Историю изучения индустриального наследия следует отсчитывать со второй половины XX в., когда развитие технологий производства привело к

³⁵ При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: Гасанов А. А. Индустриальное наследие в России и за рубежом: традиции и инновации междисциплинарного направления // Исторический журнал: научные исследования. 2024. № 1. С. 48 – 62; Гасанов А. А., Бородкин Л. И. Индустриальное наследие России, способы сохранения: музеефикация, перепрофилирование и виртуальная 3D-реконструкция // Человеческий капитал. 2025. № 9 (201). С. 27-37.

³⁶ Запарий В. В. Индустриальное наследие (к вопросу о понимании данной концепции в России и за рубежом) // Экономическая история. Обозрение. Вып. 13 / Под ред. Л. И. Бородкина. М., 2007. С. 213.

³⁷ Там же. С. 213, 216.

тому, что многие промышленные здания и производственное оборудование утратили свое первоначальное назначение. Они стали, таким образом, частью истории, однако до того, чтобы их культурное и историческое значение стало признаваться, необходимо было пройти существенный путь. Для изучения исторических промышленных объектов появилось новое направление – индустриальная археология, которая объединила специалистов историков, антропологов, этнологов, инженеров, архитекторов и экономистов. Целью индустриальной археологии стало изучение материальных свидетельств процессов индустриального производства (зданий, предметов труда, механизмов, ландшафта) в сочетании с воспоминаниями людей.³⁸

Термин «индустриальная археология» был впервые использован профессором Бирмингемского университета Д. Дадли и применялся им относительно археологических раскопок в Бельгии в первой половине 1950-х, а появился в печати в публикации М. Рикса в 1955 г.³⁹ Первая книга, посвященная индустриальной археологии, была написана в 1963 г. К. Хадсоном, а в 1967 г. вышел одноименный труд М. Рикса, что значительно продвинуло теоретическое оформление направления.⁴⁰ В более современном понимании (относительно объектов индустриального наследия) термин «индустриальная археология» впервые стал использоваться британским ученым Р. А. Букеноном в его трудах по индустриальному наследию Великобритании.⁴¹

³⁸ Запарий В. В. Индустриальное наследие (к вопросу о понимании данной концепции в России и за рубежом). С. 214; Лахтионова Е. С. Международное движение за сохранение индустриального наследия: история и основные аспекты // материалы Международной научно-практической конференции. Костанай, 2010. С. 186.

³⁹ Rix M. Industrial archaeology // *Amateur Historian*. 1955. Vol. 2. No. 8. P. 225–229; Sawant-Kulkarni N. Industrial archaeology: an introduction // *Bulletin of the Deccan College Post-Graduate and Research Institute*. 2012. Vol. 72/73 P. 297-301.

⁴⁰ Hudson K. *Industrial Archaeology: An Introduction*. London, 1963; Rix M. *Industrial archaeology*. London, 1967.

⁴¹ Buchanan R. A. *Industrial archaeology in Britain*. Harmondsworth, 1972; Buchanan R. A. History and Heritage: The Development of Industrial Archaeology in Britain // *The Public Historian*. 1989. Vol. 11. № 1. P. 5–16; Шмиглиц М. С. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии». СПб, 2003. С. 9-10.

В 1960-е гг. в Англии энтузиастами, стремящимися изучать и сохранять для потомков индустриальное наследие, стала проводиться уже организованная работа по защите исторических промышленных объектов от разрушения. Среди знаковых эпизодов – кампания по сохранению «Euston Arch» (Юстон арч) – арки при входе на стадион, впоследствии железнодорожную станцию Юстон в Лондоне, которая была все же снесена в 1972 г., несмотря на протесты общественности, однако сама кампания и консолидация среди сторонников сохранения памятника стали важным этапом формирования направления индустриальной археологии.⁴² Другим эпизодом было открытие музея «Ironbridge Gorge» (Айронбридж Гордж) у моста Айронбридж в Шорпшире, Англия, в 1967 г., что стало одним из первых примеров музеефикации индустриальных объектов. В XVIII в. там были построены заводы Дарби, где производились эксперименты по использованию в качестве топлива каменноугольного кокса при производстве железа, мост стал своеобразным символом металлургической эпохи. Сейчас в музее демонстрируются индустриальные артефакты, включая первые паровые машины и доменные печи.⁴³ 1973 г. является значительной вехой в истории движения по сохранению и изучению индустриального наследия – тогда в Айронбридже прошел первый Международный конгресс, посвященный данной тематике. Следующим этапом стала организация Международного комитета по сохранению индустриального наследия – TICCIH (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage) в 1978 г. в Стокгольме, впоследствии собрания комитета стали проводиться регулярно раз в четыре года.⁴⁴ В тот же период произошло и оформление термина

⁴² Запарий В. В. Международный комитет по сохранению индустриального наследия (TICCIH) // Бюллетень Научного совета Российской академии наук по проблемам российской и мировой экономической истории. 2008. № 6. С. 5; Штиглиц М. С. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии». С. 9-10.

⁴³ Лахтионова Е. С. Международное движение за сохранение индустриального наследия: история и основные аспекты. С. 187.

⁴⁴ Запарий В. В. Международный комитет по сохранению индустриального наследия (TICCIH). С. 5-6; Он же. Индустриальное наследие (к вопросу о понимании данной концепции в России и за рубежом). С. 211.

«индустриальное наследие». Если ранее речь шла об индустриальной археологии и индустриальных памятниках, то в названии комитета термин «памятники» («monuments»), который использовался в названии первого конгресса, был заменен на «наследие» («heritage»).

Являясь международной негосударственной организацией, ТИССИН регулярно проводит конференции, симпозиумы и заседания, издает свой бюллетень, поддерживает и организует работу специалистов, заинтересованных в сохранении и изучении индустриального наследия. С 1980-х ТИССИН выступает советником Всемирного Комитета по Наследию – части Международного Совета по охране памятников и исторических мест ICOMOS, являющегося, в свою очередь, советником ЮНЕСКО.

В европейской историографии в 1980-е гг. было написано уже немало работ, посвященных индустриальному наследию – основанная в 1973 г. Ассоциация промышленной археологии (AIA) регулярно издавала (и издает по сей день) с 1976 г. журнал *Industrial Archaeology Review*,⁴⁷ публиковались полностью посвященные индустриальному наследию монографии, рассматривающие промышленные памятники и накопленный опыт их изучения. В наибольшей степени тема была развита на своей исторической родине – в Великобритании, в своих работах ученые стали обращаться не только к индустриальному наследию своей страны, но и к промышленным памятникам по всему миру.⁴⁸ Другим центром развития индустриальной археологии стали США, где было организовано Общество индустриальной археологии (SIA), также проводившее конференции, посвященные промышленным памятникам, и издававшее свой журнал, как и AIA в

⁴⁵ *Falconer K.* Op. cit.

⁴⁶ *Запарий В. В.* Международный комитет по сохранению индустриального наследия (ТИССИН). С. 5-6.

⁴⁷ *Industrial Archaeology Review* [Электронный ресурс] // tandfonline.com URL: <https://www.tandfonline.com/loi/yiar20> (Дата обращения: 28.02.2024).

⁴⁸ *Pannell J. P. M.* The techniques of industrial archaeology. Newton Abbot, 1974; *Hudson K.* World Industrial Archaeology. Cambridge, 1979; *Bailey B.* The Industrial Heritage of Britain. London, 1982; *Jones E.* Industrial Architecture in Britain, 1750–1939. London, 1985.

Великобритании.⁴⁹ В результате появилось два основных подхода – британский «снизу-вверх», когда работы писались преимущественно энтузиастами, и американский, более централизованный «сверху-вниз», когда исследования велись уже состоявшимися специалистами. Первый подход переняли Бельгия, Италия и Нидерланды, а второй был свойственен Австралии, Франции и России.⁵⁰

Многие индустриальные памятники обрели «новую жизнь» – например, индустриальные постройки Манчестера, Англия, работа по сохранению и перепрофилированию которых активно велась с 1970-х, включая станцию «Liverpool Road», позднее преобразованную в музей науки и техники,⁵¹ металлургический завод «Sloss Furnaces» в Алабаме, переоборудованный в музей, Фундидора-парк («Parque Fundidora») в Мексике, открытый на месте металлургического завода, музей Орсе в Париже, расположившийся в бывшем здании железнодорожного вокзала.⁵²

В Советском Союзе вопросам индустриального наследия уделялось мало внимание – идеология была скорее направлена на прогресс, а старое виделось ненужным и отжившим.⁵³ В то же время имеется и ряд контрпримеров, когда исследователи, в первую очередь в области архитектуры, опережая время, видели в индустриальном наследии ценность. Еще в 1930-х гг. о промышленной архитектуре писал Р. П. Подольский, отмечая недостаточный интерес к ней современников. В его работах публикуются и анализируются

⁴⁹ Sande T. A. *Industrial Archeology: A New Look at the American Heritage*. Brattleboro, 1976; Hyde C. K. *The Lower Peninsula of Michigan: an Inventory of Historic Engineering and Industrial Sites*. Washington, 1976; Hyde C. K. *The Birth of the SIA and Reminiscences by Some of Its Founders* // *IA. The Journal of the Society for Industrial Archeology*, 1991, № 17(1), Pp. 3–16.

⁵⁰ Morin B. *Industrial Heritage in Archaeology* [Электронный ресурс] // *Encyclopedia of Global Archaeology*. New York, 2014. URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4419-0465-2_1919 (Дата обращения: 28.02.2024).

⁵¹ Nevell M. *Saving Manchester's Industrial Past: Regeneration and New Uses of Industrial Archaeology Structures in Greater Manchester* // *Transactions of the Lancashire and Cheshire Antiquarian Society*. 2020. Vol. 111. P. 99-117.

⁵² Morin B. *Op. cit.* P. 275-282.

⁵³ Запарий В. В. *Индустриальное наследие России и Урала: выявление, изучение, использование*. С. 6.

множественные визуальные источники, включая зарисовки, чертежи и фотографии.⁵⁴ Стоит отметить книгу Н. С. Алферова «Зодчие старого Урала», вышедшую в 1960 г.,⁵⁵ в которой подробно рассматривается архитектура многих исторических уральских предприятий, публикуются фотографии и чертежи, выделяются ключевые уральские архитекторы, а также учебное пособие «Архитектурная реконструкция исторически сложившихся промышленных предприятий» под авторством Л. П. Холодовой, где уделяется большое внимание вопросам сохранения исторического облика промышленных сооружений и комплексов при реконструкции, проводится анализ и классификация архитектурных стилей индустриальных объектов.⁵⁶ В 1970-80-х гг. количество обращений к индустриальному наследию стало возрастать, следует отметить работы А. А. Старикова⁵⁷, Е. Ф. Шумилова⁵⁸ и Л. П. Холодовой⁵⁹ преимущественно по уральским заводам, и М. С. Штиглиц по промышленной архитектуре Санкт-Петербурга.⁶⁰

В 1970-х гг. были организованы специальные секции памятников трудовой славы советского народа и памятников истории науки и техники в

⁵⁴ Подольский Р. П. Промышленная архитектура России XVIII-XIX вв. С. 22-27; Подольский Р. П. Материалы к истории архитектуры старых промышленных зданий в России XVII-XVIII вв. // Проблемы архитектуры: Сборник материалов. Т. 1, Кн. 2. М., 1936. С. 171-211.

⁵⁵ Алферов Н. С. Указ. соч.

⁵⁶ Холодова Л. П. История металлургических заводов Урала второй половины XIX-начала XX вв.: учебное пособие. М., 1986.

⁵⁷ Стариков А. А. Вопросы сохранения и использования горнозаводских историко-архитектурных комплексов в архитектурно-планировочных структурах городов Урала: автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.04. М., 1977.

⁵⁸ Шумилов Е. Ф. Творчество архитекторов Камских заводов начала XIX века и зарождение профессионального искусства в Удмуртии // Из истории художественной культуры Урала. Свердловск, 1980. С. 26-37.

⁵⁹ Холодова Л. П. История металлургических заводов Урала второй половины XIX-начала XX вв.: учебное пособие. М., 1986; Холодова Л. П. Заводы России // Архитектура СССР. 1988. № 2. С. 100-107.

⁶⁰ Штиглиц М. С. Взаимосвязь конструкции и формы в промышленной архитектуре Петербурга (1830-1900-е годы) // Эстетические проблемы советской архитектуры: межвузовский тематический сборник трудов. Ленинград, 1979. С. 124-127; Она же. Особенности стилистического развития промышленной архитектуры Петербурга конца XIX - начала XX вв. // История и теория архитектуры и градостроительства: межвузовский тематический сборник трудов. Ленинград, 1980. С. 136-139.

составе Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры (ВООПИК), основанного в 1965 г. Их целями были выявление, изучение, описание и сохранение памятников трудовых свершений советского периода, в том числе памятников индустриального наследия.⁶¹ Были и первые примеры музеефикации бывших промышленных предприятий – так, в 1987 г. был открыт Нижнетагильский завод-музей истории уральской металлургии,⁶² в 1989 г. для посещения был открыт доменный цех Северского трубного завода, который впоследствии в 2009 г. был оформлен как музейный комплекс «Северская домна».⁶³ В деле сохранения этого памятника сыграли важнейшую роль представители науки и общественности, в частности члены ВООПИК, что показывает важность и эффективность такой работы. Тем не менее, Е. С. Лахтионовой в посвященной этой истории публикации приходится отметить, что действиям защитников индустриального наследия недоставало последовательности и координации.⁶⁴

Таким образом, будет совершенно неправильно утверждать, что изучение и сохранение индустриального наследия не происходили в Советском союзе, однако масштаб и уровень организации работ в этом направлении были несравнимы с таковым в последующие периоды. Понимание концепции и ценности индустриального наследия находилось скорее в стадии формирования, необходимо было большее количество специалистов, заинтересованных данным вопросом, а также изучение уже

⁶¹ *Лахтионова Е. С.* Роль Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры в выявлении, изучении и сохранении памятников индустриального наследия в 1960 - 1990 - е гг. // Вопросы истории естествознания и техники. 2020. Т. 41. № 2. С. 336-337.

⁶² *Зайцева Е. В.* Зарубежный опыт сохранения и музеефикации объектов индустриального наследия // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования. Сборник научных статей международной конференции. Барнаул, 2015. С. 2566-2568.

⁶³ *Алексеева Е. В.* Ревалоризация индустриального наследия в России и странах Западной Европы: подходы, объекты, ландшафты, акторы // Экономическая история. 2017. Вып. 1 (36). С. 11–12.

⁶⁴ *Лахтионова Е. С.* История спасения памятника индустриального наследия «Северская домна» в 1960-1980-е гг. / Е. С. Лахтионова // История и современное мировоззрение. 2023. Т. 5, № 2. С. 113-119.

имеющегося западного опыта. Уже на этом этапе уральский регион становится флагманом индустриального наследия в России, что обуславливается промышленной направленностью региона – города Урала часто называют городами-заводами, и их исторический и культурный облик во многом определяется именно индустриальными памятниками.

Представление об индустриальном наследии в России значительно изменилось в 1990-е гг., когда на Урале появилась инициативная группа исследователей разных специальностей: историков, архитекторов, инженеров и краеведов под руководством академика В. В. Алексеева. Их работа подняла исследования индустриального наследия в России на принципиально новый уровень.⁶⁵ Среди ключевых работ этого периода – публикации В. В. Алексеева, в которых рассматривались общие вопросы направления, а также производился сбор и издание материалов для последующего изучения,⁶⁶ работы Л. П. Холодовой, посвященные архитектуре и осмыслению мирового опыта изучения индустриального наследия,⁶⁷ Р. М. Лотаревой об архитектуре городов-заводов⁶⁸ и публикации М. С. Штиглиц, посвященные индустриальному наследию Санкт-Петербурга.⁶⁹

⁶⁵ *Запарий В. В.* Индустриальное наследие России и Урала: выявление, изучение, использование. С. 6.

⁶⁶ *Алексеев В. В.* Указ. соч. С. 47-56; Индустриальное наследие Урала (в фотографиях) / В. В. Алексеев, Н. С. Корепанов, Е. Ю. Рукосуев, С. В. Устьянцев. Екатеринбург, 1993.

⁶⁷ *Холодова Л. П.* Архитектура промышленных городов Урала второй половины XIX – начала XX вв.: дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.01. Екатеринбург, 1994; *Она же.* Памятники промышленного зодчества в структуре городов и промышленных предприятий Урала // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы: материалы международной научной конференции ТИССИН, Нижний Тагил-Екатеринбург, 08–12 сентября 1993 года. Нижний Тагил-Екатеринбург, 1994. С.57-60.

⁶⁸ *Лотарева Р. М.* Города-заводы России. XVIII – первая половина XIX века. Екатеринбург, 1993; Лотарева Р. М. Города-заводы России в XVIII – первой половине XIX веков // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы: материалы международной научной конференции ТИССИН, Нижний Тагил-Екатеринбург, 08–12 сентября 1993 года. Нижний Тагил-Екатеринбург, 1994. С. 128-134.

⁶⁹ *Штиглиц М. С.* Проблемы изучения и охраны наследия петербургского промышленного зодчества // Архитектура Петербурга: материалы исследований. Часть 2. СПб, 1992.С. 64-70; *Она же.* Архитектурный комплекс Калинкинского пивоваренного завода // Памятники истории и культуры Санкт-Петербурга: исслед. и материалы / Ком. гос. контроля, использования и охраны памятников истории и культуры. СПб, 1997. Вып. 4. С. 273-278.

В 1994 г. Россия официально присоединилась к ТИССИН, тогда же была создана Ассоциация по сохранению культурного наследия с центром в Екатеринбурге, где стал издаваться и бюллетень Российского Национального представительства ТИССИН. Официальным представителем России в ТИССИН стал академик В. В. Алексеев. В 1993 г. в Екатеринбурге и в 2003 г. в Москве, Екатеринбурге и Нижнем Тагиле прошли два международных конгресса ТИССИН. На XII конгрессе в Нижнем Тагиле была принята Нижнетагильская хартия индустриального наследия, ставшая важным документом для Комитета, что подчеркивает роль России в изучении и сохранении индустриального наследия. Тогда же новым национальным представителем России стал профессор В. В. Запарий.⁷⁰

В этот период были сформулированы основные вопросы и проблемы индустриального наследия – необходимость проведения масштабной работы по его изучению, сохранению и музеефикации. Вопросы сохранения и музеефикации осложнялись недостатком общественного знания и внимания к индустриальному наследию. Были выдвинуты тезисы о недостатке специалистов в сфере индустриального наследия, необходимости перенимать западный опыт, накопленный в этом направлении, об отсутствии законодательства, позволяющего систематически проводить выявление, оценку и сохранение промышленных памятников. История изучения индустриального наследия Урала ранее подробно рассматривалась в работах В. В. Алексеева и О. А. Шипицыной.⁷¹ Историография изучения

⁷⁰ Запарий В. В. К вопросу об индустриальном наследии и его сохранении // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1: Проблемы образования, науки и культуры. 2012. № 3 (104). С. 185-195; Лахтионова Е. С. Международное движение за сохранение индустриального наследия: история и основные аспекты. С. 190-191; Марискин О. И. Нижнетагильская хартия индустриального наследия // Экономическая история. 2007. №5. С. 89-94.

⁷¹ Алексеев В. В. Указ соч. С. 47-56; Шипицына О. А. История промышленного зодчества Урала: эволюция научных исследований // История и современное мировоззрение. 2020. Т. 2. № 1. С. 67-75.

индустриального наследия в России в 1970-1990-х гг. рассматривалась в одноименной статье Е. С. Лахтионовой.⁷²

Пока российская школа индустриального наследия проходила этап становления, в западной школе велась дискуссия о том, что является главной целью направления – сохранение индустриальных памятников или академические исследования. Трудности вызывало также междисциплинарное взаимодействие специалистов из разных областей – археологов, историков, архитекторов, музейных специалистов и инженеров, и в связи с этим встал вопрос о границах научной области. К концу 1990-х возобладала тенденция к расширению этих границ.⁷³ Знаковыми работами этого периода стали монографии «Industrial archaeology: principles and practice» под авторством М. Палмер⁷⁴ и «The texture of industry: an archaeological view of the industrialization of North America» авторства Р. Б. Гордона и П. М. Малон,⁷⁵ остающиеся актуальными и по сей день. В сфере сохранения и популяризации индустриального наследия немаловажным событием стало появление Европейского маршрута индустриального наследия (ERIH) в 1999 г., который включает в себя наиболее значимые индустриальные памятники Европы, открытые для туристического посещения.⁷⁶

В 1990-2000-х гг. в западных странах появились учебные программы в высших учебных заведениях, посвященные индустриальной археологии, индустриальному наследию, истории техники, перепрофилированию и сохранению культурных памятников. Среди университетов, открывших подобные программы – институт Айронбридж, университет Лестера,

⁷² Лахтионова Е. С. Историография изучения индустриального наследия в России в 1970-1990-е гг. // Социально-гуманитарный вестник: Всероссийский сборник научных трудов. Краснодар, 2020. С. 225-229.

⁷³ Symonds J. Industrial archaeology future directions. / ed. by E. C. Casella. New York, 2005; Morin B. Op. cit. P. 275-282.

⁷⁴ Palmer M., Neverson P. Industrial Archaeology: principles and practice. London, New York, 1998.

⁷⁵ Gordon R. B., Malone P. M. The texture of industry: an archaeological view of the industrialization of North America. New York, 1994.

⁷⁶ Morin B. Op. cit. P. 275-282.

Мичиганский технологический университет, Амстердамский свободный университет.⁷⁷ Подобную практику России еще только предстоит перенять – это стало бы очень важным шагом для дальнейшего развития направления.

В 2000–2010-е гг. направление индустриального наследия в России продолжило свое развитие. В ряде публикаций В. В. Запария получили подробное рассмотрение концепция индустриального наследия, проблемы данной области и деятельности ТИССИН.⁷⁸ Особенно хочется выделить мысль о том, что учреждения, занимающиеся культурным наследием, как правило, определяют ценность объекта по возрасту, эстетическим характеристикам и его уникальности. В то же время, объекты индустриального наследия, прежде всего, функциональны, их облик формировался практической необходимостью касательно того или иного производства. Объекты индустриального наследия, таким образом, не всегда уникальны, нередко повторяемы, оборудование для них производилось, как правило, массово и вследствие того не рассматривалось как ценность потомками. В связи с этим В. В. Запарий указывает на то, что индустриальные объекты должны отбираться для сохранения по принципу наибольшей репрезентативности. Данное положение не нивелирует ценность уникальных индустриальных памятников, обладающих богатой историей и имеющих однозначную архитектурную ценность. Такие объекты имеют большой шанс оказаться в числе сохраняемых, даже если не учитывается специфика индустриального наследия. В. В. Запарием также отмечается необходимость привлечения к вопросам индустриального наследия общественного мнения, использования индустриальных памятников в сфере туризма, включения курса истории науки и техники в образовательные программы, принятия законов и организации

⁷⁷ *Morin B. Op. cit. P. 275-282.*

⁷⁸ *Запарий В. В. Индустриальное наследие (к вопросу о понимании данной концепции в России и за рубежом). С. 211-217; Он же. Международный комитет по сохранению индустриального наследия (ТИССИН). С. 5-8; Он же. Индустриальное наследие России и Урала: выявление, изучение, использование. С. 4-10; Он же. К вопросу об индустриальном наследии и его сохранении. С. 185-195;*

государственных программ по сохранению и реабилитации объектов индустриального наследия.

Велась деятельность в отношении организации систематической охраны памятников индустриального наследия. Правовой базой здесь служит закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» 2002 г. В Санкт-Петербурге систематическая работа по сохранению индустриальных памятников проводится специализированным отделением ВООПИК, под государственную охрану были взяты десятки исторических промышленных объектов Свердловской области, однако подобные практики все еще не распространились на территорию всей страны, о чем писал А. Е. Курлаев.⁷⁹

В большей степени изучение индустриального наследия в России вышло за пределы Урала – ранее уже упоминались работы М. С. Штиглиц по санкт-петербургским промышленным памятникам,⁸⁰ включились в дискурс и другие регионы: в публикациях А. А. Чадовича рассматриваются промышленные города Московской области,⁸¹ появляются публикации по индустриальному наследию Карелии и Ярославля.⁸² В сфере музеефикации и

⁷⁹ Курлаев А. Е. Индустриальное наследие в системе охраны и сохранения памятников истории и культуры России: проблемы и перспективы // Российский научный журнал. 2015. № 4 (47). С. 72-79.

⁸⁰ Штиглиц М. С. Промышленная архитектура Санкт-Петербурга XVIII - первой половины XX в. (Историко-культурные проблемы): Дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.01: СПб, 2002; Она же. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии». СПб, 2003.

⁸¹ Чадович А. А. Функциональные направления современного развития исторических промышленных городов Московской области [Электронный ресурс] // АМІТ. 2014. № 4 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-napravleniya-sovremennogo-razvitiya-istoricheskikh-promyshlennyh-gorodov-moskovskoy-oblasti> (дата обращения: 24.02.2024); Она же. Целесообразность современного использования объектов индустриального наследия [Электронный ресурс] // АМІТ. 2014. № 2 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tselesoobraznost-sovremennogo-ispolzovaniya-obektov-industrialnogo-naslediya> (дата обращения: 24.02.2024).

⁸² Шеков К. В. Потравнов А. Л. Тулмозерский железодобывающий завод как памятник горно-индустриального и геологического наследия Карелии // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2015. № 12. С. 69-72; Кривошеева Ю. А. Перспективы фабричного района Ярославской Большой мануфактуры как достопримечательного места // Храм Петра и Павла при Ярославской Большой мануфактуре в контексте истории России и

перепрофилирования бывших индустриальных объектов был накоплен значительный опыт, который также нашел отражение в публикациях исследователей индустриального наследия.

Известными примерами в России стали Музей-заповедник «Красная Горка» в Кемерово, созданный на территории бывшего угольного рудника, центр современного искусства Винзавод, расположившийся в корпусах бывшего пивоваренного завода (затем винного комбината) «Московская Бавария», центр дизайна ARTPLAY в Москве на территории промышленной зоны в Сыромятниках, кондитерская фабрика «Красный Октябрь» в Москве, теперь вмещающая медийные пространства, рестораны и офисы, Лофт-проект ЭТАЖИ в Санкт-Петербурге в здании бывшего хлебозавода и Фабрика-кухня в Самаре, переоборудованная под выставочные пространства.⁸³

Международной организацией TICCIN в 2016 г. был опубликован сборник статей многих авторитетных исследователей, охватывающий разные стороны индустриального наследия – «Industrial Heritage Re-tooled: The TICCIN Guide to Industrial Heritage Conservation».⁸⁴ В то время как Великобритания все так же занимает лидирующую позицию по числу публикаций на тему промышленного наследия, интерес к нему распространился по разным странам Европы, Америки и за их пределы – в Китай, Японию, Индию и другие страны.⁸⁵ В разных странах мира

Ярославского края: материалы научной конференции, Ярославль, 03–04 июня 2019 года. Ярославль, 2019. С. 153-162.

⁸³ *Мастеница Е. Н.* Музеефикация промышленного наследия: опыт и перспективы // Музей. 2012. № 5. С. 4-11; *Кузовенкова Ю. А.* Парадигмы музеефикации индустриального наследия // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. 2015. № 5-6. С. 6-16; *Марголина Д. С.* Об актуализации памятников промышленной архитектуры XIX—XX веков. // Обсерватория культуры. 2018. Т. 15. № 3. С. 374-383.

⁸⁴ Industrial Heritage Re-tooled The TICCIN Guide to Industrial Heritage Conservation / ed. by J. Douet. New York, 2013.

⁸⁵ Recent Evolution of Research on Industrial Heritage in Western Europe and China Based on Bibliometric Analysis [Электронный ресурс] / Zhang J. et al. // Sustainability. 2020. Vol. 12 (13). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5348> (Дата обращения: 26.02.2024); *Erdogan H. A., Erdogan E.* Reuse of Historical Train Station Buildings: Examples from the World and Turkey [Электронный ресурс] // ATINER'S Conference Paper Series, No: ARC2013-0723. Athens, 2013. URL:

реализуются проекты по 3D-реконструкции объектов индустриального наследия, что будет рассмотрено в следующем параграфе.

Высшей точкой развития направления по сохранению и изучению индустриального наследия в России можно считать сегодняшний день. Основанием тому является множество публикаций, поступающих в печать каждый год, в которых рассматриваются многие аспекты индустриального наследия специалистами различных направлений, будь то сбор источников и изучение истории отдельных памятников или осмысление роли индустриального наследия в сферах культуры и городского развития.⁸⁶ Индустриальному наследию посвящаются целые монографии под авторством

https://www.researchgate.net/publication/266672734_Reuse_of_Historical_Train_Station_Buildings_Examples_from_the_World_and_Turkey (Дата обращения: 10.03.2024); *Acosta Collazo A.* Recognition of industrial heritage in Aguascalientes, Mexico // *Sustainable Development and Planning IX*. 2017. Vol. 226. P. 407-416; *Takamitsu J.* Cultural Heritage and Tourism in Japan. Abingdon, New York, 2022. P. 129-150; *Tipnis A. Singh M.* Defining Industrial Heritage in the Indian Context // *Journal of Heritage Management*. 2021. Vol. 6 (2). P. 120-139.

⁸⁶ *Солонина Н. С., Шипицына О. А.* Индустриальное наследие Урала: архитектурно-презентационная актуализация. Екатеринбург, 2020; *Алексеева Е. В.* Индустриальное наследие «большого Екатеринбурга»: современные задачи изучения и актуализации // Урал индустриальный. Бакунинские чтения: Материалы XIV Всероссийской научной конференции. В 2-х томах, Екатеринбург, 16–17 ноября 2020 года. Екатеринбург, 2020. С. 281-289; *Кузовкова М. В., Баранов Ю. М.* Комплексный подход к изучению и сохранению объекта индустриального наследия XVIII - XXI вв. - 4D формат. Индустриальное наследие и его перспектива сохранения в XXI В. на примере сохранения «комплекса Нижнетагильского металлургического завода» // Индустриальное наследие как ресурс для развития. Варианты стратегий. 300+: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Нижний Тагил, 03–04 декабря 2020 года. Нижний Тагил, 2020. С. 119-128; *Полякова А. А.* Объект индустриальной истории Урала - «французская горка (развалины (руины) бельгийской фактории)», или рудник «холмистый»: от формирования до современного состояния. Материалы исследования 2019-2020 гг. // Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: проблемы исторической реконструкции: материалы I Международной междисциплинарной конференции, Челябинск, 13–15 апреля 2021 года. Челябинск, 2021. С. 113-122; *Быстрова Т. Ю.* Индустриальное наследие как ресурс развития территории: способы вовлечения молодежи // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы VII Международной научно-практической конференции: в 2-х томах, Екатеринбург, 19–20 апреля 2021 года / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург, 2021. С. 288-292; *Петрова Л. Е.* Интеграция объектов индустриального наследия в культурное потребление россиян // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2021. № 2 (49). Екатеринбург. С. 96-100; *Танина А. В., Сергеев Д. А., Конышев Е. В., Танин Е. Ф.* К вопросу о направлениях исследования промышленного туризма // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 1 (58). С. 158-170.

заслуженных исследователей этой тематики, посвятивших ей несколько десятилетий, следует отметить работы В. В. Запария и М. С. Штиглиц.⁸⁷ Продолжилась тенденция к включению все новых регионов России в дискурс индустриального наследия, больше внимания получает индустриальное наследие центрального и поволжского регионов.⁸⁸

Отдельно следует остановиться на статье Е. В. Алексеевой, где представлено рассмотрение и осмысление накопленного на сегодняшний день опыта перепрофилирования и ревалоризации объектов индустриального наследия, и, как результат, приводится его классификация. Требуя к себе индивидуального подхода, бывшие промышленные постройки при грамотном подходе принимают рекреационные, эколого-реабилитационные, культурно-просветительские, коммерческие, спортивно-оздоровительные и другие функции, сохраняя при этом свое культурное значение как часть исторической городской среды.⁸⁹ В большей мере получила развитие тема виртуальных 3D-реконструкций индустриального наследия, что станет предметом рассмотрения в следующем параграфе.

Подводя итог, можно сказать, что изучение индустриального наследия прошло значительный путь в относительно короткий промежуток времени – от единичных инициатив отдельных энтузиастов и редких публикаций, до

⁸⁷ *Запарий, В. В.* Индустриальное наследие России и Урала в контексте мирового культурного наследия: Избранные труды. Екатеринбург, 2025; *Штиглиц М. С.* Непарадный Петербург: наследие промышленной архитектуры.

⁸⁸ *Захарчук П. А.* Изучение индустриального наследия первых Тульских (Городищенских) доменных железоделательных заводов: советский период // Индустриальные города: научное и техническое наследие: Сборник статей по материалам IX Научной школы молодых ученых ИИЕТ РАН, Тула, 16–20 октября 2023 года. М., 2024. С. 106-109; *Валеев Р. М., Мусина К. И.* Индустриальное культурное наследие Казани в ракурсе аксиологического подхода // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2021. № 55. С. 79-84; *Мосиенко Е. П.* Индустриальный туризм в не индустриальном регионе: практика вело, байдарочных, пешеходных экскурсий на тему индустриального наследия в Калининградской области // Индустриальное наследие России: междисциплинарные исследования, опыт сохранения, стратегии реновации: Сборник тезисов II Всероссийской научной конференции, Ханты-Мансийск, 12 октября 2023 года. Сургут, 2023. С. 56-58.

⁸⁹ *Алексеева Е. В.* Индустриальное наследие: видовое разнообразие, пути и способы перепрофилирования // Уральский исторический вестник. 2021. № 2 (71). С. 46-54.

организованной деятельности в рамках сформированного научного направления, регулярных исследований и публикаций, проведения тематических съездов и конференций, применения новейших технологий. Известно немало примеров сохранения объектов индустриального наследия – их успешной музеефикации и перепрофилирования. В законодательном аспекте также имелся определенный прогресс, однако исследователи видят необходимой более масштабную работу в этом направлении.

1.2. Историография виртуальной 3D-реконструкции и развитие данного направления

В данном параграфе отдельно будет рассматриваться применение технологий 3D-моделирования для реконструкции объектов культурного наследия и объектов индустриального наследия в частности. Для виртуальной 3D-реконструкции, как правило, выбираются наиболее известные, визуально уникальные объекты с богатой историей, а потому памятники индустриального наследия, ввиду еще не достаточно сформировавшегося в общественном сознании понимания его ценности, значительного реже становятся объектами виртуальной реконструкции.

1.2.1. Становление и развитие виртуальной 3D-реконструкции объектов культурного наследия

Первым шагом к появлению виртуальной 3D-реконструкции объектов культурного наследия как направления в рамках исторической науки стало создание технологии имитации объемных объектов на экране компьютера, связанное с работой ученых из США Айвана Сазерланда, Дэвида Эванса и Уильяма Феттера. Диссертация А. Э. Сазерланда рассматривает его изобретение – первую интерактивную графическую компьютерную программу – Sketchpad (см. рис. 1), ставшую прорывом в компьютерной

графике.⁹⁰ Если первые программы для работы с 3D-изображениями применялись отдельными специалистами, то в 1980-90-х гг. первые пользовательские программы для 3D-моделирования на персональном компьютере пришли на рынок. Среди них были ранние версии существующих до сих пор 3D-редакторов AutoCad, 3D Studio Max и Maya. Расширение круга пользователей программ по работе с трехмерной графикой привело к попыткам применить ее в различных новых областях. Так британский ученый Пол Райли произвел успешную попытку внедрить 3D-технологии в сферу археологии, в результате чего возникло новое направление, которое было названо им «виртуальной археологией».⁹¹

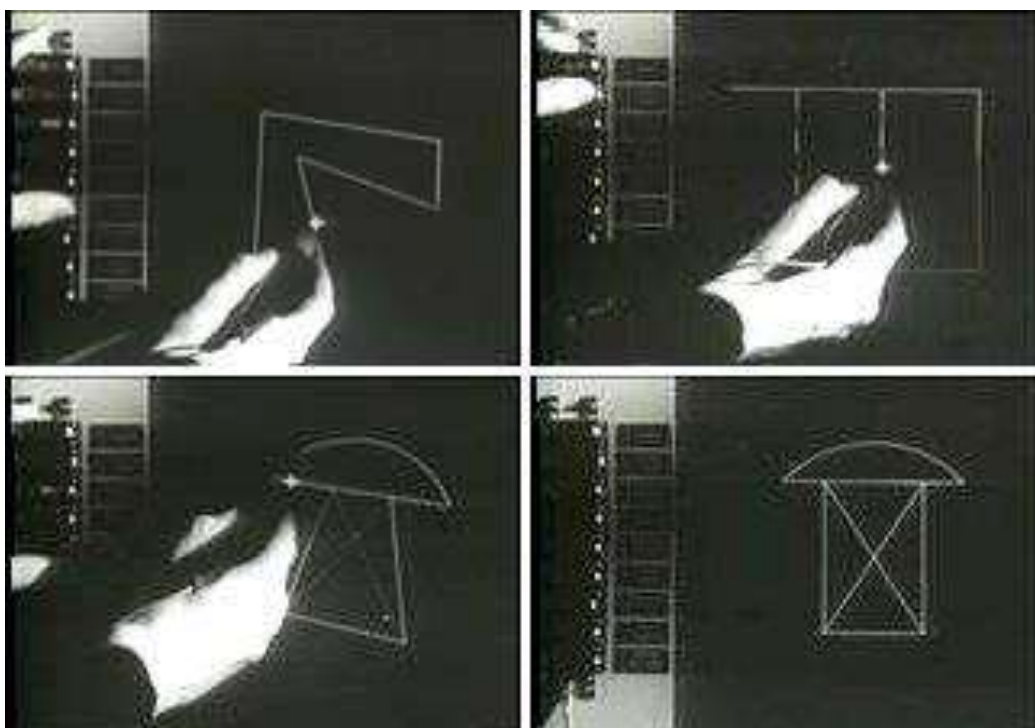


Рис. 1. Демонстрация А. Э. Сазерландом возможностей программы Sketchpad. Изображения из видеофильма «Alan Kay: Doing with Images Makes Symbols Pt 1» URL: <https://archive.org/details/AlanKeyD1987>

В 1990-е гг. за рубежом стали создаваться первые виртуальные 3D-реконструкции утраченных объектов культурного наследия в современном

⁹⁰ Sutherland I. E. Op. cit.; Fetter W. A. Op. cit.; Жеребятнев Д. И. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. С. 14.

⁹¹ Reilly P. Computer Analysis of an Archaeological Landscape: Medieval Land Divisions on the Isle of Man; *Ibid.* Towards a virtual archaeology; *Ibid.* Three-Dimensional modelling and primary archaeological data.

понимании. Пионерами в этой работе стали Дональд Сандерс и Билл Ризман, создавшие ряд виртуальных моделей исторических памятников с 1992 г. В 1996 г. в продолжение их совместной работы после смерти Ризмана Сандерсом была создана компания Learning Sites. Среди их ранних проектов – виртуальные реконструкции Асклепиона в Эпидавре, древнего города Милета, дворцов ассирийских царей в Ниневии и Нимруде, Храма Солнца в Мерое, древнеегипетской крепости Бухен и др. (см. рис. 2, приложение 1, рис. 1).⁹² Опыт компании в создании виртуальных реконструкций отражен в публикациях Д. Сандерса и его коллег.⁹³



Рис. 2. Виртуальная реконструкция Храма Солнца в Мероэ (около 250 г. до н. э.), изображение с сайта компании Learning Sites.

В 1997 г. с участием научных коллективов из США и Италии был запущен проект по виртуальной 3D-реконструкции древнего города Рима на

⁹² Learning Sites Inc. [Электронный ресурс] URL: <https://www.learningsites.com/> (дата обращения: 10.03.2025);

⁹³ Sanders D. H. Archaeological virtual worlds for public education; *Ibid.* Why do Virtual Heritage; Kim Y., Kesavadas T., Paley S. M., Sanders D. H. Real-time animation of King Ashur-nasir-pal II (883-859 BC) in the virtual recreated Northwest Palace; Sanders D. H. From Photography to 3D Models and Beyond: Visualizations in Archaeology.

320 г. н. э., получивший название «Rome Reborn». Виртуальная реконструкция опирается на физическую модель Рима эпохи Константина, выполненную итальянским археологом Итало Джисмонди в 1936-1974 гг. для Музея римской цивилизации. Проект предполагает виртуальное путешествие по городу Риму при помощи полета над городом и перемещения по заданным точкам по улицам. С 2009 г. проект перешел в платный формат, а в 2016 г. руководителем проекта была основана компания Flyover Zone, отвечающая за дальнейшую разработку, доступ предоставляется через сервис Yogescape по платной подписке. За почти 20 лет проект прошел несколько стадий обновлений, были усовершенствованы графика и детализация, по реализации проекта выпущен ряд публикаций (см. рис. 3-4).⁹⁴ Таким образом, Rome Reborn демонстрирует, как созданная в прошлом виртуальная модель может обновляться в соответствии с уровнем развития 3D-графики, оставаясь актуальной спустя много лет. Корректировки, вносимые в модель, также могут касаться не только графики, но и отражать результаты новых исследований объекта.

⁹⁴ Flight Over Ancient Rome [Электронный ресурс] URL: <https://www.flyoverzone.com/rome-reborn-flight-over-rome/> (дата обращения: 10.03.2025); Frischer B. The Digital Roman Forum Project of the Cultural Virtual Reality Laboratory: Remediating the Traditions of Roman Topography [Электронный ресурс] // Proceedings of the 2nd Italy-United States Workshop, Rome, Italy, November 3-5, 2003 Berkeley, USA, May 2005, 2005. URL: https://www.academia.edu/109346267/The_Digital_Roman_Forum_Project_of_the_Cultural_Virtual_Reality_Laboratory_Remediating_the_Traditions_of_Roman_Topography (дата обращения: 10.03.2025); Guidi G., Lucenti I. Frischer B. Rome Reborn - Virtualizing the ancient imperial Rome [Электронный ресурс] // Workshop on 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 2007. URL: https://www.academia.edu/52740162/Rome_Reborn_Virtualizing_the_ancient_imperial_Rome (дата обращения: 10.03.2025); Dylla K., Frischer B., Mueller P., Ulmer A., Haegler S. Rome Reborn 2.0: A Case Study of Virtual City Reconstruction Using Procedural Modeling Techniques [Электронный ресурс] // Computer Graphics World, № 16, 2010. URL: https://www.researchgate.net/publication/267700955_Rome_Reborn_20_A_Case_Study_of_Virtual_City_Reconstruction_Using_Procedural_Modeling_Techniques (дата обращения: 10.03.2025).



Рис 3. Виртуальная реконструкция города Рима на 320 г. н. э., из проекта Rome Reborn, изображение взято из статьи «Rome Reborn – Virtualizing the ancient imperial Rome», 2007 г.



Рис. 4. Виртуальная реконструкция города Рима на 320 г. н. э., из проекта Rome Reborn, изображение взято с сайта компании Flyover Zone, версия 3.0.

Без сомнения, применение виртуальной 3D-реконструкции культурного наследия не ограничивается данными примерами, в новом тысячелетии они получили еще большее развитие, став направлением работы научных коллективов по всему миру, например, реконструкция ворот Монастыря Святой Марии в Риполе (Испания), города Киото в эпоху Эдо (Япония), церкви аббатства Клуни третьего этапа строительства (Франция).⁹⁵

Появились интерактивные подходы, такие как проекты компании Digital Heritage Interactive, предполагающие исторические и археологические виртуальные реконструкции с интерактивными элементами.⁹⁶ Виртуальные среды Digital Heritage Interactive переносят пользователя в исторические места, попутно рассказывая о происходивших здесь событиях и указывая использованные исторические источники (см. приложение 1, рис. 2-3). К сожалению, компания прекратила свою деятельность, и многие ее проекты остались незавершенными. Проект компании «Rosewood: An Interactive History», посвященный истории расового насилия в США начала XX в., имеет доступную публике демонстрационную версию и сопровождается рядом исследовательских работ, включая монографию.⁹⁷

С развитием 3D-технологий виртуальные реконструкции стали становиться более красивыми, подробными и реалистичными. Примером современного подхода к виртуальной 3D-реконструкции в западных странах служат проекты компании 3D STOA (Испания). Среди них – реконструкции

⁹⁵ *Besora I. [et al.] Portalada: A Virtual Reconstruction of the Entrance of the Ripoll Monastery // Fourth International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission, 2008. Pp. 89–96; Isoda Y., Tsukamoto A., Kosaka Y. [et al.] Reconstruction of Kyoto of the Edo Era based on arts and historical documents: 3d urban model based on historical Gis data // International Journal of Humanities and Art Computing, 2009. № 1–2, vol. 3. P. 21–38; Père C. Landrieuet J., Rollier-Hanselmann J. Reconstitution virtuelle de l'église abbatiale Cluny III: des fouilles archéologiques aux algorithmes de l'imagerie // Virtual Retrospect. 2009. Vol. 4. P. 151–159.*

⁹⁶ Digital Heritage Interactive [Электронный ресурс] URL: <https://www.digital-heritage.net/> (Дата обращения 28.04.2021).

⁹⁷ Rosewood Heritage & VR Project [Электронный ресурс] URL: <https://www.virtualrosewood.com/> (Дата обращения 6.05.2025); González-Tennant E. The Rosewood Massacre: An Archaeology and History of Intersectional Violence. Gainesville, 2018.

элементов городского ландшафта города Рима, Трои, городской планировки ряда городов Римской империи (см. рис. 5, приложение 1, рис. 4). Среди руководителей и сотрудников компании – профессиональные историки и археологи, визуально впечатляющие виртуальные модели сопровождаются публикациями и выполняются в сотрудничестве с научными организациями и музеями.⁹⁸



Рис. 5. Виртуальная 3D-реконструкция Базилики Святого Петра в Ватикане на IV в. Схема степени уверенности в обеспеченности источниками (по цветам). Из публикации Pablo Aparicio Resco «Herramientas de trazabilidad científica aplicadas a la reconstrucción virtual en 3D de la antigua basílica de San Pedro del Vaticano (s. IV)».

⁹⁸ 3D STOA [Электронный ресурс] // URL: <https://3dstoa.com/> (Дата обращения 6.05.2025); Aparicio-Resco P., Alvarez-Busto, A. G. [et. al.] Reconstrucción virtual en 3D del castillo de Gauzón (Castrillón, Principado de Asturias) // Virtual Archaeology Review, Vol. 12, N°25, pp. 158-176; Aparicio-Resco P. Herramientas de trazabilidad científica aplicadas a la reconstrucción virtual en 3D de la antigua basílica de San Pedro del Vaticano (s. IV) [Электронный ресурс] // PAR - Arqueología y Patrimonio Virtual. URL: <https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/2023/01/26/herramientas-de-trazabilidad-cientifica-s-pedro/> (Дата обращения 6.05.2025).

В 2000-е гг. в России стали производиться первые опыты по применению 3D-технологий в сфере истории и археологии,⁹⁹ интересно, что среди первых обращений к виртуальной реконструкции была работа Ю. М. Баранова и Е. А. Курлаева по индустриальному наследию, которая будет рассмотрена позже в соответствующем параграфе. В 2010-е количество публикаций по 3D-реконструкции культурного наследия увеличилось, работы по данной тематике создавались в Тамбовском государственном университете,¹⁰⁰ на факультете искусств СПбГУ в сотрудничестве с Институтом истории материальной культуры РАН,¹⁰¹ в Сибирском федеральном университете.¹⁰² Важнейшим центром виртуальной 3D-реконструкции культурного наследия стала кафедра исторической информатики Исторического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, где была организована масштабная и систематическая работа по созданию виртуальных реконструкций, разработке и совершенствованию практических и теоретических подходов в данной сфере, в результате чего Д. И. Жеребятьевым под руководством Л. И. Бородкина в 2013 г. была защищена диссертация на соискание степени

⁹⁹ Баранов Ю. М., Курлаев Е. А. Реконструкция утраченных промышленных объектов и раритетных технологий с использованием компьютерного моделирования; Баранов Ю. М., Курлаев Е. А. Исследование генезиса уральской промышленности с созданием компьютерной модели металлургического предприятия начала XVIII в. Там же. С. 53- 59; Кириллов А. Н. Цифровые модели поверхности в археологии: от снятия топографического плана к созданию виртуальной модели; Жеребятьев Д. И., Кончаков Р. Б. Использование технологий создания 3D игр как инструмента сохранения и реконструкции исторических памятников; Драгомиров Д. Ю. Компьютерная трехмерная реконструкция памятников архитектуры.

¹⁰⁰ Жеребятьев Д. И., Кончаков Р. Б. Виртуальная реконструкция крепости города Тамбова в 1662 году // Новый взгляд. Лаборатория Социальной истории ТГУ им. Г.Р. Державина. Международный сборник работ молодых историков. Тамбов, 2007, Т. 1. С. 58-62; Жеребятьев Д. И. Применение технологий интерактивного 3-х мерного моделирования для восстановления утраченных памятников истории и архитектуры (на примере Тамбовской крепости) // Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике / Под ред. Л.И. Бородкина, И.М. Гарсковой. М., 2008. С. 321-342.

¹⁰¹ Логдачева Е. В., Швембергер С. В. Проблемы и методики трехмерной реконструкции [Электронный ресурс]. URL: <https://neredita.ru/3D/article.htm> (Дата обращения: 12.05.2025).

¹⁰² Румянцев М. В., Смолин А. А., Барышев Р. А., Рудов И. Н., Пиков Н. О. Виртуальная реконструкция объектов историко-культурного наследия // Прикладная информатика. 2011. № 6 (36). С. 62–77.

кандидата исторических наук (см. рис. 6),¹⁰³ а в 2014 г. на ее основе также была выпущена монография,¹⁰⁴ в которой был собран и осмыслен опыт виртуальной 3D-реконструкции в исторических исследованиях на тот момент времени. Д. И. Жеребятьев также является автором около двух десятков учебных курсов, посвященных виртуальной реконструкции, студентами кафедры исторической информатики при научном руководстве Л. И. Бородкина и Д. И. Жеребятьева каждый год защищаются дипломные работы по виртуальной реконструкции.

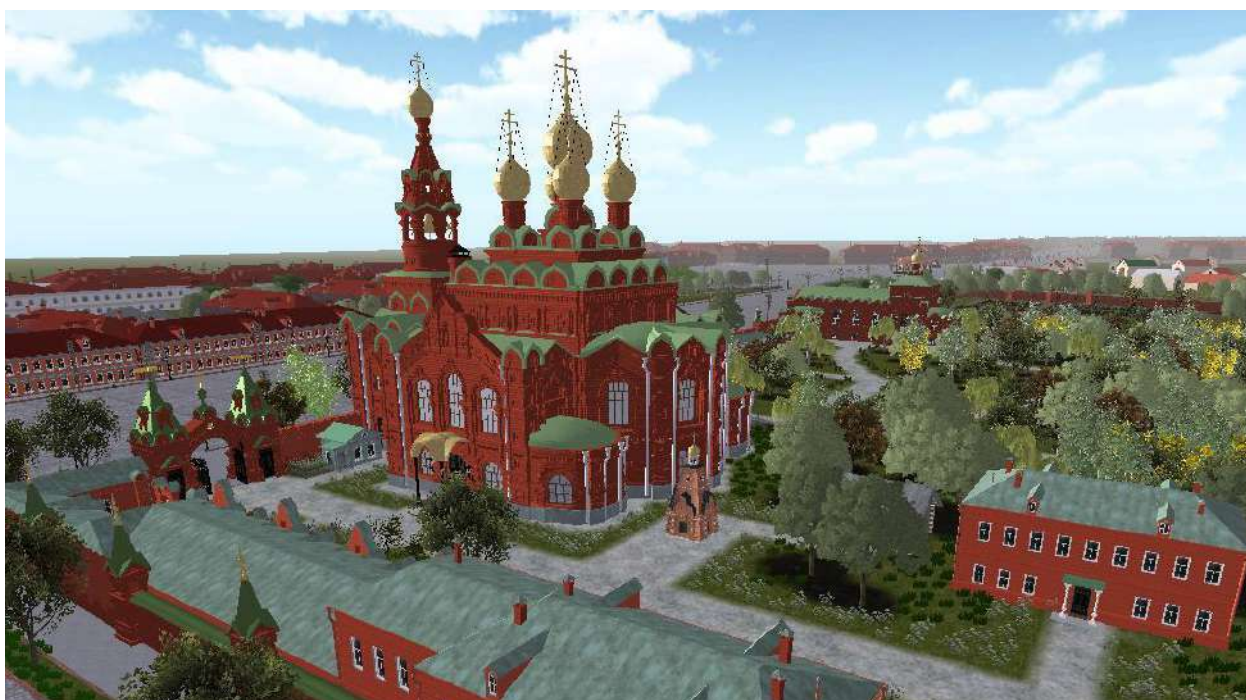


Рис. 6. Виртуальная 3D-реконструкция храма Всемилошного Спаса монастыря Всех Скорбящих Радости рубежа XIX-XX вв. Изображение из диссертации Д. И. Жеребятьева.

Один из крупных успешных проектов по исторической 3D-реконструкции, показавший возможности и перспективы направления – виртуальная реконструкция московского Страстного монастыря (середина XVII – начало XX вв.) Проект был реализован в 2014-2015 гг. на кафедре исторической информатики Исторического факультета МГУ имени

¹⁰³ Жеребятьев Д. И. Методы исторической реконструкции памятников истории и культуры России средствами трехмерного компьютерного моделирования.

¹⁰⁴ Он же. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы.

М.В.Ломоносова при поддержке гранта РНФ № 14-18-03473 под руководством Л. И. Бородкина. Опыт проекта был освещен во многих статьях под авторством Л. И. Бородкина, Д. И. Жеребятьева, О. Г. Ким, М. С. Мироненко и других членов коллектива.¹⁰⁵ Междисциплинарным коллективом была создана масштабная виртуальная реконструкция целого комплекса строений на три временных среза (рубеж XVII – XVIII вв., 1830-е гг. и начало XX вв.), чтобы отразить его изменения во времени. Результаты виртуальной реконструкции (см. рис. 7, приложение 1, рис. 5) были представлены на сайте проекта¹⁰⁶ вместе с публикацией использованных источников, историей Страстного монастыря и описанием применявшихся методов и технологий, программного обеспечения. Впоследствии была создана среда в виртуальной реальности (VR), где пользователь может совершить виртуальное путешествие по территории Страстного монастыря, в процессе обращаясь к описаниям реконструированных объектов и изображениям источников. Хотя компьютерная графика десятилетней давности может не выглядеть столь впечатляющей сегодня, с точки зрения проработки источниковой базы,

¹⁰⁵ *Бородкин Л. И.* Виртуальная реконструкция монастырских комплексов Москвы: проекты в контексте Digital Humanities // Вестник Пермского университета. Серия "История". 2014. Вып. 3(26). С. 107–112; *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д.И., Кончаков Р. Б., Моор В. В.* Виртуальная реконструкция Страстного монастыря (XVII–XX вв.): первый этап проекта // Информационный бюллетень Ассоциации "История и компьютер". № 42. М., 2014. С. 216–218; *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И., Ким О. Г., Мишина Е. М., Моор В. В., Остапенко М. Ю.* Источниковедческие и методологические аспекты виртуальной реконструкции исторической застройки центра Москвы: Страстная площадь, 1830-е гг. // Историческая информатика. 2014, № 1. С. 40-52; *Жеребятьев Д. И., Ким О. Г.* Особенности виртуальной реконструкции московского Страстного монастыря и прилегающей площади XVII — начала XVIII вв. [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал «История», 2015. Т.6. Выпуск 8 (41). URL: <http://history.jes.su/s207987840001266-1-1> (Дата обращения: 9.03.2024); *Мироненко М. С.* Современные подходы к 3d-реконструкции объектов культурного наследия: проблемы визуализации и восприятия (на примере Московского Страстного монастыря и Чудова монастыря Московского Кремля) [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал «История», 2015. Т. 6. Вып. 8 (41). URL: <https://history.jes.su/s207987840001270-6-1> (Дата обращения: 9.03.2024);

¹⁰⁶ Проект «Виртуальная реконструкция московского Страстного монастыря (середина XVII – начало XX вв.):

анализ эволюции пространственной инфраструктуры на основе методов 3D моделирования» [Электронный ресурс] // Исторический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова URL: <http://hist.msu.ru/Strastnoy/> (Дата обращения 28.04.2024).

концептуальной и технологической составляющих данный проект является образцом масштабной научно обоснованной виртуальной 3D-реконструкции.



Рис. 7. Виртуальная 3D-реконструкция Страстного монастыря на 1830 г. Изображение с сайта проекта.

Виртуальная реконструкция исторического ландшафта и застройки Белого города XVI-XVIII вв. является идейным продолжением работы над Страстным монастырем, сохраняя многие принципы и подходы. Реализация проекта происходила в рамках совместной работы коллективов кафедры исторической информатики и сотрудников Механико-математического факультета и лаборатории МОДИС МГУ под общим руководством Л. И. Бородкина. Проект был поддержан грантом РФФИ: 18-00-01684 (К) (18-00-01641, 18-00-01590). Кроме создания виртуальных моделей построек производилась также реконструкция исторического ландшафта, создана VR-среда, результаты и информация о проекте представлены на его сайте (см. рис. 8, приложение 1, рис. 6).¹⁰⁷ По проекту имеется ряд публикаций, освещающих

¹⁰⁷ Белый город. Виртуальная реконструкция исторического ландшафта центра Москвы. [Электронный ресурс] URL: <http://landscape.vrmsu.ru/> (Дата обращения 28.04.2024).

различные его аспекты, включая исторические, источниковедческие, работу с 3D-моделированием и ГИС (геоинформационными системами).¹⁰⁸



Рис. 8. Вид Ивановского монастыря с высоты птичьего полета, виртуальная 3D-реконструкция, изображение с сайта проекта.

Студентами и аспирантами кафедры исторической информатики в рамках сотрудничества кафедры с Главархивом Московской области был выполнен ряд реконструкций подмосковных усадеб XVIII – начала XX вв. Опыт сотрудничества способствовал развитию теоретических и методических подходов к проблемам, возникающим при создании документированных 3D-моделей объектов культурного наследия, была проведена апробация нового

¹⁰⁸ Бородкин Л. И. О виртуальной реконструкции исторического городского ландшафта Белого города // Историческая информатика. 2019. № 4. С. 90-96; Он же. Цифровые технологии в задачах виртуальной реконструкции исторического городского ландшафта // Вестник Пермского университета. История. 2019. № 4. С. 109-117; Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И., Энтин А. Л. [и др.] Цифровые технологии создания виртуальной реконструкции исторического ландшафта и городской застройки Белого города (XVII–XVIII вв.) // Исторические исследования в контексте науки о данных: информационные ресурсы, аналитические методы и цифровые технологии. Материалы международной конференции. Москва, 4–6 декабря 2020 г. М., 2020. С. 353-361; 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. С. 100-134; Энтин А. Л. Виртуальная реконструкция исторической поверхности рельефа восточной части Белого города Москвы с использованием программных средств ГИС // Историческая информатика. 2020. № 4. С. 179-191.

подхода к формированию документальной базы исследования, в том числе и за счет инициативного комплектования.¹⁰⁹ В публикациях студентов и аспирантов рассматривается опыт создания виртуальных реконструкций усадеб, включая реконструкцию интерьеров, и создания баз данных для виртуальных реконструкций (см. приложение 1, рис. 7-8).¹¹⁰

В 2020-х гг. в Балтийском федеральном университете в связи с 300-летием со дня рождения Иммануила Канта был запущен проект «Мир Иммануила Канта», направленный на воссоздание в виде 3D-моделей дома философа и части архитектуры города Кенигсберга на начало XVIII в. – «*улиц, по которым мыслитель ходил*». Результаты опубликованы на сайте проекта (см. приложение 1, рис. 9), а процесс реконструкции освещен в научных публикациях.¹¹¹

Рассмотрев данные примеры, можно заключить, что в современной виртуальной реконструкции исторических памятников существует два альтернативных подхода. Для России более характерно создание виртуальных реконструкций коллективами ученых с привлечением технических

¹⁰⁹ Бородин Л. И., Герасимова Ю. Н. Виртуальная реконструкция исторических усадебных комплексов: сотрудничество историков и архивистов, проектная деятельность студентов // Историческая информатика. 2020. № 3. С. 103-111.

¹¹⁰ Мамонова С. А. Виртуальная реконструкция подмосковной усадьбы Пущино-на-Наре: источники, методы и технологии исследования // Историческая информатика. 2020. № 3. С. 136-165; Пошевелёв С. А. Виртуальная реконструкция подмосковной усадьбы Петровское-Алабино: источники, методы и технологии исследования // Историческая информатика. 2020. № 3. С. 166-184; Маландина Т. В. Виртуальная 3D-реконструкция интерьеров подмосковных усадеб XVIII – начала XX веков: парадные интерьеры усадебного комплекса Никольское-Урюпино // Историческая информатика. 2021. № 2. С. 134-170; Тришин И. Г. База данных в исследовании истории усадеб Подмосковья: наполнение, обогащение и аналитика // Исторический журнал: научные исследования. 2023. № 3. С. 29-39.

¹¹¹ Мир Иммануила Канта [Электронный ресурс] URL: <https://worldkant.ru/> (Дата обращения: 12.05.2025); Баранова Е. В., Верещагин В. А. Виртуальная реконструкция дома Иммануила Канта в Кенигсберге XVIII в. // Исторические исследования в контексте науки о данных: информационные ресурсы, аналитические методы и цифровые технологии: материалы международной конференции, Москва, 04–06 декабря 2020 года. М., 2020. С. 361-365; Белинцева И. В., Баранова Е. В., Верещагин В. А., Маслов В. Н. Проект «Мир Иммануила Канта» и современные возможности виртуальной реконструкции Кенигсберга XVIII века: архитектурно-скульптурная декорация здания почты на рыночной площади Альтштадта // Academia. Архитектура и строительство, 2022, № 4. С. 31-39.

специалистов, в то время как в западных странах работу по созданию 3D-моделей и виртуальных сред выполняют коммерческие компании в коллаборации с учеными. Оба подхода могут приводить к созданию визуально современных и детализированных реконструкций, выполнение работ по виртуальной реконструкции коммерческой компанией не исключает серьезного подхода к работе с источниками. Важно заметить, что не любая виртуальная модель исторического объекта является научно обоснованной и в должной мере полагается на достоверные исторические источники. По научным публикациям, модулям верификации, наличию ссылок и изображений источников, однако, возможно судить о степени достоверности той или иной реконструкции.

1.2.2. Виртуальная 3D-реконструкция индустриального наследия

Число проектов по виртуальной реконструкции индустриального наследия пока невелико, но рост интереса к данной тематике, как и развитие 3D-технологий, дают основание предполагать увеличение числа обращений к промышленным памятникам в сфере виртуальной 3D-реконструкции. Далее будет приведен обзор известных проектов по виртуальной реконструкции индустриального наследия.

Первопроходцами 3D-реконструкции индустриального наследия (и виртуальной 3D-реконструкции в целом) в России стали Е. А. Курлаев и Ю. М. Баранов.¹¹² Их усилиями была проведена виртуальная 3D-реконструкция Мазуевского завода на 1722 г., включавшая восстановление применявшегося оборудования и происходивших производственных процессов при помощи анимации еще в 2000 г. (см. рис. 9, приложение 1, рис. 10). К сожалению, видеозаписи анимации не находятся в открытом доступе, а

¹¹² Баранов Ю. М., Курлаев Е. А. Реконструкция утраченных промышленных объектов и раритетных технологий с использованием компьютерного моделирования; Курлаев Е. А. Реконструкция облика металлургического завода XVIII в. в виде компьютерной модели // Информационно-аналитический бюллетень Научного Совета Российской Академии Наук по проблемам российской и мировой экономической истории. М., 2008. № 6. С. 9-17.

качество изображений значительно снижено в электронных публикациях, что ставит важный вопрос о сохранении самих виртуальных реконструкций. Если на данный момент в сети Интернет имеется множество доступных сервисов для публикации 3D-моделей и видеороликов, то в 2000-е гг. ситуация была далеко не столь благоприятной.

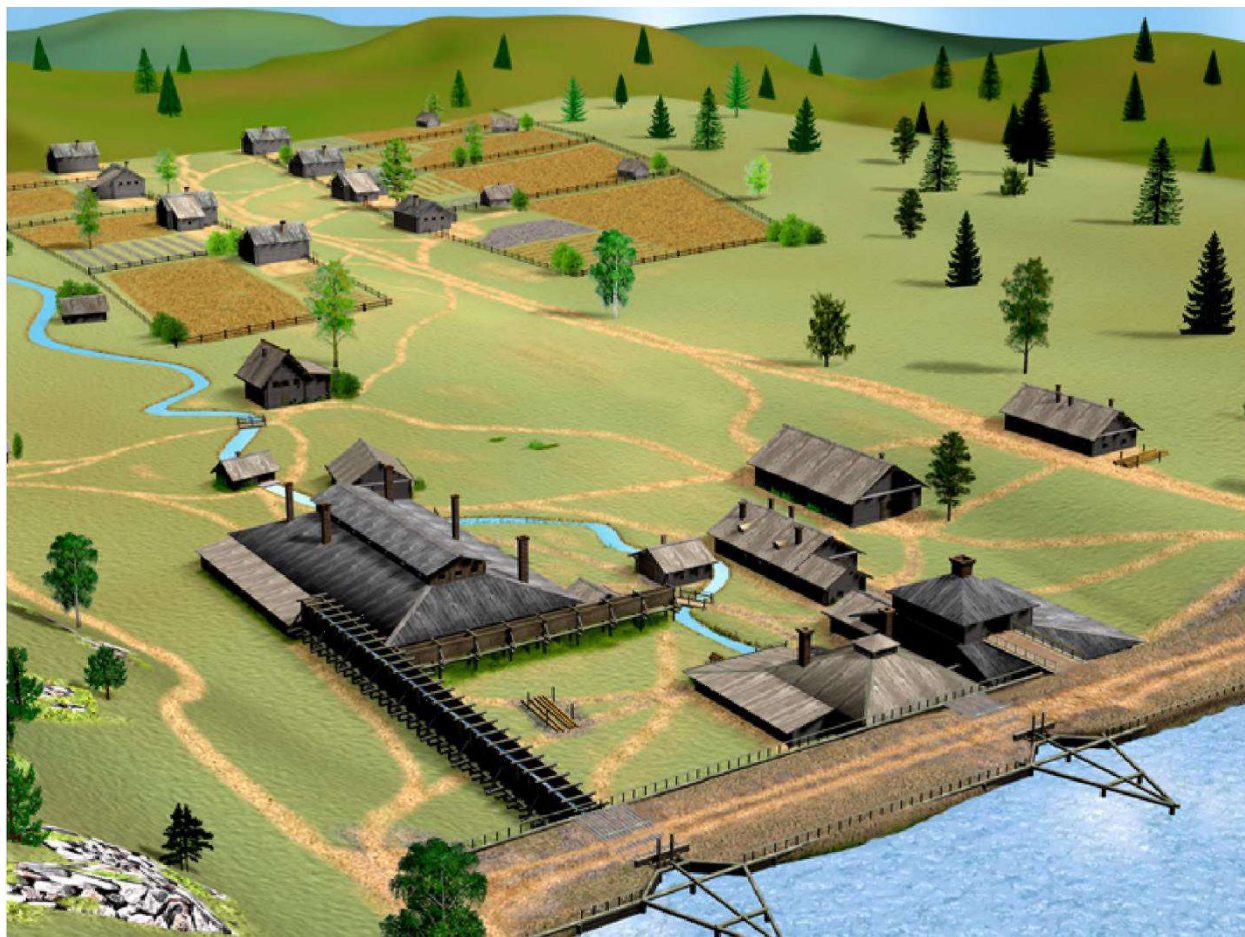


Рис. 9. Общий вид Мазуевского завода в 1722, виртуальная реконструкция, из публикации Е. А. Курлаева «Реконструкция облика металлургического завода XVIII в. в виде компьютерной модели».

В 2010-е гг. Р. М. Житиным были созданы виртуальные реконструкции Ново-Покровского сахарного завода Тамбовской области и комплекса его хозяйственных и жилых построек (см. рис. 10, приложение 1, рис. 11). Автор ограничился в реконструкции воссозданием архитектурных форм, и объекты не имеют текстур, тем не менее не следует недооценивать значение данной

работы, запечатлевшей в виртуальной модели руинированный промышленный памятник Тамбовской области.¹¹³

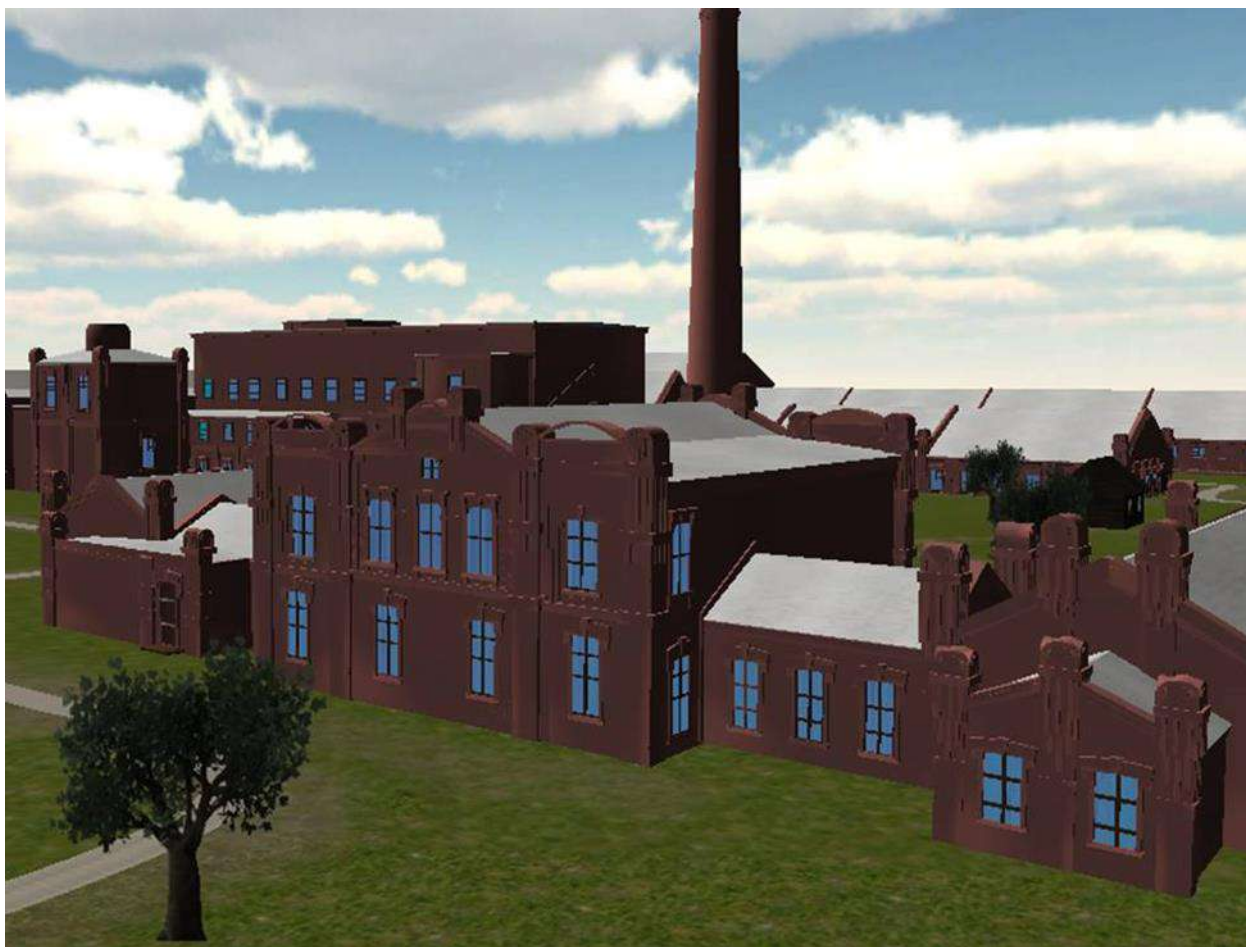


Рис. 10. Ново-Покровский сахарный завод в 1918 г., виртуальная реконструкция, изображение из статьи Р. М. Житина «Погибшие в огне революции: национализация имений крупных предпринимателей в 1917-1918 годах».

Самым масштабным проектом по виртуальной реконструкции индустриального наследия в России на данный момент является «Екатеринбург в 1733 г.: историко-антропологическая и архитектурно-пространственная реконструкция», реализованный при поддержке гранта РФФИ в 2020–2022 гг. под руководством Д. А. Редина. К 300-му юбилею города Екатеринбурга командой проекта была подготовлена масштабная реконструкция крепости-завода Екатеринбурга на 1733 г. в том обличье, в

¹¹³ Житин Р. М. Виртуальная реконструкция комплекса хозяйственных и жилых построек Ново-Покровского имения // Социально-экономические явления и процессы. Тамбов. 2014. Т. 9. №. 9. С. 113-119; Он же. Погибшие в огне революции: национализация имений крупных предпринимателей в 1917-1918 годах // Гуманитарные исследования Центральной России № 3 (4), 2017. С. 56-64.

котором крепость существовала со своей постройки в 1723 г. Была проведена масштабная работа с четырьмя крупными архивами, использовалась научно-техническая документация наравне с художественными изображениями, забегая вперед, следует сказать, что выполнение такой работы без единой фотографии (реконструируемый облик не сохранился к изобретению фотографии) представляет значительную сложность. Результаты, этапы реализации и связанные с проектом публикации представлены на сайте проекта (см. рис. 11, приложение 1, рис. 12-13).¹¹⁴



Рис. 11. Общий план крепости-завода Екатеринбурга 1733 г. Результаты виртуальной реконструкции с сайта проекта.

В 2021-2022 гг. на кафедре исторической информатики Исторического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова при участии специалистов

¹¹⁴ Екатеринбург в 1733 г.: историко-антропологическая и архитектурно-пространственная реконструкция [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ekb1733.ru/> (Дата обращения: 6.05.2024); Уланов К. А. Цеменкова С. И. Трехмерная реконструкция города Нового времени: Екатеринбург в 1733 г. // Актуальные проблемы источниковедения: материалы VI Международной научно-практической конференции, Витебск, 23–24 апреля 2021 года. Витебск, 2021. С. 42-45; Цеменкова С. И. Картографические документы Уральской горной администрации первой половины XVIII века: опыт создания базы данных // Документальное наследие и историческая наука: Материалы Уральского историко-архивного форума, посвященного 50-летию историко-архивной специальности в Уральском университете (Екатеринбург, 11–12 сентября 2020 г.). Екатеринбург, 2020. С. 187-192.

сибирских и московских ВУЗов в рамках гранта Русского географического общества № 10/2021-И был реализован проект «Роль Транссибирской магистрали в развитии инфраструктуры, экономики и социально-демографического потенциала восточных районов позднеимперской России» (руководитель – Л. И. Бородин). Частью проекта было создание виртуальной реконструкции типовой железнодорожной станции, результаты реконструкции с использованием анимации представлены в свободном онлайн доступе на сайте Исторического факультета.¹¹⁵ 3D-технологии применялись как в создании виртуальных моделей, так и в вопросах картографирования, о чем повествуют публикации участников (см. рис 12, приложение 1, рис. 14).¹¹⁶



Рис. 12. Виртуальная реконструкция представлена в интерактивном онлайн формате при помощи сервиса Twinmotion Cloud, съемка экрана, URL: https://twinmotion.unrealengine.com/presentation/KoD-71oK2WZ_Lwmx?lang=en (Дата обращения 12.05.2025).

¹¹⁵ Цифровой ресурс по проекту № 10/2021-И Российского географического общества [Электронный ресурс] // Исторический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. URL: <https://hist.msu.ru/Departments/Inf/Transsib/> (Дата обращения: 12.05.2025).

¹¹⁶ Бородин Л. И., Жеребятнев Д. И. Виртуальная реконструкция типовых железнодорожных станций Великого Сибирского пути конца XIX - начала XX вв. // Историческая информатика. 2022. № 4. С. 84–102; Латкин В. А., Крупочкин Е. П., Владимиров В. Н. Технологические подходы и прикладные аспекты 3D-картографирования Транссибирской магистрали (на примере Тарманчуканского тоннеля) // Историческая информатика. 2022. № 1. С. 74-91.

Теперь обратимся к некоторым примерам 3D-реконструкции индустриального наследия за рубежом, преимущественно представленных работами европейских специалистов 2010-2020-х гг.

Ряд исследовательских лабораторий Нанта, Франция, более 10 лет занимались разработкой междисциплинарных подходов к индустриальному наследию, включая создание виртуальных моделей, обращение к 3D-сканированию и технологиям виртуальных онлайн музеев. В 2016 г. ими был запущен проект ReSeed, нацеленный на оцифровку и виртуальную репрезентацию объектов индустриального наследия (см. приложение 1, рис. 15).¹¹⁷

Интересной в технологическом плане работой является виртуальная реконструкция старой электростанции в Пьештяни, Словакия.¹¹⁸ Проект ставил задачи восстановления внешнего и внутреннего облика электростанции, а также применяемого оборудования, в результате был достигнут впечатляющий уровень реализма (см. рис. 13, приложение 1, рис. 16). Смоделированные объекты были представлены при помощи технологий виртуальной реальности, была также создана VR-игра, опробованная на 12-15-летних детях. Данные, полученные в ходе тестирования, использовались для исследования эффективности подобных методов презентации. Использование виртуальной реальности было признано полезным, однако отмечена дороговизна оборудования и малая пропускная способность для пользователей.

¹¹⁷ ReSeed [Электронный ресурс] URL: <https://proto.reseed.fr/> (Дата обращения 12.05.2025); *Kerouanton J. L., Laroche F.* 3D modelization and the industrial heritage // *Museums, Collections and Industrial Heritage, International Committee for Museums and Collections of Archaeology and History - Baku, Azerbaïdjan (October 5th 2017)*, 2019. Pp.71-81.

¹¹⁸ *Hain V., Ganobjak M.* Forgotten Industrial Heritage in Virtual Reality—Case Study: Old Power Plant in Piešťany, Slovakia. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 2018, № 26 (4). Pp 355–365; *Hain V., Hajtmanek R.* Industrial Heritage Education and User Tracking in Virtual Reality [Электронный ресурс] // *Virtual Reality and Its Application in Education* URL: <https://www.intechopen.com/books/virtual-reality-and-its-application-in-education/industrial-heritage-education-and-user-tracking-in-virtual-reality> (Дата обращения 16.05.2024).

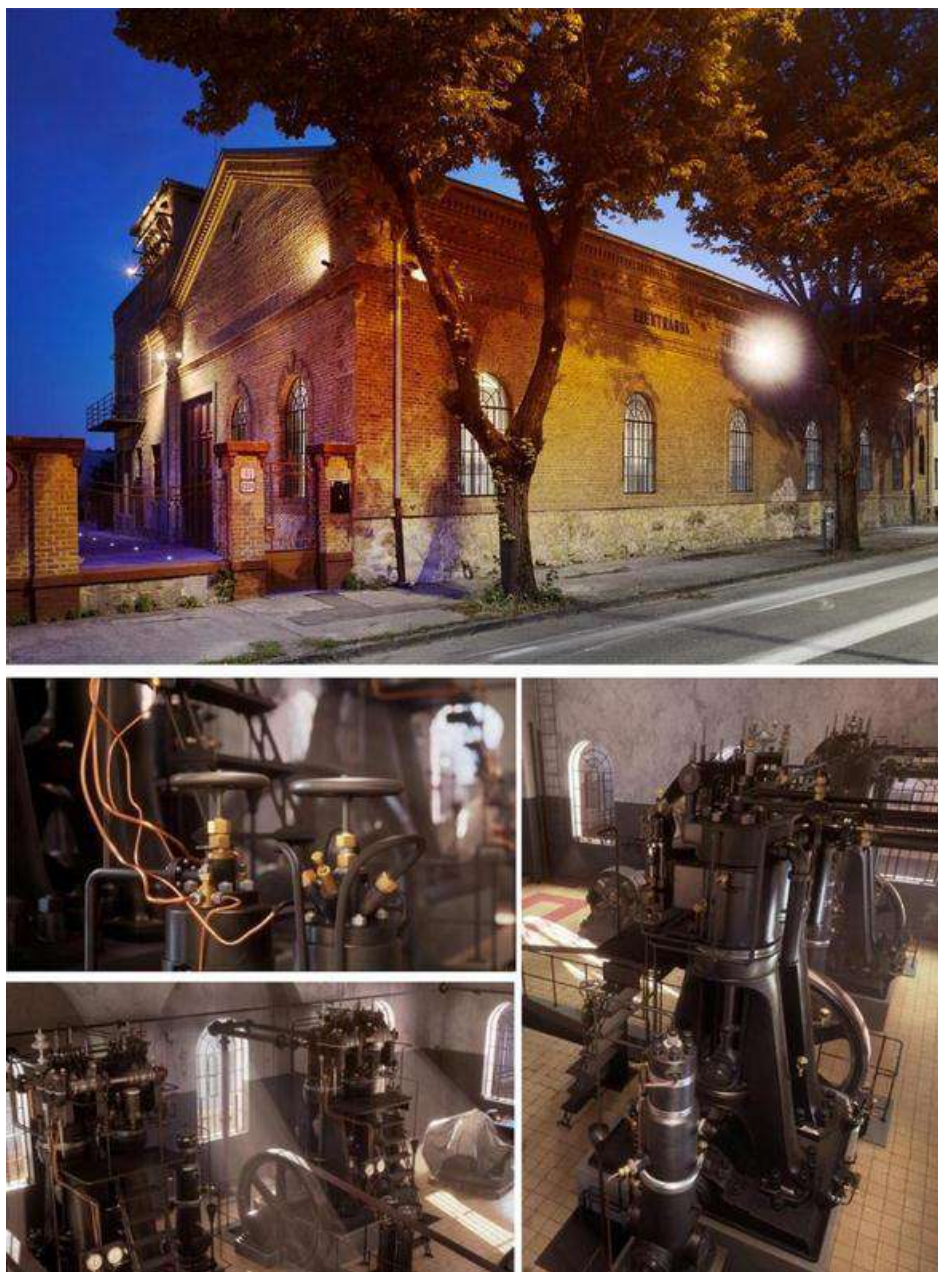


Рис. 13. Виртуальная реконструкция электростанции в Пьештяни, визуализация в Unreal Engine 4, изображение из публикации «Industrial Heritage Education and User Tracking in Virtual Reality».

Специалистами из университета Хаэг, Испания, в исследовании по реконструкции производственных процессов ставились задачи создания виртуальных моделей оборудования промышленных объектов и анимации, рассматривался опыт применения виртуальной и дополненной реальности для достижения иммерсионного эффекта (см. приложение 1, рис. 17).¹¹⁹

¹¹⁹ Rojas-Sola J. I., Castro-Garcia M. Overview of the treatment of historical industrial heritage in engineering graphics [Электронный ресурс] // Scientific Research and Essays Vol. 6(33). Pp. 6717-6729, 29 December, 2011 Special Review. URL: <http://www.academicjournals.org/SRE> (Дата обращения: 16.05.2024).

Проектом скорее экскурсионным, чем научным, тем не менее близким по теме к одному из объектов виртуальной реконструкции в данном исследовании, является виртуальная реконструкция, произведенная Пивоваренным музеем города Тыхы в Польше. Музей является одной из точек Европейского маршрута индустриального наследия. Виртуальный тур предполагает симуляцию пивоваренного процесса в виртуальной реальности, демонстрируя пивоваренное оборудование и в упрощенном виде часть процесса пивоварения XIX века (см. рис. 14, приложение 1 рис. 18).¹²⁰



Рис. 14. Компиляция виртуальной модели и съемки пользователя в VR-очках, визуализация производственных процессов пивоварения XIX в. Пивоваренного музея Тыхы, Польша, кадр из видео на платформе YouTube.

Известны примеры из Нидерландов – виртуальная реконструкция изобретений Августина де Бетанкура,¹²¹ Италии – реконструкция кирпичного

¹²⁰ The Museum of Tyskie Browary Książęce [Электронный ресурс] URL: <https://browarytyskie.pl/en/homepage/> (Дата обращения 28.04.2024); MR | VR Virtual Tour through Tychy Museum of Brewery from XIX century // YouTube [Электронный ресурс] URL: <https://youtu.be/PP4fhiyZoak> (Дата обращения 28.04.2024); European route of industrial heritage. [Электронный ресурс].

¹²¹ De la Portilla de la Nuez J.M., Fernández J.M.d.P. 3D Modelling and Animation Study of the Industrial Heritage Wonders // History of Machines for Heritage and Engineering Development. History of Mechanism and Machine Science, 2011, Vol. 14. Pp. 139-159.

завода в Сампери,¹²² еще один пример из Испании – реконструкция железнодорожного депо в Кахо в Сантандере,¹²³ Румынии – железнодорожной станции в Куртя-де-Арджеш,¹²⁴ и Китае – абразивного колесного завода в Чжэнчжоу.¹²⁵

В зарубежной историографии прослеживается тенденция к отдельным исследованиям, часто направленным на реконструкцию оборудования и принципов его работы, реконструкция промышленной архитектуры встречается реже. Следует заметить, что, если для предыдущего параграфа отбирались наиболее крупные и знаковые проекты по виртуальной реконструкции, в этом параграфе приводятся практически все достаточно задокументированные исследования по виртуальной реконструкции индустриального наследия, что подтверждает тезис о недостаточной репрезентации индустриального наследия в контексте виртуальной 3D-реконструкции. Современная тенденция к увеличению интереса к подобным реконструкциям в России, выраженная в том числе в опыте проектов «Екатеринбург 1733» и «Роль Транссибирской магистрали в развитии инфраструктуры, экономики и социально-демографического потенциала восточных районов позднеимперской России» позволяет делать позитивные прогнозы по дальнейшему развитию данного направления.

¹²² Piras M., Di Pietra V., Visintini D. 3D modeling of industrial heritage building using COTSS system: test, limits and performances. // ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2017. XLII-2/W6. Pp. 281-288.

¹²³ Documentation and 3D modeling of railway industrial heritage: Study of the Cajo-Santander locomotive shed / Cosido Cobos Ó. J. et al. // Digital Heritage 2015, 2015. Pp. 169-172.

¹²⁴ Merciu F.-C., Păunescu C., Merciu G.-L., Cioacă A. E. Using 3D Modeling to Promote Railway Heritage. The Railway Station of Curtea De Argeș Municipality as Case Study // Journal of Applied Engineering Sciences Vo. 11, № 2, 2021. Pp. 121–126.

¹²⁵ Jue C., Chen W. Restoration and Reuse Design of Industrial Heritage based on Virtual Reality Technology [Электронный ресурс] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, Vol. 825. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/825/1/012021> (Дата обращения: 16.05.2024).

ГЛАВА II

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ, ИСТОЧНИКОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИРТУАЛЬНОЙ 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Виртуальная 3D-реконструкция является достаточно уникальной темой в исторической научной среде. Для создания виртуальных реконструкций используется специализированное программное обеспечение, описание работы в котором невозможно без использования множества терминов, непривычных для традиционного дискурса в исторической науке. Обладает собственной спецификой и подход к историческим источникам, на которых основывается виртуальная 3D-реконструкция. Целью данной главы является описание вышеуказанных особенностей виртуальной реконструкции.

2.1. Базовые принципы и программное обеспечение виртуальной реконструкции

Данный параграф имеет своей целью описать цели, этапы работы, принципы, на которых строится виртуальная 3D-реконструкция, рассмотреть ее основной инструментарий.

В своей монографии «Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы» Д. И. Жеребятьев рассматривает многие практические и теоретические аспекты виртуальных реконструкций, в частности, цели виртуальной реконструкции определяются их типологией.¹²⁶ Основные принципы типологии в работе Д. И. Жеребятьева – по временному признаку и по объекту реконструкции. В первом случае различаются реконструкции, относящиеся к конкретному временному периоду и представленные в нескольких временных периодах, что позволяет рассматривать динамику. В

¹²⁶ Жеребятьев Д. И. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. С. 15-25.

качестве объектов исследования могут выступать несколько уровней архитектурных реконструкций (города, комплексы построек, отдельные здания, отдельные помещения), реконструкции ландшафтов (которые часто применяются вместе с технологией геоинформационных систем (ГИС), реконструкция исторических артефактов.

Вопрос о типологии виртуальных реконструкций следует также дополнить разделением на «экскурсионно-туристические» реконструкции и научно обоснованные.¹²⁷ Различие в данном случае происходит из степени проработанности источниковой базы. Реконструкция, созданная в экскурсионных целях, может быть основана на малом количестве источников, не содержать методов верификации и выполняться техническими специалистами или энтузиастами-любителями без участия ученых историков. Вторые создаются междисциплинарными коллективами или отдельными специалистами гуманитарных специальностей, освоившими инструментарий 3D-моделирования, они отличаются высоким уровнем работы с источниками, элементы объектов реконструкции, о которых имеется не достаточно информации из исторических источников либо не восстанавливаются, либо реконструкция сопровождается информацией о том, на основе каких аналогов или заключений был создан их визуальный облик. Если источниковая база не позволяет с уверенностью говорить о визуальном облике объекта – научно обоснованная реконструкция не может быть выполнена.

Также следует разделить виртуальные реконструкции по типу репрезентации результатов – они могут быть представлены картинками с определенных ракурсов – рендерами, видеороликом, представляющим собой облет или экскурсию по объекту (оба этих варианта позволяют избегать ракурсов, изображающих элементы, не обеспеченные достаточно источниками). Возможно создание интерактивных систем, которые могут

¹²⁷ Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И. Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт. С. 12-13.

включать установление пользователем ракурса по своему выбору, а также модули связи информации об объектах реконструкции и использованных исторических источниках, что позволяет говорить о такой системе как о своеобразной базе данных. Как и видеоролики, интерактивные системы могут содержать анимации, показывающие, например, работу исторического оборудования. По способу доступа интерактивные виртуальные реконструкции могут быть представлены отдельными приложениями, как доступными для скачивания, так и показываемыми в отдельных учреждениях и на мероприятиях, а также доступными без скачивания в сети Интернет. Применение технологий виртуальной реальности также возможно при использовании интерактивных систем – оно позволяет создавать эффект погружения, увидеть объекты в реальном масштабе, удобно взаимодействовать с отдельными элементами исторических интерьеров и механизмов.

В итоге типология виртуальных 3D-реконструкций может быть представлена следующей схемой:

1. По временному признаку:

- a. На определенный временной срез;
- b. В динамике;

2. По объекту реконструкции:

- a. Архитектурный объект:
 - i. Города и поселения;
 - ii. Архитектурные комплексы;
 - iii. Отдельные постройки;
 - iv. Отдельные помещения (интерьеры);
- b. Реконструкции ландшафта;
- c. Реконструкции исторических артефактов:
 - i. Предметы быта (одежда, оружие, посуда, мебель и т. д.);

- ii. Исторические машины и механизмы (производственное оборудование, транспорт, бытовая техника и т. д.);

3. По цели реконструкции:

- a. Музейно-экскурсионные;
- b. Научно обоснованные;

4. По презентации результатов:

- a. Рендеры;
- b. Видеоролики;
- c. Интерактивные системы:
 - i. На экране;
 - ii. В виртуальной реальности.

Возвращаясь к целям применения виртуальных реконструкций в исторических исследованиях, следует выделить два основных направления. 3D-реконструкция может применяться как вспомогательный инструмент в проверке определенных научных гипотез – в качестве примера можно привести исследование Колизея в древнем Риме. Учеными были применены 3D-технологии, чтобы проверить различные существующие гипотезы о функционировании тех или иных деталей, определить, существовал ли тент, защищающий зрителей Колизея от Солнца.¹²⁸

С развитием направления виртуальной 3D-реконструкции данные технологии стали применяться не только как вспомогательный инструмент, но и как способ получения новой визуальной информации об объекте исследования при помощи выявления, организации и синтеза источников. Обращаясь к определению модели в трудах И. Д. Ковальченко и классификации моделей в исторических исследованиях И. Д. Ковальченко и

¹²⁸ *Lecocq F.* Reconstitution virtuelle de la Rome antique (Epuise) // Collection Les Cahiers de la M.R.S.H. 1998. № 14. С. 36-50; *Бородкин Л. И., Жеребятнев Д. И.* Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт. С. 15-16.

Л. И. Бородкина, можно сказать, что виртуальная модель, построенная в результате 3D-реконструкции, является сама по себе системой, воспроизводящей определенные стороны изучаемого объекта – исторического памятника.¹²⁹ Этими сторонами могут являться в данном случае расположение объектов, архитектурная форма, визуальные и физические свойства материалов, назначение объекта и т. д. Каждая отдельная реконструкция ставит перед собой задачи воспроизвести отдельные свойства, при этом другие, в зависимости от целей исследования и обеспеченности источниками, могут оставаться за пределами данной конкретной модели.

Следует также отличать виртуальную реконструкцию от оцифровки сохранившихся памятников архитектуры и исторических артефактов. Оцифровка может быть произведена техническими специалистами при помощи технологий лазерного 3D-сканирования и фотограмметрии без сбора и проработки источниковой базы, что принципиально отличает ее от виртуальной реконструкции. В то же время, применение оцифровки может быть использовано при создании виртуальной модели, если части реконструируемых объектов сохранились (фундамент, отдельные стены и архитектурные элементы, фрагменты исторического артефакта). Использование фотограмметрии и лазерного 3D-сканирования как часть виртуальной реконструкции будет рассмотрено позже при описании этапов виртуальной 3D-реконструкции.

Экскурсионно-туристические реконструкции имеют своей целью создание контента для сайтов и музеев, привлечение аудитории, просветительские и образовательные цели, однако созданные в данных целях модели позволяют в очень ограниченном масштабе судить о свойствах реального исторического объекта, и, что хуже, не дают информации о том,

¹²⁹ Ковальченко И. Д. Указ. соч. С 376; Бородкин Л. И., Жеребятнев Д. И. Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт. С. 12.

какие элементы являются восстановленными на основе источников (и каких именно), а какие – художественным вымыслом.

Все эти подходы не исключают друг друга и могут сочетаться в одном исследовании, как и пункты представленной выше типологии. Однако, тип реконструкции и ее цели имеют большое влияние на используемое программное обеспечение, без которого ни одна виртуальная реконструкция невозможна. Чтобы структурировать описание основных используемых исследователями программ, обратимся к алгоритму создания виртуальной реконструкции, представленному несколькими этапами.

Д. И. Жеребятьев выделяет шесть этапов построения виртуальной реконструкции:

1. Постановка задач реконструкции;
2. Формирование источниковой базы;
3. Выбор программного обеспечения;
4. Верификация источников;
5. Преобразование данных в 3D формат. Создание трехмерной модели объекта, создание модели ландшафта и построек;
6. Создание интерактивной системы навигации и обеспечение верификации элементов 3D модели.¹³⁰

С учетом разнообразия виртуальных реконструкций, которое было рассмотрено выше, следует скорректировать данный алгоритм. Относительно первого пункта, стоит добавить, что здесь же, исходя из задач реконструкции, определяется непосредственный объект или объекты, модели которых будут создаваться, а также выбирается тип репрезентации. Второй пункт – формирование источниковой базы – является ключевым для научно

¹³⁰ Жеребятьев Д. И. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. С. 26-27.

обоснованной виртуальной реконструкции. При недостаточной обеспеченности источниками работа по данному объекту может быть прекращена или объект может быть скорректирован – например, вместо всего комплекса строений восстанавливать только определенный ряд построек, принять решение о возможности реконструкции интерьера, здесь же принимается окончательное решение о временном срезе, на который реконструкция будет осуществляться, как правило, выбирается наиболее обеспеченный источниками момент времени. Если источниковая база позволяет – возможно произвести реконструкцию на несколько временных срезов.

Третий этап – выбор программного обеспечения – определяется результатами работы на первых двух этапах. Непосредственно при работе с источниками применяются 2D-редакторы. Задачами 2D-редакторов здесь являются корректировки визуальных источников, такие как повороты и кадрирование для дальнейшего использования в 3D-редакторах, коррекция цвета и контрастности, чтобы рассмотреть отдельные элементы, возможна перерисовка чертежей и планов в векторной графике, если на оригинальном изображении (фотография, скан из архива) имеется серьезное искажение (поворот, неудачная перспектива у фотографии). Если чертеж или план представлен несколькими отдельными фотографиями или сканами, то в 2D-редакторе он может быть собран воедино.

Таким образом, из 2D-редакторов предпочтение отдается векторным (где изображение состоит из математически описанных точек, линий и фигур) вместо растровых (где оно состоит из отдельных пикселей). В качестве примеров векторных 2D-редакторов стоит привести классическое ПО **CorelDRAW** и свободно распространяемую программу **Inkscape**, кроме того, существуют и множество других менее известных 2D-редакторов, обладающих похожим функционалом. Примером растрового 2D-редактора является **Adobe Photoshop**, данное ПО широко известно и распространено, по

нему имеется множество доступных обучающих материалов, наличие навыков работы в Photoshop не является уникальным для специалистов по виртуальной реконструкции. Особенностью **Photoshop** является и наличие инструментов работы с векторной графикой, делающее его очень универсальным программным продуктом для работы с 2D-изображениями (а также обладающим некоторыми инструментами для работы с 3D-моделями). Выбор 2D-редактора, однако, в первую очередь основан на личном опыте и предпочтениях специалиста, в данной работе основным 2D-редактором был выбран **Adobe Photoshop**, благодаря своей универсальности.

Четвертый этап – верификация источников – подразумевает проверку их на достоверность и нестыковки в источниках. Примером последних могут быть противоречия между чертежами или прорисовками и фотографиями. В одних случаях – это могли быть изменения объекта во времени, в других – оригинальные чертежи не были реализованы в точности. Эта работа может проводиться одновременно с составлением источниковой базы – если между двумя источниками возникли противоречия, то, вероятно, обращение к дополнительным источникам, включая нарративные, может внести ясность в данный вопрос. Формирование источниковой базы может внести свои коррективы в формат виртуальной реконструкции, и, таким образом, в то, какое программное обеспечение будет оптимальным в данной ситуации, однако использование 2D-редакторов является полезным уже на этом этапе.

Также может быть проведена оцифровка сохранившихся элементов объекта реконструкции при помощи лазерного сканирования или фотограмметрии. Лазерные сканеры полагаются на поставляемое с ними ПО, в то время как фотограмметрию (создание 3D-модели на основе комплекса фотографий) можно проводить при помощи любой качественной фотоаппаратуры, включая новейшие смартфоны. Создание самой модели в таком случае будет происходить в специальном ПО, например, **Agisoft Photoscan**, **Reality Capture**, **Kiri Engine** и др. После завершения съемки в ПО

загружается полученный комплекс фотографий, программа автоматически или при помощи разметки (на разных фотографиях пользователем отмечаются одни и те же места, чтобы программе легче было их соотнести между собой) обсчитывает будущую 3D-модель и выдает ее пользователю. В отдельных случаях могут использоваться видеозаписи или данные камеры глубины. Полученная таким образом модель может требовать дальнейшей обработки в 3D-редакторах, например, заполнения отверстий, удаления лишней геометрии, оптимизации топологии (приведения модели к желаемому количеству полигонов – многоугольников, из которых состоит 3D-модель).

В случае применения лазерного сканирования процедура достаточно похожа – объект сначала сканируется с разных сторон, либо при помощи перемещения ручного сканера вокруг него, либо используется стационарный сканер, а объект находится на движущейся платформе. После завершения процедуры, однако, получается облако точек, число которых намного превосходит количество точек или даже полигонов в обычной полигональной 3D-модели. Точки имеют координаты в 3D-пространстве, а также могут иметь цвет в зависимости от функционала использованного оборудования. Облако точек затем может быть переведено в полигональную модель в зависимости от ситуации использования. Если производится оцифровка объекта в чисто демонстрационных целях – облако точек можно использовать без обработки. Если сканировался отдельный объект для использования как часть более крупной реконструкции – он должен быть конвертирован в полигональную модель, что осуществляется средствами 3D-редакторов или ПО сканеров, если оно обладает данным функционалом. Как и в случае с фотограмметрией, полученной модели может потребоваться доработка. Еще одним вариантом является использование облака точек в качестве референса – тогда оно загружается в 3D-редактор и поверх него обычными средствами используемого редактора выстраивается виртуальная геометрия.

Ограничениями для применения фотограмметрии и лазерного сканирования являются необходимость прямого доступа к объекту, достаточный уровень сохранности, высокая стоимость оборудования для лазерного сканирования, а также необходимость дальнейшей обработки полученных моделей, которая требует знания соответствующих инструментов в 3D-редакторах. Главным преимуществом является точность получаемых данных – для наиболее продвинутого оборудования она может составлять десятые или даже сотые миллиметров.

На пятом этапе создается сама модель. Данный процесс стоит рассмотреть подробнее – он состоит из «блокинга» (см. рис. 15), т. е. определения положения и габаритов основных элементов реконструкции и расположения их в 3D-пространстве. Затем следует создание геометрии, детализация, в результате которых создается готовая модель, однако лишенная цвета и материалов (см. рис. 16). Чтобы произвести правильное наложение текстур и материалов на модель, применяется UV-развертка – процесс, в результате которого соотносятся полигоны на модели с 2D-текстурами, некоторое программное обеспечение позволяет автоматизировать этот процесс, однако в отдельных случаях развертки требуется редактировать вручную. Наконец, наступает текстурирование, наложение материалов – модель приобретает цвет, фактуру, могут использоваться свойства металличности и глянцевости, чтобы наиболее точно отражать оригинальные материалы.

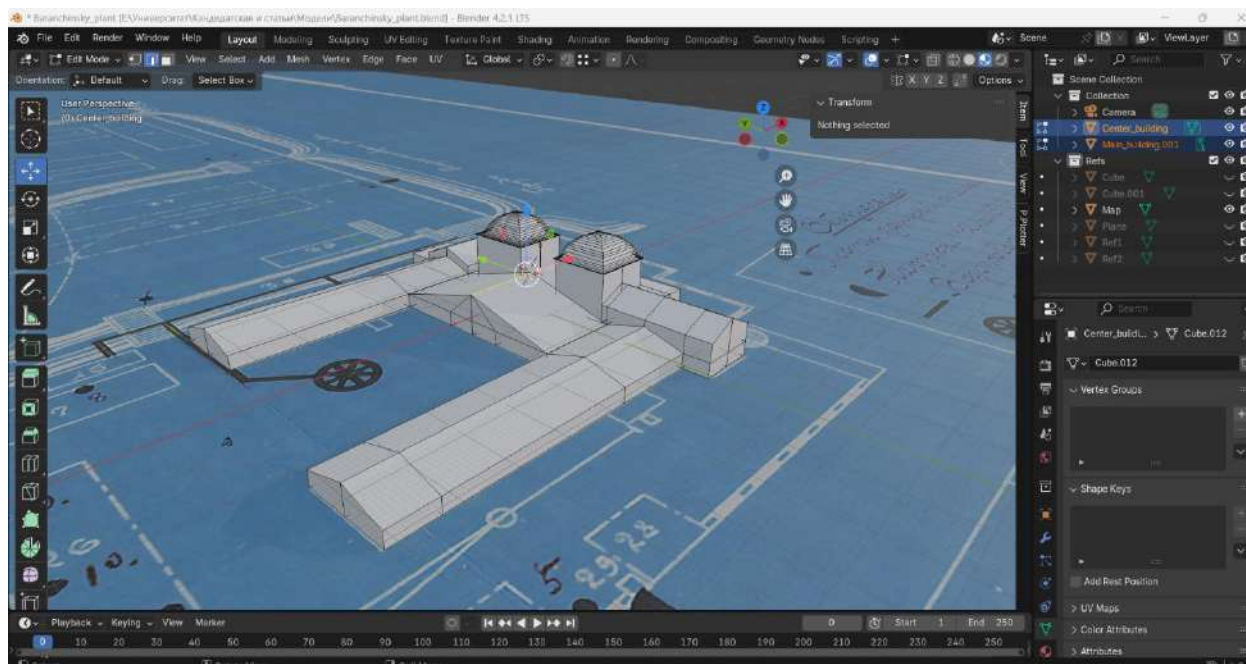


Рис. 15. Этап «блокинга» завершен в программе Blender. На примере виртуальной 3D-реконструкции строений Баранчинского металлургического завода.

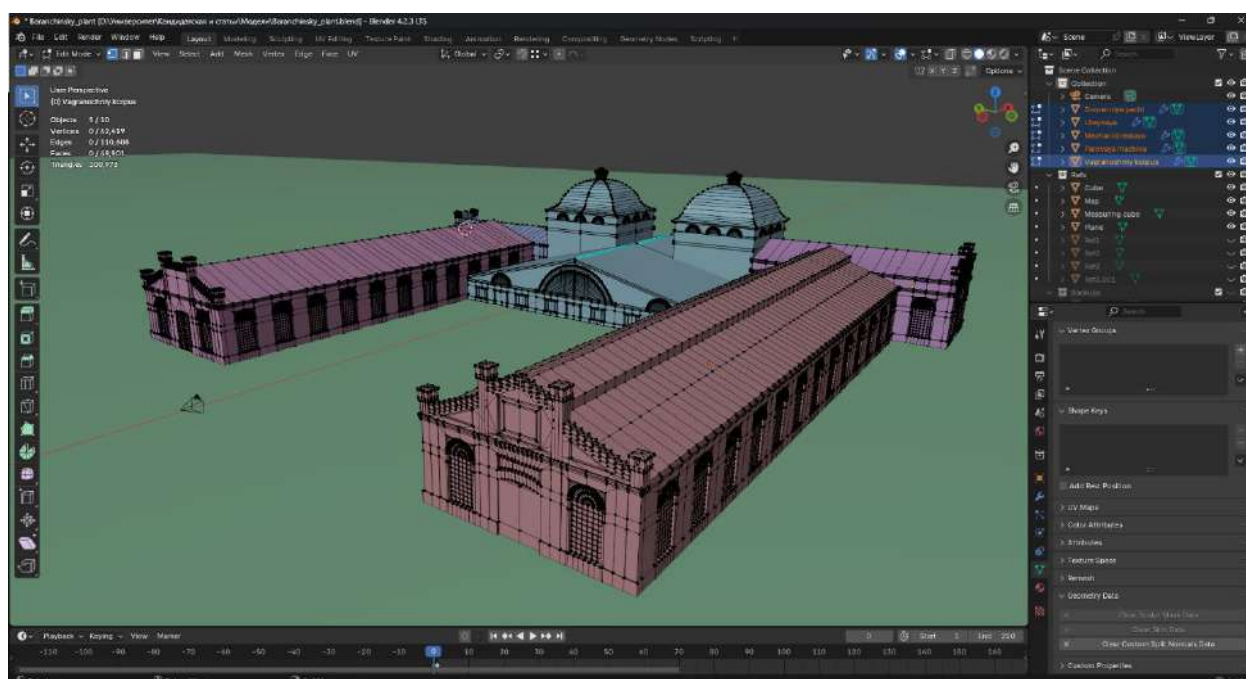


Рис. 16. Создание основной геометрии завершено, однако модель не имеет материалов. Разный цвет обозначает отдельные элементы в 3D-редакторе. Скриншот из программы Blender. На примере виртуальной 3D-реконструкции строений Баранчинского металлургического завода.

Описанные выше операции могут выполняться как в одной программе, так и отдельно в разных более узко специализированных программах. Основные программы, используемые на данном этапе – 3D-редакторы. Под 3D-редактором понимается программа, позволяющая располагать и модифицировать трехмерные фигуры в виртуальном пространстве. На данный

момент большинство 3D-редакторов обладает функционалом текстурирования, однако по выбору специалиста может быть использовано и отдельное ПО.

Наиболее распространенными 3D-редакторами являются программы компании Autodesk – **3ds-Max** и **Maya**, ведущие свою историю с 1990-х гг., созданный в начале 2000-х гг. **SketchUp**, продолжительное время находившийся в свободном доступе, а также получившее широкое распространение позднее многофункциональное свободное ПО **Blender**. Данные программы работают по принципу полигонального моделирования. Фигуры определяются точками, между которыми могут быть протянуты линии – ребра, три и более соединенных ребрами точки образуют многоугольник – полигон, на который может быть наложена текстура, содержащая визуальную информацию о цвете, фактуре и т. д.

Другим типом 3D-редакторов являются программы (системы) автоматизированного проектирования (САПР или CAD). Представителями САПР являются программы **Autodesk AutoCAD** и **Graphisoft Archicad**. САПР используют твердотельное и параметрическое моделирование вместо полигонов, они направлены на инженерное проектирование и анализ конструкции, могут применяться, например, для последующей 3D-печати или проверки гипотез относительно конструкции объекта, однако значительно снижают потенциал для репрезентации. Модели, созданные в САПР, позволяют легко создать чертеж построенного объекта, однако для создания видеоролика или интерактивной системы оказываются слишком «тяжелыми» – на расчеты, выполняемые ПО, тратится намного больше времени.

Для детализации могут применяться узкоспециализированные 3D-редакторы, такие как программы для скульптинга – **Autodesk Mudbox**, **ZBrush** и **Sculptris**, однако данный функционал может покрываться и базовым 3D-редактором. Для создания реалистичных материалов ткани и кожи (в

реконструкциях интерьеров и одежды) могут применяться программы симуляции тканей – **Marvelous Designer** и **Clo3D**.

Текстурирование может совершаться в отдельных программах – **Adobe Substance Painter**, **3D-Coat** и др. Такие программы, как правило, позволяют создавать более сложные материалы, состоящие из многих слоев, что позволяет добавлять эффекты загрязнения, потертости и износа, и динамически изменять отдельные слои и принципы их наложения на любом этапе работы. Кроме того, они обладают обширными встроенными библиотеками материалов, созданных по тому же принципу, что обеспечивает возможность модифицировать их и «подогнать» под нужный визуальный облик.

Шестой этап – создание интерактивной системы навигации и обеспечение верификации элементов 3D модели – подразумевает конкретный тип модели. Многие виртуальные реконструкции ограничиваются рендерами или созданием видеороликов – данный функционал опять же имеется в большинстве 3D-редакторов, программ для текстурирования, а также представлен отдельными программами для рендера, например, **Marmoset Toolbag** и **Twinmotion**, обладающими расширенными возможностями в визуализации. Для создания интерактивных систем, включая VR-среды, применяются 3D-движки. Наиболее известными на данный момент являются **Unreal Engine** и **Unity**. Эти программы используются для создания видеоигр, компьютерной графики в кинематографе, проведения научных экспериментов в виртуальной реальности. Интерактивный формат является наиболее трудным в реализации и требует применения программирования: **Unity** использует язык программирования C#, а **Unreal Engine** – C++, однако оба движка на данный момент позволяют программировать в упрощенном варианте – при помощи готовых блоков кода, которые пользователь соединяет и выстраивает, чтобы получить желаемые взаимодействия (см. рис. 17). Под обеспечением верификации в данном случае подразумевается возможность получения

информации о том, на базе каких источников восстановлен тот или иной элемент, что является одной из полезных опций, которые возможно реализовать в 3D-движках.

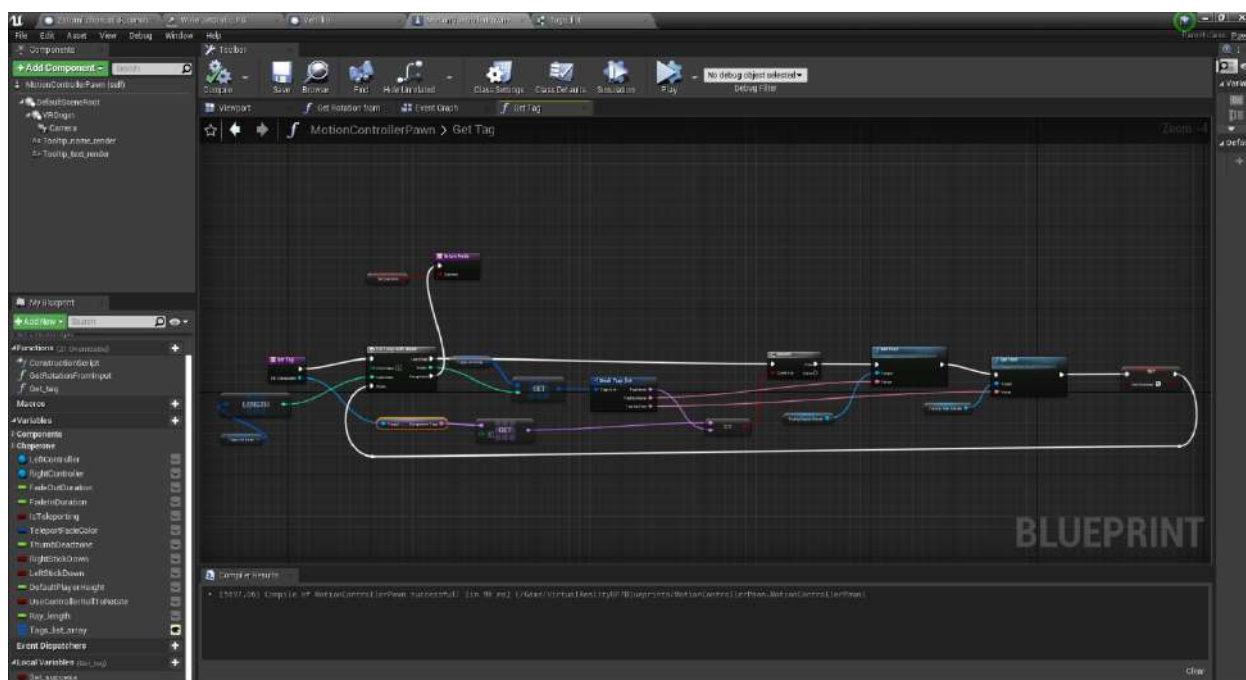


Рис. 17. Пример визуального программирования в движке Unreal Engine 4. Представлена логика выдачи информационных подсказок в VR-приложении, созданном для виртуальной реконструкции Трехгорного пивоваренного завода.

Таким образом, выбор программного обеспечения напрямую зависит от того, какой тип виртуальной реконструкции был выбран – использование САПР для интерактивных систем представляется неудачным выбором, в то время как применение специализированной программы для симуляции тканей в реконструкции исторического интерьера, содержащего много тканевых или кожаных элементов, наоборот, будет принципиально полезным. Некоторые программы (например, последние версии **Blender**) позволяют выполнять большинство возникающих в процессе реконструкции задач в едином программном пакете. Способствует тому и существование плагинов (отдельных загружаемых модулей для программ), которые расширяют базовый функционал и добавляют более специализированные инструменты. Распространенность того или иного программного пакета приводит к большому количеству созданных для него плагинов с востребованными

функциями и большому числу обучающих материалов по определенным аспектам работы в них.

Подводя итог в рассмотрении этапов и программного обеспечения виртуальной реконструкции, представляется возможным составить следующую таблицу:

Этап виртуальной 3D-реконструкции	Применяемое программное обеспечение	Примеры программного обеспечения
1. Выбор объекта, постановка целей и задач виртуальной реконструкции	-	-
2. Формирование и проработка источниковой базы, верификация источников	2D-редакторы, программы фотограмметрии и лазерного сканирования	Photoshop, CorelDraw, Inkscape, Agisoft Photoscan, Reality Capture, Kiri Engine
3. Планирование и выбор программного обеспечения	-	-
4. Создание 3D-модели		
4.1. Блокинг	3D-редакторы	3ds-Max, Maya, SketchUp, Blender
4.2. Создание базовой геометрии	3D-редакторы	3ds-Max, Maya, SketchUp, Blender
4.3. Детализация	3D-редакторы, программы скульптинга,	3ds-Max, Maya, SketchUp, Blender, Mudbox, ZBrush,

	программы симуляции тканей	Sculptris, Marvelous Designer, Clo3D
4.4. Создание UV-развертки	3D-редакторы, программы для текстурирования	3ds-Max, Maya, SketchUp, Blender, Substance Painter, 3D-Coat
4.5. Текстурирование	3D-редакторы, программы для текстурирования, программы для визуализации, 3D-движки*	3ds-Max, Maya, SketchUp, Blender, Substance Painter, 3D-Coat, Marmoset Toolbag, Twinmotion, Unreal Engine, Unity
5. Репрезентация	3D-редакторы, программы для текстурирования, программы для визуализации, 3D-движки	3ds-Max, Maya, SketchUp, Blender, Substance Painter, 3D-Coat, Marmoset Toolbag, Twinmotion, Unreal Engine, Unity

* Большинство программ для визуализации и 3D-движков имеют достаточные возможности для текстурирования, включая библиотеки готовых материалов.

2.2. Источники и методы работы с ними при создании виртуальной реконструкции¹³¹

Для создания научно обоснованной виртуальной 3D-реконструкции не бывает достаточно одного источника или даже одного типа источников.

¹³¹ При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: Гасанов А. А. Виртуальная 3D-реконструкция ключевых строений Баранчинского завода Пермской губернии на рубеже XIX-XX вв. (источниковедческие и технологические аспекты) // Исторический журнал: научные исследования. 2025. № 2. С. 34-53.

Чертежи и планы, исторические и современные фотографии, официально-правовые акты и источники личного происхождения в работе над виртуальными реконструкциями должны дополнять друг друга, создавая целостную картину. Работа с каждым типом источников в контексте виртуальной 3D-реконструкции имеет собственную специфику. Далее будут рассмотрены различные типы источников, применяемые в виртуальной реконструкции, и какие конкретные технологии используются для работы с ними.

Фотографии позволяют использовать технологии совмещения 2D-изображений с 3D-координатами, позволяя воссоздавать модель, ориентируясь на источник. Подобные технологии внедрены в ряд современных 3D-редакторов, таких как Sketchup – Matchphoto, 3ds-Max – Camera Match и Blender (где это реализовано отдельно загружаемыми модулями – бесплатный Fspy и коммерческий Perspective Plotter).

Конкретный алгоритм действий в программе может отличаться, так, в 3ds-Max 2D изображение добавляется в виртуальную сцену, где создается простой объект тех же размеров (известных по чертежам). Далее на 2D-картинке отмечаются несколько (не менее пяти) точек, не лежащих все на одной плоскости. Эти точки привязываются к точкам на 3D-объекте, и запускается функция совмещения. В результате программой создается камера, смотрящая из такой позиции, чтобы данные точки совпали наиболее корректным образом. После чего становится возможно работать с 3D-объектом, ориентируясь на 2D-изображение, и располагать его элементы в правильных местах (см. рис. 18).

В Blender при использовании плагина Perspective Plotter необходимо загрузить изображение источника в специальное меню, затем запустить процесс совмещения. Программой будут созданы четыре (или шесть по выбору пользователя) линий, которые необходимо совместить с прямыми линиями на изображении – по две на каждую из координатных осей. После

этого программой будет создана камера, с которой параметры перспективы будут совпадать с перспективой, представленной на изображении, что позволяет создавать трехмерную геометрию в соответствии с ним (см. рис. 19). Затем необходимо отмасштабировать объект согласно размерам, полученным из чертежей или нарративных источников.

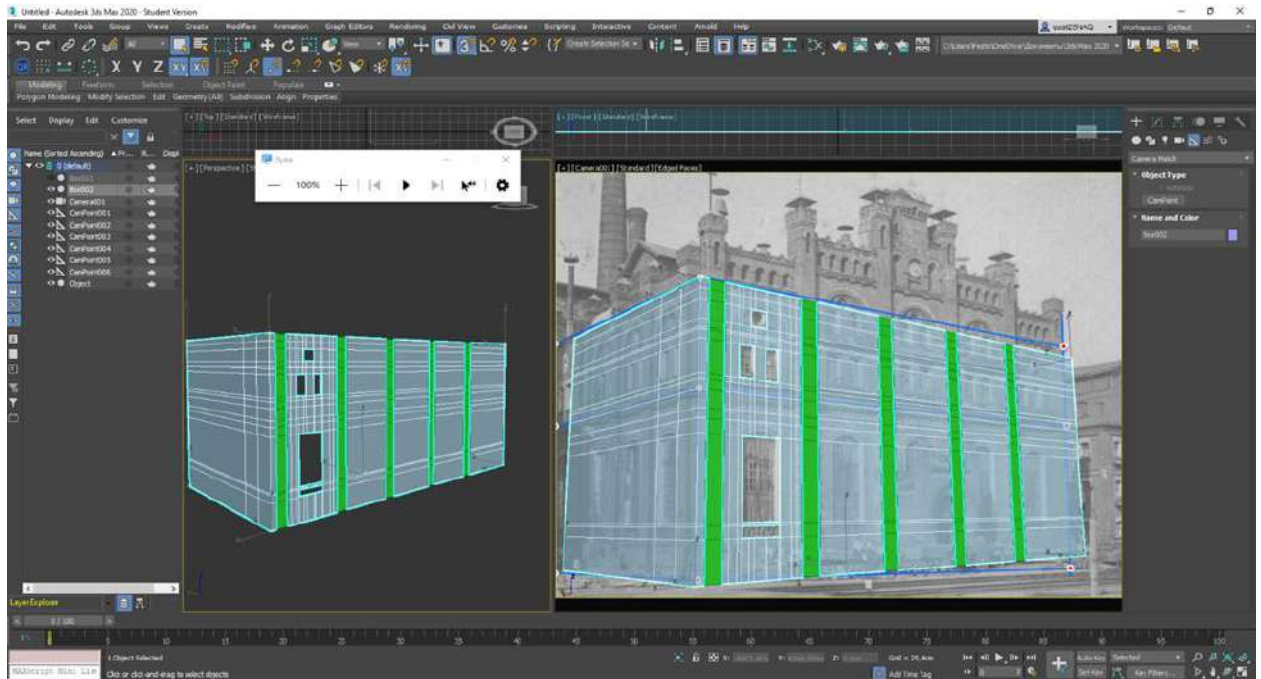


Рис. 18. Применение Camera Match в программе 3ds-Max в процессе создания виртуальной реконструкции Трехгорного завода. Вырезанные в геометрии полигоны позволяют рассчитать размеры элементов и расстояние между ними.

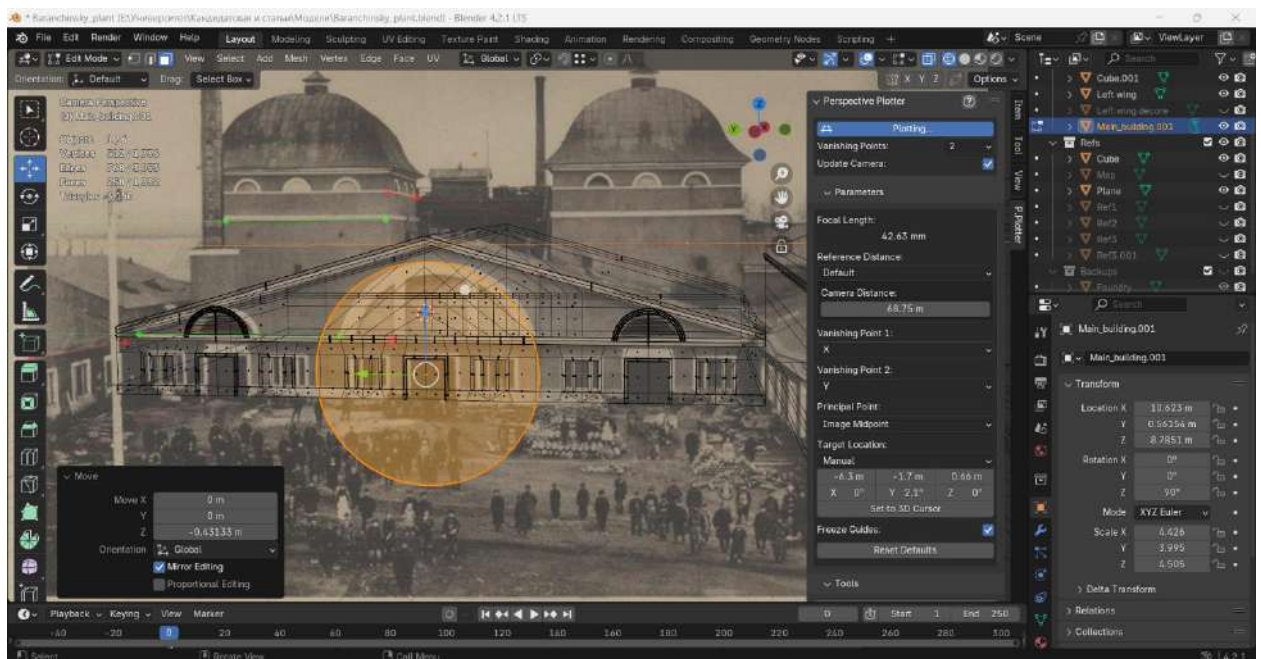


Рис. 19. Применение плагина Perspective Plotter в программе Blender. Декор доменного двора Баранчинского завода создается в «прозрачном режиме» при совмещении с фотографией.

При работе с изобразительными источниками, как отмечалось ранее, используются 2D-редакторы. Так изображение можно «подогнать» для более удобного использования в 3D-редакторе при совмещении с виртуальной геометрией – выделить на нем прямые линии, отметить точки, по которым будет происходить совмещение (см. рис. 20).

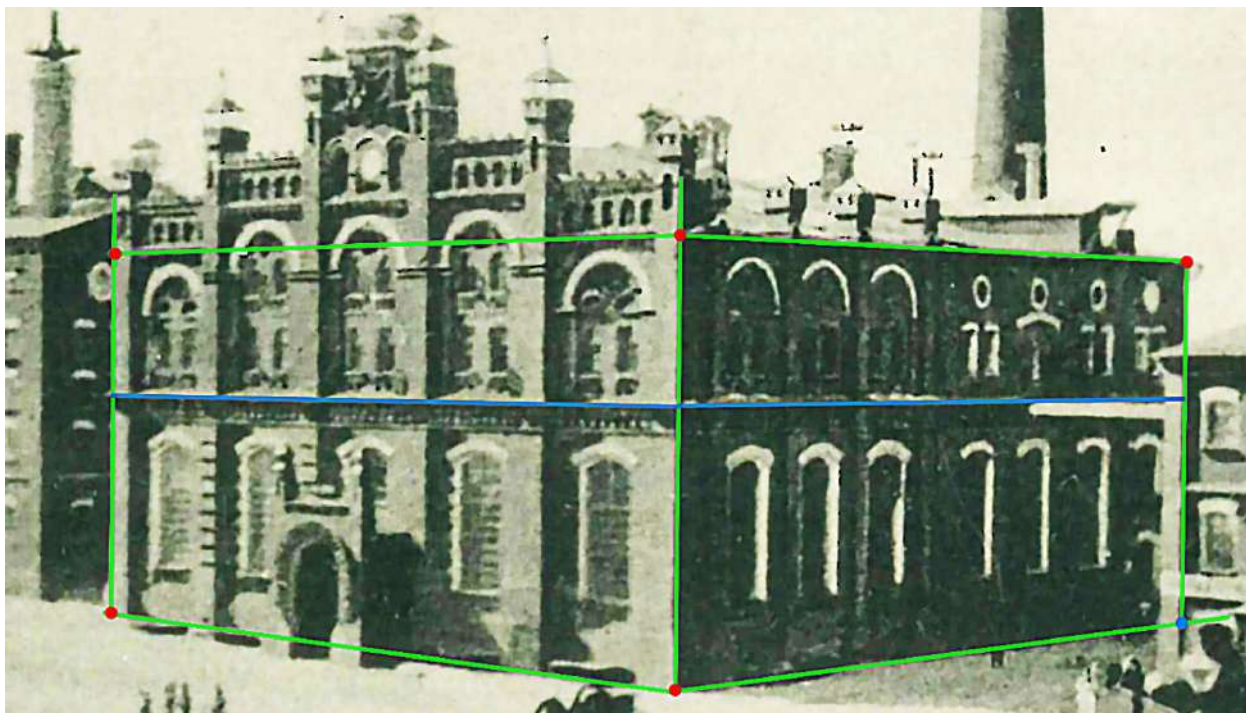


Рис. 20. Модифицированное в Adobe Photoshop изображение Варни Трехгорного пивоваренного завода. Данная фотография имела низкую контрастность и разрешение, поэтому увеличение контрастности и выделение линий и точек было полезно для работы с Camera Match.

Тем не менее, совмещение фотографий и 3D-пространства не является абсолютно точным, и аналогичные элементы реконструируемого объекта приводятся к одному размеру и, как правило, моделируются один раз, затем копируются и перемещаются на новую позицию. Чертежи и планы, в свою очередь, позволяют получить более достоверную информацию о том, были ли элементы одного размера, что позволяет данным видам источников дополнять друг друга (см. рис. 21). Они также не являются идеально достоверным источником, поскольку, как показывают фотографии, отдельные элементы могли в действительности быть реализованы иначе, чем представлено на плане.

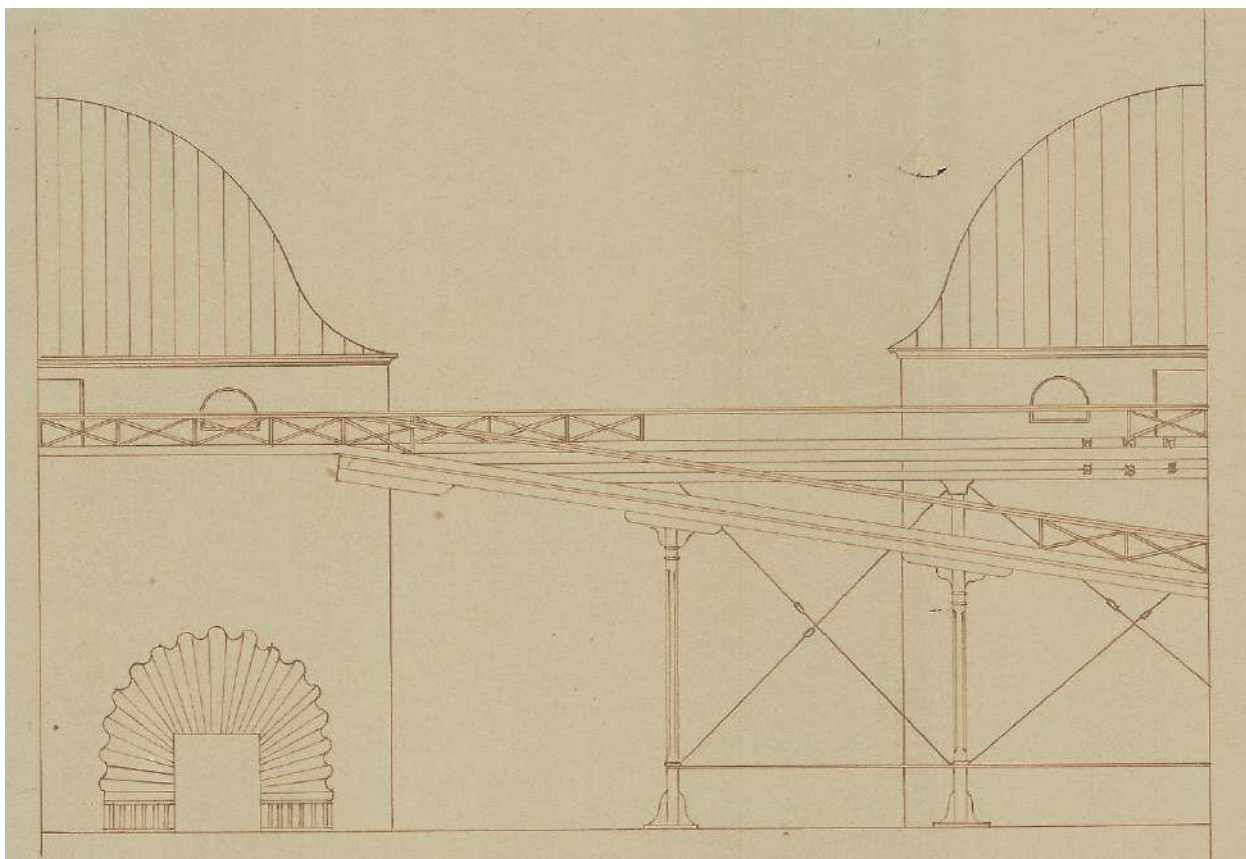


Рис. 21. Пример научно-технической документации, фрагмент чертежа доменных печей Баранчинского завода. По информации данного чертежа удалось установить, что доменные печи были разного размера и разной формы, что не было очевидно из фотографий. ГАПК Ф. 716, Оп. 2, Д. 40.

Важной информацией, которую предоставляют именно чертежи, являются измерения размеров объекта. Как правило, на чертеже представлен масштаб и использованные единицы измерения (для исторических чертежей это могут быть сажени, аршины и т. д.) Чтобы привести объект к масштабу, требуется создать объект рядом с обозначением масштаба на чертеже, измерить его функцией «линейки» в используемом 3D-редакторе и изменить их размер на нужное значение, чтобы масштаб чертежа совпал с единицами измерения в программе (см. рис. 22). После этого становится возможным корректно использовать несколько чертежей одновременно, а модель становится правильных размеров и последующие измерения в ней будут корректны относительно реконструируемого объекта.

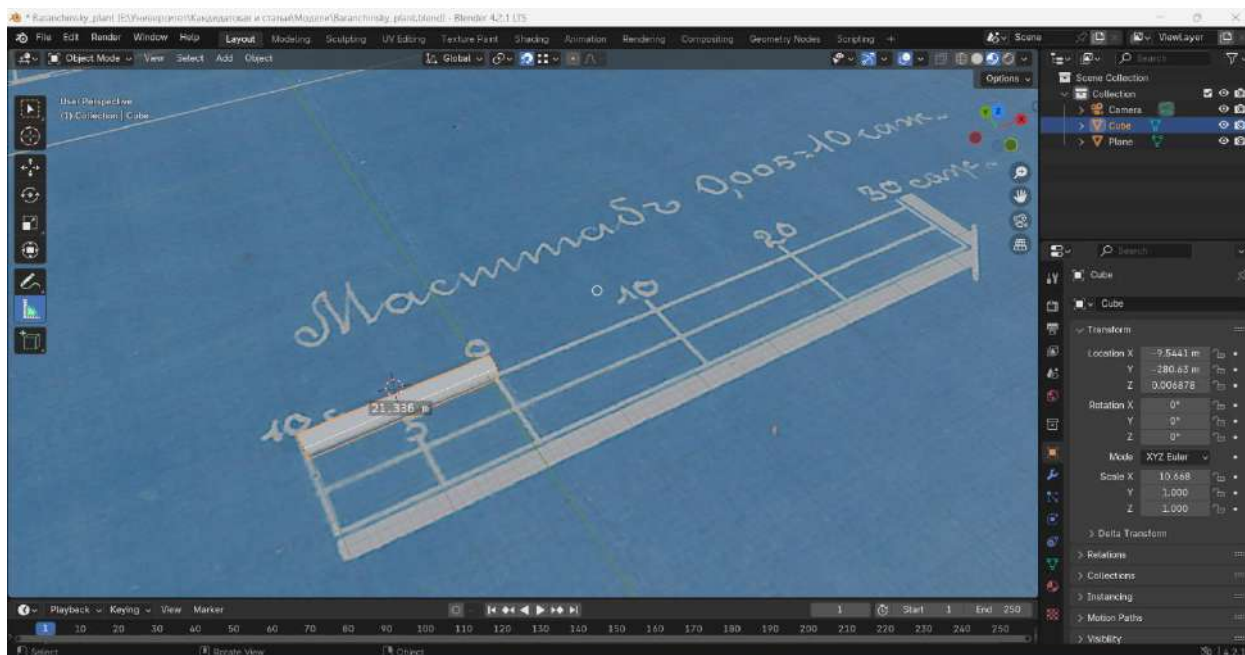


Рис. 22. Процесс приведения чертежа к масштабу в 3D-редакторе Blender.

Художественные изображения в сфере индустриального наследия встречаются реже, чем в остальном культурном наследии, однако, несмотря на возможные неточности в размерах и пропорциях, могут нести важную информацию о цвете или содержать более детализированные изображения отдельных элементов, которые не удастся рассмотреть на старых фотографиях (см. рис. 23). Художественные изображения могут фиксировать облик объектов на временные периоды, предшествующие распространению фотографии. Отдельные архитектурные элементы и информация о цвете и материалах могут быть рассмотрены на основании современных фотографий сохранившихся зданий или элементов зданий, в отдельных случаях на аналогичных постройках, в особенности тех же архитекторов.



Рис. 23. Гравюра, изображающая изначальный вид Трехгорного пивоваренного завода. Из иллюстрированного описания Всероссийской художественно-промышленной выставки в Москве в 1882 г.¹³²

Фотографии, художественные изображения и чертежи относятся к определенному моменту времени, и любые изменения, произошедшие после, делают их менее актуальными. Различные источники могут относиться к разным временным периодам, а потому атрибуция является крайне важной задачей, в которой ясность позволяют внести письменные источники. Важным является выбор непосредственного временного периода, на который осуществляется реконструкция. Наличие источников становится ключевым критерием для данного выбора, при том наличие фотоматериалов более свойственно поздним периодам в связи с распространением технологии фотографии. При обращении к реконструкции объекта на его состояние в

¹³² Иллюстрированное описание Всероссийской художественно-промышленной выставки в Москве. 1882 г.: Альбом 179 рисунков и 16 портретов, исполненных лучшими художниками журнала «Всемирная Иллюстрация», с подробным описанием выставлявшихся предметов всех групп, с описанием разного рода промышленности и производств, с полным указанием экспонентов, со списком экспонентов, удостоенных наград, и проч. и проч. СПб, М., 1882.

более ранний период, чем позволяют фотоматериалы, можно воспользоваться методом «временного вычета», когда в соответствии с данными других источников производится вычет всех изменений до желаемого периода.¹³³

Ниже представлена таблица, суммирующая особенности работы с различными категориями источников в контексте виртуальной 3D-реконструкции культурного и, в частности, индустриального наследия.

Источник	Информация	Технологии	Где найти	Проблемы
Исторические фотографии	Расположение элементов, пропорции	Camera Match, Perspective Plotter и их аналоги	Электронные ресурсы (PastVu, Госкаталог), блоги краеведов, публикации и архивы	Совмещение 2D изображений не точное, нужна атрибуция, не все стороны объекта, отсутствуют для ранних периодов
Научно-техническая документация (планы и чертежи)	Размеры, расположения корпусов, возможность атрибуции фотографий	Использование как референс* в 3D-редакторах	Архивы, реже публикации, реже электронные ресурсы	Проектные чертежи могут не соответствовать реальному объекту,

¹³³ Жеребятнев Д. И. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. С. 59.

				доступ может быть ограничен
Изобразительные источники	Дополняют фотографии, цвет	2D-референс*	Публикации, электронные ресурсы, архивы	Могут быть не соблюдены пропорции, мало ракурсов, редко встречаются промышленные объекты
Современные фотографии и фотографии аналогов	Мелкие детали, цвет	2D-референс*	Электронные ресурсы	Ограничены в количестве, могут быть не точным аналогом
Письменные источники	История объекта, периодизация	Традиционный арсенал методов исторического исследования	Архивы, публикации	Не дают визуальной информации

* референс – «отсылка», «справка», «пример», изображение, видео, материальный или другой объект, который используется в ходе работы над проектом.

В данной главе были представлены типологии виртуальных реконструкций, используемых источников, описаны категории и конкретные примеры программного обеспечения и работы с ним при создании виртуальных 3D-реконструкций. Выбор конкретных инструментов, несомненно, прежде всего зависит от предпочтений и личного опыта пользователя, однако систематизация знаний по данному вопросу является полезной для работы над виртуальной 3D-реконструкцией. В ходе данной работы был использован набор различных программ, применялся как подход с использованием специализированных программ, так и использования одной для каждого из этапов виртуальной реконструкции. В последующих двух главах будут по очереди рассмотрены процессы работы над моделями двух объектов – предприятия легкой промышленности – Трехгорного пивоваренного завода и предприятия тяжелой промышленности – Баранчинского металлургического завода, там же будут рассмотрены и конкретные исторические источники, которые использовались при создании этих реконструкций.

ГЛАВА III

ВИРТУАЛЬНАЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОРЕВОЛЮЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА ТРЕХГОРНОГО ПИВОВАРЕННОГО ЗАВОДА

Трехгорный пивоваренный завод обладает богатой историей, будучи построенным в период Российской империи, он продолжал свою деятельность в Советском союзе и постсоветской России. В сочетании с выдающимся архитектурным обликом и наличием достаточного количества источников по его истории и внешнему виду, это делает Трехгорный завод подходящим объектом для виртуальной реконструкции. В данной главе будут последовательно рассмотрены история завода, выявленная источниковая база, процесс создания виртуальной модели и визуализация.

3.1. Создание и развитие Трехгорного пивоваренного завода¹³⁴

Историю Трехгорного завода имеет смысл разделить на три основных периода. Первый включает историю его постройки и развития в период Российской империи, к концу которого завод стал одним из крупнейших пивоваренных предприятий страны. Во второй входят революционные события и дальнейшая жизнь завода под новым именем – «Бадаевский». В третий период выделена его история в современной России, закрытие завода, в результате которого его корпуса перешли в статус индустриального наследия, борьба за их сохранение.

¹³⁴ При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: *Гасанов А. А.* Виртуальная реконструкция индустриального наследия: опыт 3D-реконструкции архитектурного облика производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода в Москве рубежа XIX-XX вв. // Историческая информатика. 2021. № 2. С. 88- 114.

3.1.1. Основание Трехгорного завода и его развитие в период Российской империи

Трехгорный пивоваренный завод был основан в Москве товариществом, которое в январе 1875 года на учредительном собрании назвало себя «Трехгорным пивоваренным товариществом в Москве». Инициатором был уроженец Выборга А. А. Кемпе, обучившийся пивоваренному делу в Риге и Германии и приехавший в Москву по приглашению местных купцов. Участок, на котором был впоследствии построен Трехгорный пивоваренный завод, был заброшен, его выкупил купец Б. А. Гивартовский за 10 тысяч рублей.

Товарищество имело изначальный капитал в 1 млн. рублей, основная часть из которых принадлежала владельцу Прохоровской мануфактуры Т. С. Морозову. Затем капитал был увеличен до 3,6 млн. рублей.¹³⁵ Другими учредителями были А. К. Крестовников, А. А. Корзинкин, И. В. Щукин, П. П. Дюшен, К. Т. Солдатенков, С. П. Вишняков, Б. А. Гивартовский, Н. С. Грачев, А. А. Лутрейль, А. Фон-Барбер, К. Ф. Герике, А. К. Беккерс и Торговые дома «М. Борисовский с сыновьями», «И. В. Юнкер и Ко».¹³⁶ Товарищество имело структуру акционерного общества, а капитал разделен на 3600 паев по тысяче рублей каждый, которые свободно могли передаваться другим пайщикам и посторонним лицам. Управление Товариществом и заводом соответственно производилось правлением, советом и общим собранием владельцев паев. Правление состояло из трех директоров, каждый из которых должен был владеть не менее чем десятью паями.¹³⁷

Постройкой первоначальных корпусов завода руководил А. А. Кемпе. Был приглашен известный архитектор австрийского происхождения А. Е. Вебер. С 1871 г. он работал в Москве над такими постройками, как здание

¹³⁵ Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве: утв. 6 июня 1875 г. М., 1911. С. 6-7.

¹³⁶ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 1.

¹³⁷ Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве: утв. 6 июня 1875 г. С. 6-10.

гостиницы и ресторана «Славянский базар», доходный дом Трындиных и дом Е. И. Козицкой (он же – дом Г. Г. Елисеева).¹³⁸ Впоследствии над корпусами завода работали также архитекторы Р. И. Клейн, обучавшийся в Императорской академии художеств, а затем во Франции (Музей изобразительных искусств им. А. С. Пушкина, магазин «Мюр и Мерилиз» (ЦУМ), Чайный дом на Мясницкой, особняк В. А. Морозовой на Воздвиженке, Средние торговые ряды на Красной площади)¹³⁹ и Г. П. Евланов, часто работавший над перестройкой зданий (главный дом усадьбы Н. И. Морозова, Доходный дом И. И. и Н. И. Болдыревых, изменение фасада дворовой постройки во владении братьев Скворцовых).¹⁴⁰

Место, выбранное для постройки Трехгорного завода, сегодня имеет адрес «Кутузовский проспект, 12», однако в 1870-х гг. называлось Дорогомиловской заставой и находилось на краю Москвы (сегодня Дорогомиловской заставой именуется площадь). Трехгорный завод расположился по другой берег Москвы-реки от усадьбы князей Гагариных Студенец, на юго-западе от завода находилось Дорогомиловское кладбище, построенное для захоронения жертв эпидемии чумы в Москве в 1771 г.¹⁴¹, в Дорогомилове размещался и ряд других промышленных предприятий, таких как Трехгорный цементный завод, сахарно-рафинадный завод «В. Генер и Ко», красильные, ткацкие, щеточные, колесные и другие мелкие фабрики (см. рис. 24, приложение 2, рис. 1-2).¹⁴²

¹³⁸ Зодчие Москвы времени эклектики, модерна и неоклассицизма (1830-е — 1917 годы): илл. биогр. словарь / Гос. науч.-исслед. музей архитектуры им. А.В.Щусева и др. М., 1998. С. 53-54.

¹³⁹ Там же. С. 134-136.

¹⁴⁰ Там же. С. 99.

¹⁴¹ Дорогомилово в XVII–XVIII вв. [Электронный ресурс] // Дорогомилово: Из истории московского полуострова. М., 2000. URL: https://cbskiev.library.ru/local_lore/middle.php (Дата обращения 25.07.2025).

¹⁴² Дорогомилово в XIX – начале XX вв. [Электронный ресурс] // Дорогомилово: Из истории московского полуострова. URL: https://cbskiev.library.ru/local_lore/contempor.php (Дата обращения 25.07.2025).

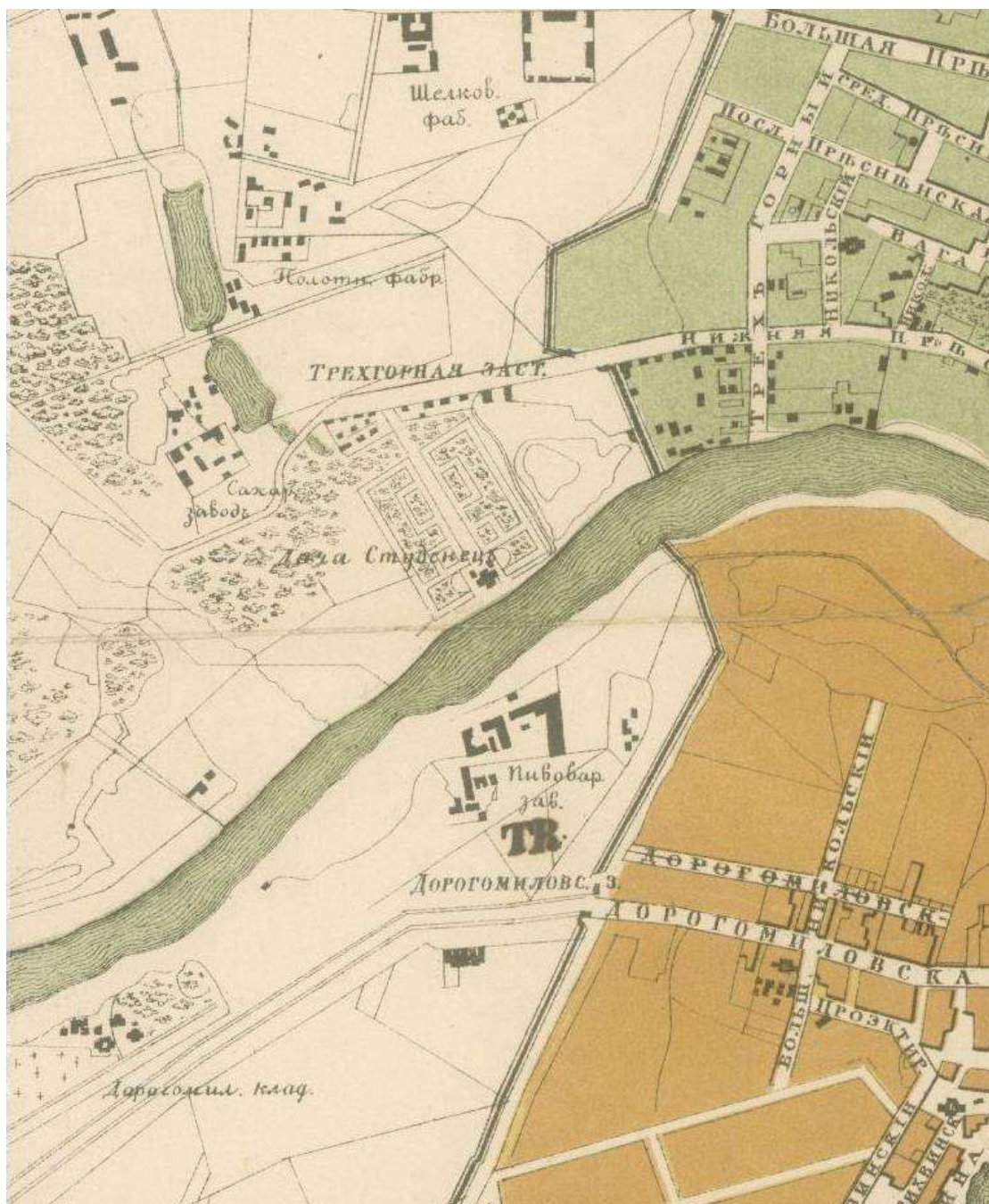


Рис. 24. Фрагмент карты Москвы 1878 г., скриншот с электронного ресурса Retromap. В центре Трехгорный завод указан как «Пивовар. зав.»¹⁴³

Корпуса Трехгорного завода были построены в так называемом "кирпичном стиле", который часто использовался в промышленной архитектуре дореволюционной России. Многие мотивы "кирпичного стиля"

¹⁴³ 1878 План столичного города Москвы 1:16K [Электронный ресурс] // Retromap. URL: https://retromap.ru/_0818781_z15_55.746885,37.560367 (Дата обращения 25.07.2025).

восходят к ломбардской и немецкой архитектуре XV-XVI вв., получившей наименование немецкая кирпичная готика.¹⁴⁴

Строительство завершилось в январе 1876 г., и правление обратилось к московскому генерал-губернатору с ходатайством разрешить открытие пивоваренного завода.¹⁴⁵ Вследствие несоблюдения некоторых требований строительного устава разрешение было дано лишь 22 сентября того же года.¹⁴⁶ 1-го июня 1876-го г. первая партия пива с Трехгорного завода поступила в продажу.¹⁴⁷

Хотя первоначально машины были закуплены в расчете на производство 500 тыс. ведер пива и капитал был рассчитан именно на такое количество, здание Варни строилось так, чтобы предусмотреть увеличение производства до 1 – 1,2 млн. ведер в год, что предполагалось в перспективе (в пересчете на современные единицы измерения – 12,3 млн – 14,76 млн. литров).¹⁴⁸ Максимальные возможности Варни допускали выпуск до 2,25 млн. ведер в год (ок. 27,675 млн. л.)¹⁴⁹ Комплекс завода состоял из зданий солодовни, где сырье перерабатывалось в солод, собственно, Варни, где производилась варка пива, бродильни, складочных погребов, мойки, здания паровой. Также имелись две казармы для рабочих, здание больницы и конюшни.¹⁵⁰

Производительность завода неизменно росла, так, в 1877 г. было произведено и реализовано более 450 тыс. ведер пива. На 1882 г. продажи

¹⁴⁴ Зодчие Москвы времени эклектики, модерна и неоклассицизма (1830-е — 1917 годы). С. 53-54.

¹⁴⁵ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 2.

¹⁴⁶ Аникин С. А., Фатюхин Д. С. Пивоваренные заводы царской России. (Справочник с историческими очерками). М., 2007. С. 183.

¹⁴⁷ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 2.

¹⁴⁸ Там же. С. 2; Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том V а. СПб, 1892. С. 699.

¹⁴⁹ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 5.

¹⁵⁰ Там же. С. 5-9.

превысили 1 млн. ведер (ок. 12,3 млн. л.)¹⁵¹ К этому времени относится письмо председателя совета Трехгорного пивоваренного товарищества Г. А. Гивартовского и А. А. Лутрейля к правлению завода относительно перспектив его развития. Гивартовский настаивал на строительстве дополнительных корпусов для резкого увеличения объемов производства и продаж ввиду конкуренции с лидирующими на тот момент Санкт-Петербургскими Калинкинским заводом и «Петербургской Баварией». Мнение правления, однако, было противоположным – в постройке новых корпусов нет необходимости, как и в увеличении производства, поскольку на рынке пива предложение превышает спрос.¹⁵² Как мы видим из диаграммы ниже (см. рис. 25), роста продаж до 1894 г. не наблюдалось.¹⁵³ Следует, кроме того, заметить, что, наиболее вероятно – в тексте и названии источника имеется ошибка. Членом правления и одним из основателей Трехгорного пивоваренного товарищества был Б. А. Гивартовский, а его брат Г. А. Гивартовский – профессор Московского университета по кафедре медицинской химии, фармации и фармакологии.¹⁵⁴

В 1895 г. были перестроены солодовенный и варочный корпуса,¹⁵⁵ с этим временем совпадает и резкий рост продаж продукции завода,¹⁵⁶ однако трудно сказать, что в данном случае является причиной, а что – следствием.

Трехгорное пивоваренное товарищество занималось продажами пива не только в Москве и ближайших окрестностях, но и стремилось расширять свою торговую сеть по всей России. К своему двадцатипятилетию товарищество

¹⁵¹ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. Л. 16.

¹⁵² *Гивартовский Г. А.* Особое мнение г.г. председателя Совета Г.А. Гивартовского и члена Совета г. А. А. Лутрейля о Трехгорном пивоваренном товариществе. М., 1882. С. 4-6.

¹⁵³ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. Л. 16.

¹⁵⁴ *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том VIII а. СПб, 1893. С. 620.

¹⁵⁵ ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 149. Д. 45. Л. 1-26.

¹⁵⁶ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. Л. 16.

имело склады как минимум в Сергиевом Посаде, Подольске, Орле, Воронеже, Рязани, Серпухове, Туле, Ростове (Ярославском), Твери, Иванове-Вознесенском, Ярославле, Данилове и Саратове.¹⁵⁷ Протоколы правления сообщают об открытии в тех же городах и пивных лавок.¹⁵⁸

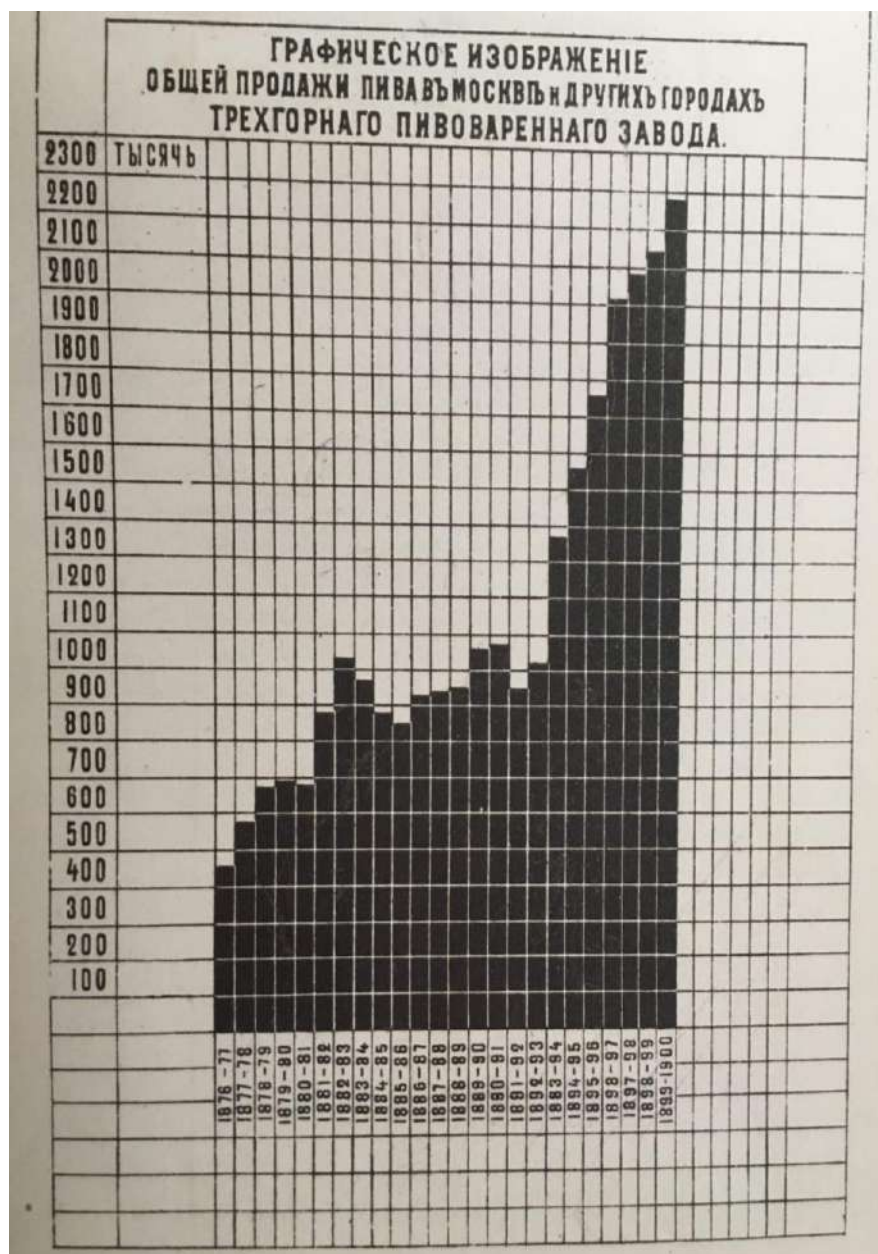


Рис. 25. Диаграмма, отражающая продажи пива в тыс. ведер за первые 25 лет работы завода. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 16.

¹⁵⁷ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. Л. 54-66.

¹⁵⁸ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166. Л. 14-29.

На рубеже веков Трехгорный завод вышел на первое место по производству пива во всей Российской империи, обогнав Калининский завод в Петербурге. К 1900 г. производство увеличилось в 4,5 раза, что составило 2,25 млн. ведер в год (ок. 27,675 млн. л.)¹⁵⁹ В литературе, посвященной Трехгорному заводу, фигурирует цифра 1,2 млн. ведер пива, «из которых две трети потреблялись жителями Москвы».¹⁶⁰ В данном случае следует скорее доверять источнику, поскольку цифра, указанная в справочнике С. А. Аникина и С. А. Фатюхина, вероятнее всего, была по ошибке взята из описания возможностей Варни в публикации в честь двадцатипятилетия завода.¹⁶¹ Число рабочих на заводе выросло с 500 мужчин и 100 женщин на 1877 г. до 1100 рабочих в общем на 1909 г.¹⁶² Площадь, занимаемая заводом, за 25 лет увеличилась с 16 тыс. кв. саженей (ок. 34,1 км²) в 1875 г. до 40 тыс. кв. саж. (ок. 85,3 км²) в 1900 г.¹⁶³

Трехгорный пивоваренный завод в царский период дважды награждался на государственном уровне – в 1882 г. правом изображения Государственного Герба и в 1896 г. – почетным дипломом Всероссийской сельскохозяйственной выставки и правом изображения второго Государственного Герба.¹⁶⁴

Говоря об оснащении завода – на нем использовалась жалюзная солодовня, значительно замещающая ручной труд, однако указывается, что она не оправдала возложенных на нее надежд. Освещение помещений пивоварни было газовым, использованная там 45-сантиметровая труба сохранялась вплоть до начала ХХI века. Руководили процессами производства специалисты из Германии – с 1879 г. Генрих Куп и с 1883 г. – В. Ансельм. В 1897 г. происходило переоборудование завода, был установлен транспортер

¹⁵⁹ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 10, 13.

¹⁶⁰ Аникин С. А., Фатюхин Д. Указ. соч. С. 183.

¹⁶¹ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 2.

¹⁶² Там же. С. 9.

¹⁶³ Там же. С. 11.

¹⁶⁴ Там же. С. 14.

для корзин с посудой, просуществовавший до 1959 г., в 1899 г. – введено электрическое освещение.

В Российской империи трехгорное пиво заработало себе немалую репутацию. Так, например, в исследовании пива московских заводов, произведенном в 1887 г. Н. Ф. Ярцевым, говорится, что на Трехгорном заводе, в отличие от других крупнейших заводов, не имеется недомеров в подсчете ведер, а реальный удельный вес пива, подсчитанный по формуле, соответствует заявленному. Пиво Трехгорного завода соответствует обеим нормам Мертенса и Кoenига, к которым обращается автор.¹⁶⁵ Кроме того, трехгорное пиво и Трехгорный завод не один раз упоминаются у знаменитого русского писателя А. П. Чехова,¹⁶⁶ из чего можно сделать вывод, что «трехгорное» имело широкую известность уже в 1880-х гг.

3.1.2. Трехгорный (Бадаевский) завод в течение советского периода

События двух русских революций не могли не сказаться на функционировании промышленных предприятий и жизни их рабочих и служащих. Перемены в социальном и политическом строе всей страны могли приводить к закрытию одних заводов и основанию новых, если предприятия продолжали свою работу, то смена власти вносила в их быт существенные изменения. Одним из таких заводов стал Трехгорный, сменивший в этот период несколько названий.

Во время Первой русской революции 1905 г. рабочие несколько раз выдвигали требования экономического характера – о повышении зарплаты, постройке бесплатных бань для семей рабочих и сокращении трудового дня.

¹⁶⁵ Ярцев Н. Ф. Пиво московских заводов: Исслед. Н.Ф. Ярцева. М., 1887. С. 107-108, 113.

¹⁶⁶ Чехов А. П. Свидание хотя и состоялось, но... // Сочинения в 18 томах // Полное собрание сочинений и писем в 30 томах. М.: Наука, 1974. Т. 1. [Рассказы. Повести. Юморески], 1880—1882. С. 174-178; Чехов А. П. Аптекарская такса, или Спасите, грабят!/: Шутливый трактат на плачевную тему // Сочинения в 18 томах // Полное собрание сочинений и писем в 30 томах. М.: Наука, 1979. Т. 16. Сочинения. 1881-1902. С. 220-223; Чехов А. П. Осколки московской жизни // Сочинения в 18 томах // Полное собрание сочинений и писем в 30 томах. М.: Наука, 1979. Т. 16. Сочинения. 1881-1902. С. 34-178.

Тогда же произошел по неизвестным причинам пожар. По требованию комитета союза служащих пивных лавок было повышено жалование с 20 до 25 рублей в месяц, приказчикам также прибавлено жалование на пять рублей, сокращен рабочий день работников пивных лавок – он стал начинаться на два часа позже.¹⁶⁷

7 декабря того же года в связи с постановлением Совета рабочих депутатов рабочие потребовали остановить работу завода ввиду всеобщей забастовки. Производство было остановлено вплоть до 19 декабря, когда забастовка была прекращена, а сами рабочие, принявшие участие в забастовке, были освобождены от ответственности за простой, поскольку, по мнению правления Товарищества, он случился не по их вине.¹⁶⁸ 27 июля 1906 г. вновь имела место забастовка рабочих и вновь было удовлетворено их требование о повышении зарплаты, однако не на 16 копеек в день, как они заявили, а на 11 коп.¹⁶⁹

Дважды выделяло правление Трехгорного товарищества помощь пострадавшим в погромах в Москве в период революции – в декабре 1905 г. 1000 р. в пользу беднейших жителей Москвы и январе 1906 г. 3000 р. в пользу низших полицейских и воинских чинов и членов их семей.¹⁷⁰

В 1908 г. было организовано Московское общество пивоторговцев с целью защиты профессиональных интересов промышленников в области пива. В состав правления общества вошел и учредитель завода – А. А. Кемпе. В 1912 г. был учрежден фонд имени Кемпе, оказывающий помощь нуждающимся пивопроизводителям.¹⁷¹ Можно заключить, что Трехгорное товарищество не стояло в стороне от социальных проблем, поддерживая в

¹⁶⁷ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166. Л. 115.

¹⁶⁸ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166. Л. 115.

¹⁶⁹ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166. Л. 140.

¹⁷⁰ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166. Л. 115, 122.

¹⁷¹ Аникин С. А., Фатюхин Д. С. Указ. соч. С. 183.

некотором объеме интересы как рабочих, так и промышленников, проявляя определенный демократизм.

В 1911 г. был приглашен немецкий специалист Натан, изобретший новый более экономный способ производства пива, однако его использование негативно повлияло на вкус и качество продукта.¹⁷²

1914 г. и начало Первой мировой войны имели крайне негативное влияние на жизнь Трехгорного завода. В связи с введенным в этот период сухим законом ему пришлось перейти на выпуск безалкогольных продуктов и искусственного льда. Пивовары-немцы были объявлены заложниками, а большинство рабочих мобилизовано на фронт. Производство теперь возглавляли итальянцы, а главным инженером стал норвежец. В 1915 г. Трехгорный завод даже принял заказ на изготовление взрывчатки и алюминиевых красителей для текстиля.¹⁷³

В 1917 г., после революции, завод управлялся совместно прежним руководством и заводским комитетом. В 1918 г. А. А. Кемпе вместе с сыном покинули Россию, директор завода П. В. Кастрин был уволен в связи с тем, что уехал без объяснения. Моссовет разрешил заводу выпускать слабоалкогольное пиво, готовую продукцию разбавляли артезианской водой наполовину и продавали так вплоть до 1921 г.¹⁷⁴

В 1921 г. Московский совет народного хозяйства (МСНХ) постановил начать восстановление работы Трехгорного завода. На ремонт и закупку сырья требовались огромные суммы, которыми на тот момент ни МСНХ, ни Главсельпром не имели. Планировалось изготавливать на заводе пивные и медицинские дрожжи для Наркомздрава.¹⁷⁵ Тогда же для Главного

¹⁷² Аникин С. А., Фатюхин Д. С. Указ. соч. С. 183; Довгань В. Н. Книга о пиве. Смоленск, 1995. С. 48.

¹⁷³ Аникин С. А., Фатюхин Д. С. Указ. соч. С. 183.

¹⁷⁴ Там же. С. 184-185; Довгань В. Н. Указ. соч. 1995. С. 49.

¹⁷⁵ Югов А. Новая хозяйственная политика Моссельпрома. // Бюллетень Московского совета народного хозяйства. М., 1921. № 15-16.

санитарного управления стали производиться жидкие и сухие лечебные пивные дрожжи.¹⁷⁶

На 1922 г. Трехгорный завод начал именоваться «Тригор» и находился в подчинении Моссельпрома МСНХ.¹⁷⁷ На заводе действовали 95 двигателей общей мощностью в 1102 лошадиных силы, трудилось 36 служащих и 254 рабочих,¹⁷⁸ что намного меньше, чем на момент открытия завода в 1876 г.¹⁷⁹

К 1926 г. работа по восстановлению завода была значительно проведена, были проведено техническое переоснащение, включая новые электромоторы, батареи искусственного охлаждения, переделаны топки котлов.¹⁸⁰ Число двигателей снизилось до 92, но общая мощность возросла более чем вдвое и составила 2485 лошадиных сил. Работали на заводе 1222 рабочих, производительность составила 35,5 млн. литров пива стоимостью 8,832 млн. р.¹⁸¹

Следует также брать в расчет и тот факт, что за полвека существенно возросла автоматизация производства, поэтому при том же количестве рабочих производительность должна была быть выше. Об этом говорится, например, в работе «Опыт работы Московского пивоваренного завода им. А. Е. Бадаева», посвященной техническому оснащению бывшего Трехгорного завода.¹⁸²

В 1928 г. «Трехгорный пивоваренный завод Моссельпрома» приказом ВСНХ СССР №729 удостоился третьей премии лучшим предприятиям СССР,

¹⁷⁶ Эренбург Д. Г. Современное состояние пивоваренной промышленности. // Пищевая промышленность М. 1924. № 3/4. С. 11-16.

¹⁷⁷ Вся Москва, адресная и справочная книга на 1923. М., 1923. С. 323-324.

¹⁷⁸ Справочный каталог российской промышленности. М., 1923.

¹⁷⁹ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 9.

¹⁸⁰ Торгово-промышленная газета. М. 1926. № 144. С. 4.

¹⁸¹ Приложения к карте промышленности СССР. Европейская часть. М., 1927.

¹⁸² Клеванная Л. П., Герасимова В. М., Кошечкина Л. В., Макарова, Н. А., Попова В. Ф. Опыт работы Московского пивоваренного завода им. А. Е. Бадаева (Обзор). М., 1975.

войдя таким образом в первые 90 лучших. Предприятия-победители могли рассчитывать на финансовую поддержку ВСНХ.¹⁸³

В 1929 г. по причине начала антиалкогольной кампании в СССР производство алкогольной продукции было сосредоточено именно на Трехгорном заводе, в то время как другие крупные заводы этого времени – Хамовнический и Шаболовский – перешли на выработку фруктовых вод, кваса и безалкогольного меда.¹⁸⁴ Это решение само по себе дает основание полагать, что знаменитое качество трехгорного пива сохранилось и в советское время, однако альтернативной причиной данного выбора может быть и удобство логистики. Часть производства на Трехгорном заводе также была отведена под минеральные воды.¹⁸⁵

В 1934 г. протоколом заседания Президиума Московского совета РК и КД №23 Трехгорному заводу было присвоено имя соратника Ленина, первого депутата от рабочих в IV государственной думе Российской империи А. Е. Бадаева.¹⁸⁶ Бадаев был членом ЦК партии, занимал множество руководящих должностей – в 1937-1938 гг. занимал пост народного комиссара пищевой промышленности РСФСР, с 1938 г. заместитель Председателя Московского горисполкома, работал в Президиуме Верховного Совета СССР. После освобождения от должности в Президиуме с 1943 по 1951 гг. А. Е. Бадаев занимал пост руководителя Главпиво.¹⁸⁷

В советское время не останавливалось и совершенствование технического оснащения и производственного процесса на теперь уже Бадаевском заводе. Так, уже в 1930-х начинал применяться в производстве микробиологический контроль, производились лабораторные

¹⁸³ Торгово-промышленная газета. М. 1928. № 131. С. 6.

¹⁸⁴ Московская промышленность. М. 1929. № 2.

¹⁸⁵ Московская промышленность. М. 1929. № 6.

¹⁸⁶ РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 24. Д. 2608. Л. 2.

¹⁸⁷ Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 2. М., 1970; *Почебут Г. А., Малкин Б. Г. А.* Е. Бадаев — депутат питерских рабочих (1883-1951). Ленинград, 1962. С. 54-56, 143, 154-157.

исследования.¹⁸⁸ В 1950-х применялись передовые технологии терморегуляции.¹⁸⁹

К 1958 г. на Бадаевском заводе производились четыре оригинальных сорта пива – «Рижское», «Московское», «Ленинградское», «Двойное золото». Технологии их приготовления, начиная от варки солода и заканчивая розливом, были задокументированы и опубликованы,¹⁹⁰ что свидетельствует о чрезвычайной прозрачности производства.

В 1970-х гг. был перестроен корпус Варни. Облик кирпичного стиля XIX века был утерян, ему на смену пришло минималистичное многоэтажное строение с редким декором (см. рис. 26). Тем не менее, часть кладки оригинальной Варни рубежа веков сохранилась и до сегодняшнего дня. Как отмечалось ранее, возрос уровень механизации, рабочие завода участвовали в социалистических соревнованиях, получая многочисленные награды и поощрения.¹⁹¹ По оценкам современников, Бадаевский завод вновь вышел на лидирующую позицию в стране среди пивоваренных предприятий.¹⁹²

¹⁸⁸ Материалы лаборатории Завода им. Бадаева / Значение микробиологического контроля пивоваренного производства // Технохимический и микробиологический контроль пивоваренного и безалкогольного производства. М., 1937. С. 14-25.

¹⁸⁹ *Леонтьев Л. А.* Автоматизация теплорегулирования и контроля режима стерилизации фильтрмассы на массомойках. (из опыта работы пивоваренного завода имени Бадаева). М., 1958.

¹⁹⁰ *Киричек П. Д.* Особенности технологии оригинальных сортов пива (из опыта работы пивоваренного завода имени Бадаева). М., 1958.

¹⁹¹ *Клеванная Л. П., Михайлова Г. А., Зернов Н. Е., Баронин В. П.* Опыт работы московского ордена «Знак Почета» пивоваренного завода имени А. Е. Бадаева в девятой пятилетке и перспективы его развития в десятой пятилетке. М., 1976.

¹⁹² *Клеванная Л. П., Герасимова В. М., Кошечкина Л. В., Макарова, Н. А., Попова В. Ф.* Указ соч.



Рис. 26. Перестроенный производственный корпус, сохранившийся до наших дней. Современная фотография из сети Интернет.

3.1.3. Трехгорный завод в постсоветский период и его современное состояние

В 1993 г. имя советского государственного деятеля А. Е. Бадаева было убрано из названия предприятия. Завод был приватизирован и преобразован в акционерное общество «Трехгорный пивоваренный завод», вернув прежнее имперское название. В 2006 г. производство на Трехгорном заводе было остановлено, территория завода и элементы архитектурного ансамбля – «Главный корпус», «Солодовенный корпус и старый элеватор» и «Старые контрольные ворота» – приобрели статус памятника культурного наследия,¹⁹³ границы охраняемой территории впоследствии были скорректированы и

¹⁹³ О корректировке границ зон охраны и утверждении режимов регулирования градостроительной деятельности на территориях зон охраны объекта культурного наследия (памятника истории и культуры) «Трехгорный пивоваренный завод, кон. XIX - нач. XX века, арх. А. Е. Вебер, Р. И. Клейн, А. П. Евланов. Ансамбль» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/3666650> (Дата обращения 26.04.2024).

сокращены.¹⁹⁴ В последующие годы часть помещений старых заводских зданий получили новое назначение – в них стали располагаться магазины и кафе, другие постепенно разрушались (см. рис. 27).

В сети Интернет стали появляться различные статьи, повествующие о ситуации с памятником с призывами как спасти и сохранить его, так и осуществить проект застройки.¹⁹⁵ Интересна в данном контексте статья кандидата архитектуры Д. С. Чайко, в которой он рассматривает различные проекты реконструкции и последующего использования корпусов завода. Среди них – его собственный, предполагающий реконструкцию исторического облика корпуса Варни и возобновление производства пива на заводе, причем по старинным рецептам. Также рассматриваются проекты реставрации корпусов завода с использованием их помещений как арт-коммуны или частного жилья.¹⁹⁶

¹⁹⁴ Архнадзор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/07/04/pamyatnik-invalid-amputatsiya-istorii/> (Дата обращения 26.04.2024) / URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/06/17/otkuda-nogi-rastut/> (Дата обращения 26.04.2024).

¹⁹⁵ Архнадзор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/07/04/pamyatnik-invalid-amputatsiya-istorii/> (Дата обращения 26.04.2024) / URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/06/17/otkuda-nogi-rastut/> (Дата обращения 26.04.2024); Гражданские силы.ру [Электронный ресурс] URL: <https://gr-sily.ru/obshestvo/badaevskij-zavod-pamyatnik-opasnyj-dlya-zhizni-28778.html> (Дата обращения 27.04.2024); Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4072158#id1787767> (Дата обращения 27.04.2024).

¹⁹⁶ Чайко Д. С. Указ. соч. С. 10-15.

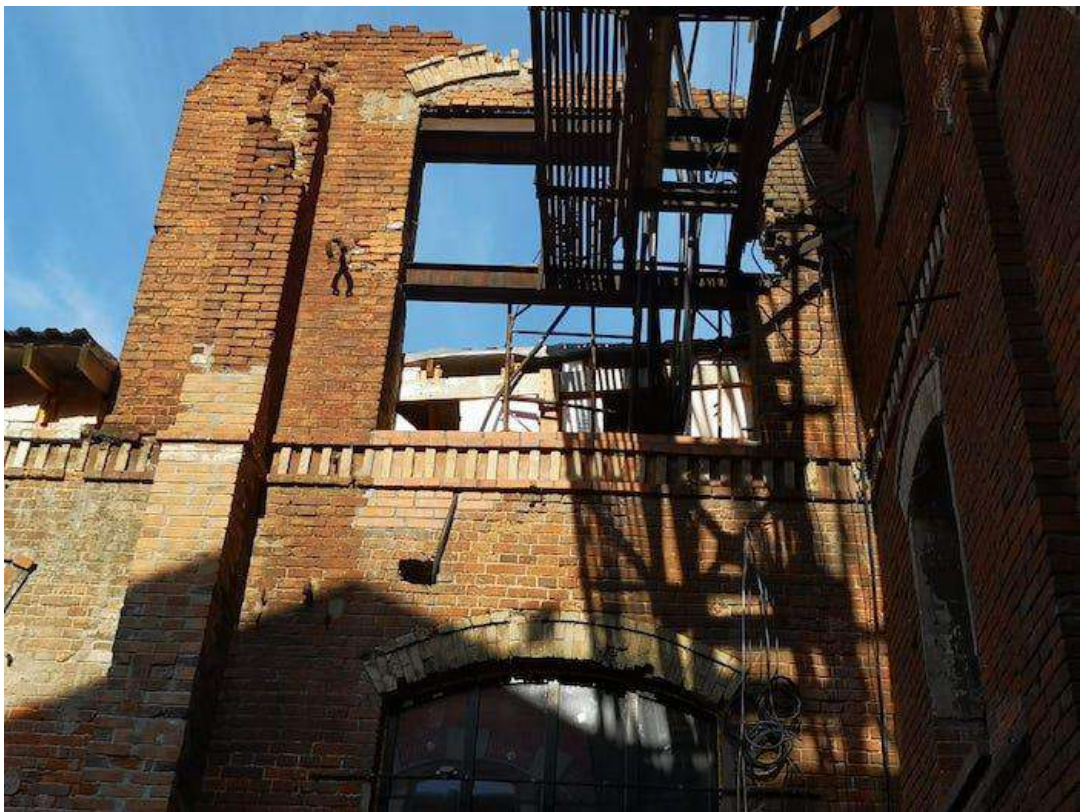


Рис. 27. Современная фотография с территории бывшего Трехгорного завода из сети Интернет.

На момент написания данной работы на территории бывшего Трехгорного пивоваренного завода ведется строительство ЖК «Бадаевский». Разработчиками проекта ЖК было предложено более чем неординарное решение – жилые помещения будут построены над историческими постройками на опорах высотой 35 м., таким образом, согласно заявлению на сайте проекта, будет сохранена целостность пространства и не пострадают архитектурные памятники.¹⁹⁷ Интересным является и тот факт, что на сайте проекта заявляется, что оригинальная архитектура корпуса Варни будет восстановлена, что также подтверждается на официальном электронном ресурсе градостроительного комплекса Москвы.¹⁹⁸

На сегодняшний день судьба исторической территории завода и сохранившихся построек остается неопределенной. Лишь время покажет,

¹⁹⁷ ЖК «Бадаевский» [Электронный ресурс] URL: <https://badaevsky.com/project/concept/> (Дата обращения: 25.04.2025).

¹⁹⁸ ЖК «Бадаевский» [Электронный ресурс] URL: <https://badaevsky.com/project/history/> (Дата обращения: 25.04.2025); Градостроительный комплекс Москвы [Электронный ресурс] URL: <https://stroimsk.ru/construction/3070> (Дата обращения: 25.04.2025).

будет ли произведена реставрация и Трехгорный завод получит заслуженное признание как памятник индустриального и культурного наследия страны, или же останется лишь на страницах истории, уступив нуждам сегодняшних коммерческих гигантов.

В заключение, можно сказать, что Трехгорный пивоваренный завод являлся одним из наиболее значительных, если не самым значительным предприятием своей отрасли как в имперский период, так и в советское время. Объемы продаж, качество продукции и постоянные инновации в производстве позволяют говорить о Трехгорном пивоваренном заводе как о несомненно важном для индустриальной истории страны объекте, заслуживающем внимания исследователей.

3.2. Источниковая база виртуальной реконструкции заводского производственного корпуса¹⁹⁹

Как упоминалось ранее, для осуществления виртуальной 3D-реконструкции совершенно любого объекта необходима серьезная источниковая база, иначе реконструкция превратится во всего лишь фантазию автора на тему его представлений о реальном объекте, что неприемлемо для исторической науки. Источники по Трехгорному пивоваренному заводу делятся на две основные категории – те, что необходимы для осуществления виртуальной реконструкции его архитектурного облика, и те, которые позволяют осуществить реконструкцию оборудования и производственных процессов.

¹⁹⁹ При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: *Гасанов А. А.* Виртуальная реконструкция индустриального наследия: опыт 3D-реконструкции архитектурного облика производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода в Москве рубежа XIX-XX вв. // Историческая информатика. 2021. № 2. С. 88–114; *Гасанов А. А.* Создание интерактивных сред и использование технологий виртуальной реальности в реконструкции производственных процессов (на примере Трехгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX-XX вв.) // Историческая информатика. 2021. № 3. С. 69-85.

3.2.1. Источники по истории и архитектурному облику Трехгорного завода

Среди первых большое значение имеют архивные источники – фонд 54 Центрального государственного архива города Москвы, фондообразователем которого является Московское губернское правление, содержит материалы, связанные с постройкой и перестройкой корпусов Трехгорного пивоваренного завода. Среди них – документы, связанные с получением разрешения на строительство, планы, чертежи и описания строений (см. приложение 2, рис. 3-4).²⁰⁰ На основе данных документов в ходе собственных исследований О. Г. Ким ранее был составлен план-периодизация (см. рис. 28), вносящий значительную ясность в историю перестройки корпусов завода. На плане, приведенном ниже, видно, что из Варни рубежа веков сохранилась лишь часть юго-западного фасада (отмечено синим цветом).

Как было ранее сказано в параграфе, посвященном источникам для виртуальной реконструкции, планы, чертежи и прорисовки фасадов, сделанные до постройки здания, нередко не во всем соответствуют реально существовавшему объекту. В случае Варни построенное здание не только отличалось от плана, но перестраивалось позднее, что серьезно изменило его облик (см. рис 29-30).²⁰¹

²⁰⁰ ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 140. Д. 22; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 144. Д. 47; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 145. Д. 29; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 149. Д. 45; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 151. Д. 75; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 158. Д. 26; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 163. Д. 27; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 164. Д. 62; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 169. Д. 126.

²⁰¹ ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 149. Д. 45. Л. 6-8.

ОБЪЕКТ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ (в 1991-2018 гг. –
выявленный объект культурного наследия)
«ТРЕХГОРНЫЙ ПИВОВАРЕННЫЙ ЗАВОД КОН. XIX – НАЧ. XX ВВ., АРХ.
А.Е. ВЕБЕР, Е.И. КЛЕЙН, А.П. ЕВЛАНОВ. АНСАМБЛЬ».
МОСКВА, КУТУЗОВСКИЙ ПР., 12.

Корпус старой варки (строение 2): исторически ценный
градоформирующий объект

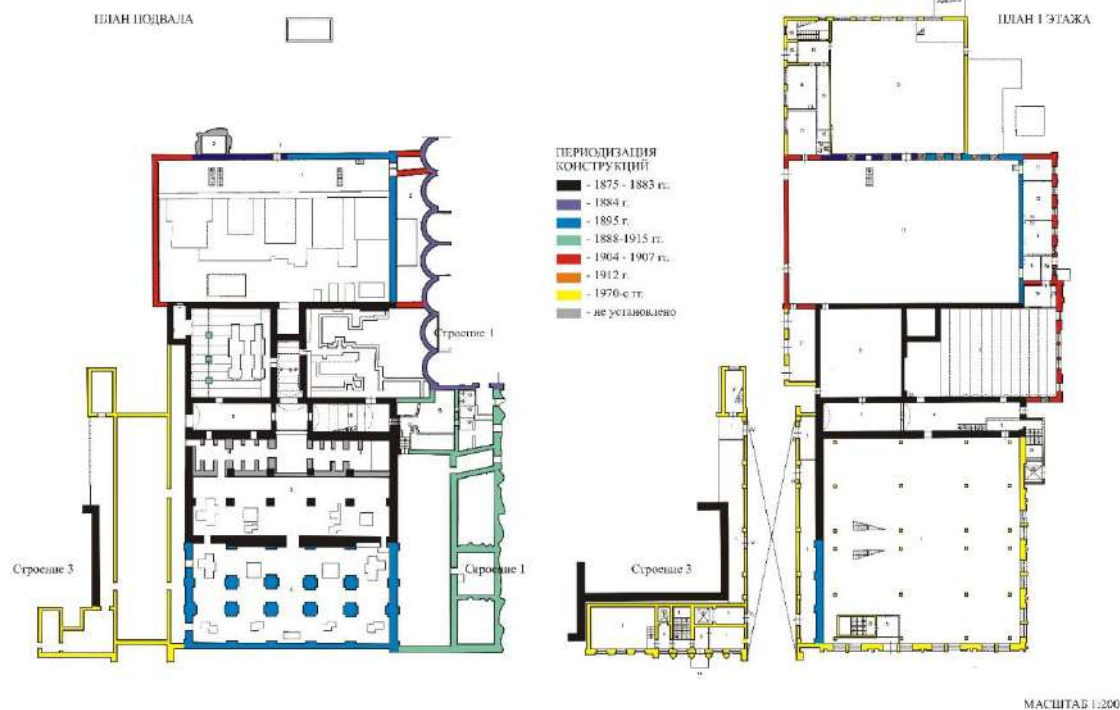


Рис. 28. План-периодизация, составленный О. Г. Ким. Справа снизу план 1-го этажа варочного корпуса, выше – машинное отделение и котельная. Слева – план подвала.

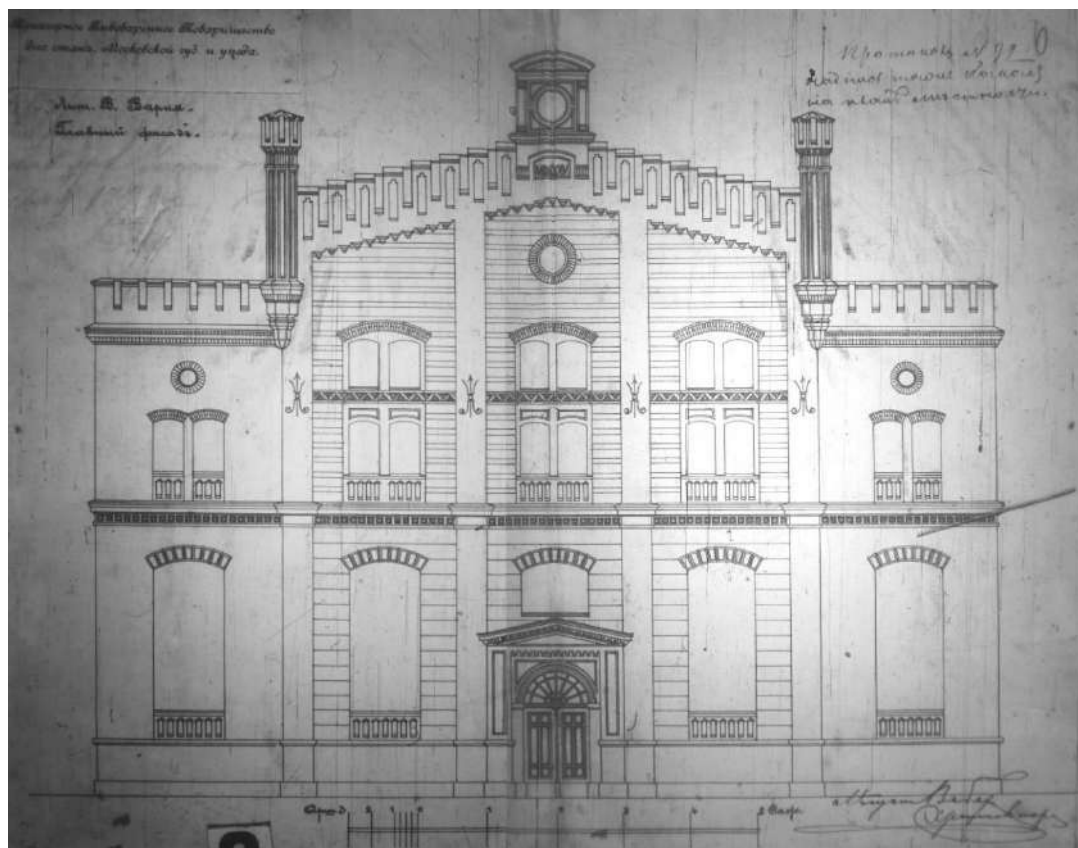


Рис. 28. Прорисовка главного фасада. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 149. Д. 45. Л. 6



Рис. 29. Варня Трехгорного пивоваренного завода на рубеж XIX-XX вв. Впервые опубликовано в статье автора – «Виртуальная реконструкция индустриального наследия: опыт 3D-реконструкции архитектурного облика производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода в Москве рубежа XIX-XX вв.»

Таким образом, основным источником для виртуальной реконструкции послужили фотографии. Технология Camera Match, применение которой освещалось ранее, использованного в реконструкции данного объекта приложения для 3D-моделирования 3ds-Max позволила на основе фотографий также рассчитывать размеры элементов постройки. Всего использовались несколько комплексов фотографий. В издании к двадцатипятилетию Трехгорного завода имеется альбом, который содержит фотографии множества строений завода, включая несколько фотографий Варни изнутри и снаружи. Там же было обнаружено единственное изображение тылового фасада здания (см. приложение 2, рис. 5-6), на основе которого было заключено, что на нем также имелись окна на 2-м этаже.²⁰²

Материалы профессиональной фотосъемки состояния объекта на 2021 г. были также предоставлены О. Г. Ким. Среди них – фотографии

²⁰² Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. Л. 15-67.

сохранившихся элементов кладки Варни 1895 г. (см. рис. 31), что позволило более точно воспроизвести использованный материал кирпича.



Рис. 31. Более темный и мелкий кирпич – кладка XIX века. Видны также частично заложённые окна и элементы декора. Фотография сделана ок. 2021 г.

Наконец, использовался ряд электронных ресурсов, предлагающий множество фотографий корпусов Трехгорного завода. Кроме немногих фотографий Варни использовались также изображения других сохранившихся корпусов XIX века, т. к. многие элементы декора повторяются или частично повторяются на разных корпусах, а качество современной фотографии позволяет намного лучше рассмотреть их, чем на съемках рубежа XIX-XX вв.

Среди использованных электронных ресурсов – «Архнадзор», дополняющий свои статьи о современной ситуации с заводом фотоматериалами.²⁰³ «PastVu» – электронный ресурс, предлагающий атрибутированные фотографии, рассортированные по периодизации и расположенные на карте.²⁰⁴ Комплекс фотографий, а также оцифрованные в высоком качестве материалы из «Двадцатипятилетия Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве» содержатся в частных блогах электронного ресурса «LiveJournal».²⁰⁵ Некоторые изображения, в том числе свидетельствующие о сегодняшнем состоянии зданий корпусов, содержатся на электронных ресурсах «Гражданские силы.ру» и «Коммерсантъ».²⁰⁶

Источниками по основанию Трехгорного товарищества, постройке завода и первым годам его существования послужили «Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве», включающее в себя описание истории и структуры предприятия за первые двадцать пять лет его

²⁰³ Архнадзор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/07/04/pamyatnik-invalid-amputatsiya-istorii/> (Дата обращения 26.04.2021) / URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/06/17/otkuda-nogi-rastut/> (Дата обращения 26.04.2024); Архнадзор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/07/04/pamyatnik-invalid-amputatsiya-istorii/> (Дата обращения 26.04.2024). / URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/03/04/chelsea-tate-badaevskiy-ili-izmuchennyye-surrealizmom/> (Дата обращения 26.04.2021).

²⁰⁴ PastVu. [Электронный ресурс]. URL: <https://pastvu.com/p/1003687> (Дата обращения 28.04.2021).

²⁰⁵ LiveJournal. [Электронный ресурс]. URL: <https://vadimrazumov.ru/510909.html?rfrom=deadokey> (Дата обращения 28.04.2024); LiveJournal. [Электронный ресурс]. URL: <https://lilyhoplit.livejournal.com/131646.html> (Дата обращения 28.04.2024).

²⁰⁶ Гражданские силы.ру [Электронный ресурс]; Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4072158?id1787767> (Дата обращения 27.04.2024).

существования,²⁰⁷ «Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве»²⁰⁸ и документы фонда 54 ЦГА Москвы, связанные со строительством, упоминавшиеся ранее.²⁰⁹ Отдельный эпизод деятельности завода освещен в письме к правлению завода Г. А. Гивартовского.²¹⁰ Период 1902-1914 гг. покрывают «Протоколы правления» из фонда 1281 ЦГА Москвы «Трехгорное пивоваренное товарищество».²¹¹ Также к разряду источников можно отнести исследование Н. Ф. Ярцева «Пиво московских заводов», содержащее экспертную оценку современником качества выпускаемой московскими пивоваренными заводами продукции.²¹²

Относительно раннего советского периода многие источники были почерпнуты из публикации К. В. Свешникова «Пивоварение в Советском Союзе. Эпоха ВСНХ».²¹³ Среди них – ряд журналов и статистических изданий.²¹⁴ Для отражения технических новшеств, инноваций, оценки деятельности Бадаевского завода использовались публикации современников.²¹⁵

²⁰⁷ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. М., 1901.

²⁰⁸ Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве: утв. 6 июня 1875 г. М., 1911.

²⁰⁹ ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 140. Д. 22; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 144. Д. 47; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 145. Д. 29; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 149. Д. 45; ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 151. Д. 75.

²¹⁰ *Гивартовский Г. А.* Особое мнение г.г. председателя Совета Г.А. Гивартовского и члена Совета г. А. А. Лутрейль о Трехгорном пивоваренном товариществе. М., 1882.

²¹¹ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166, 245.

²¹² *Ярцев Н. Ф.* Пиво московских заводов: Исслед. Н.Ф. Ярцева. М., 1887.

²¹³ *Свешников К. В.* Пивоварение в Советском Союзе. Эпоха ВСНХ: очерк истории, предприятия, статистика ВСНХ, торговые знаки. М., 2012.

²¹⁴ *Югов А.* Новая хозяйственная политика Моссельпрома. // Бюллетень Московского совета народного хозяйства. М., 1921. № 15-16; *Эренбург Д. Г.* Современное состояние пивоваренной промышленности. // Пищевая промышленность М. 1924. № 3-4. С. 11-16; *Вся Москва*, адресная и справочная книга на 1923. М., 1923; *Торгово-промышленная газета*. М. 1926. № 144; *Торгово-промышленная газета*. М. 1928. № 131; Приложения к карте промышленности СССР. Европейская часть. М., 1927; *Московская промышленность*. М. 1929. № 2, 6; *Справочный каталог российской промышленности*. М., 1923.

²¹⁵ *Материалы лаборатории Завода им. Бадаева / Значение микробиологического контроля пивоваренного производства // Технохимический и микробиологический контроль пивоваренного и безалкогольного производства*. М., 1937. С. 14-25; *Леонтьев Л. А.* Автоматизация теплорегулирования и контроля режима стерилизации фильтрмассы на массомойках. (из опыта работы пивоваренного завода имени Бадаева). М., 1958; *Киричек П. Д.* Особенности технологии оригинальных сортов пива (из опыта работы пивоваренного

Для справок об использованных терминах применялся Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона.²¹⁶ Биографическая публикация Г. А. Почебута и Б. Г. Малинкина и справочная статья из Большой советской энциклопедии были использованы для приведения краткой биографии А. Е. Бадаева.²¹⁷

3.2.2. Источники по пивоваренному оборудованию и производственным процессам пивоварения XIX века

Отдельная задача в работе по Трехгорному заводу – виртуальная реконструкция оборудования и производственного процесса завода. Для этого прежде всего необходимо было определить, какие машины использовались в процессе пивоварения на Трехгорном заводе, найти изображения их и их аналогов. Список оборудования, использованного в Варне, содержится в делах фонда 311 ЦГА Москвы – Северное страховое общество г. Москвы.²¹⁸ Списки закупок оборудования удалось обнаружить в фонде 1281 – Трехгорное пивоваренное товарищество.²¹⁹ Изображения некоторых элементов оборудования и помещений, где оно было расположено, были обнаружены в фотографиях, дополняющих публикацию к двадцатипятилетию завода (см. рис. 32, приложение 2, рис. 7-8).²²⁰

завода имени Бадаева). М., 1958; *Клеванная Л. П., Михайлова Г. А., Зернов Н. Е., Баронин В. П.* Опыт работы московского ордена «Знак Почета» пивоваренного завода имени А. Е. Бадаева в девятой пятилетке и перспективы его развития в десятой пятилетке. М., 1976; *Клеванная Л. П., Герасимова В. М., Кошечкина Л. В., Макарова, Н. А., Попова В. Ф.* Опыт работы Московского пивоваренного завода им. А. Е. Бадаева (Обзор). М., 1975.

²¹⁶ *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXII. СПб, 1897; Том V а. СПб, 1897; Том VIII а. СПб, 1893; Том XXII. СПб, 1897; Том XXIIIа. СПб, 1898.

²¹⁷ Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 2. М., 1970; *Почебут Г. А., Маликин Б. Г. А.* Е. Бадаев — депутат питерских рабочих (1883-1951). Ленинград, 1962.

²¹⁸ ЦГА Москвы Ф. 311. Оп. 1. Д. 2332.

²¹⁹ ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 213.

²²⁰ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. Л. 34-36.

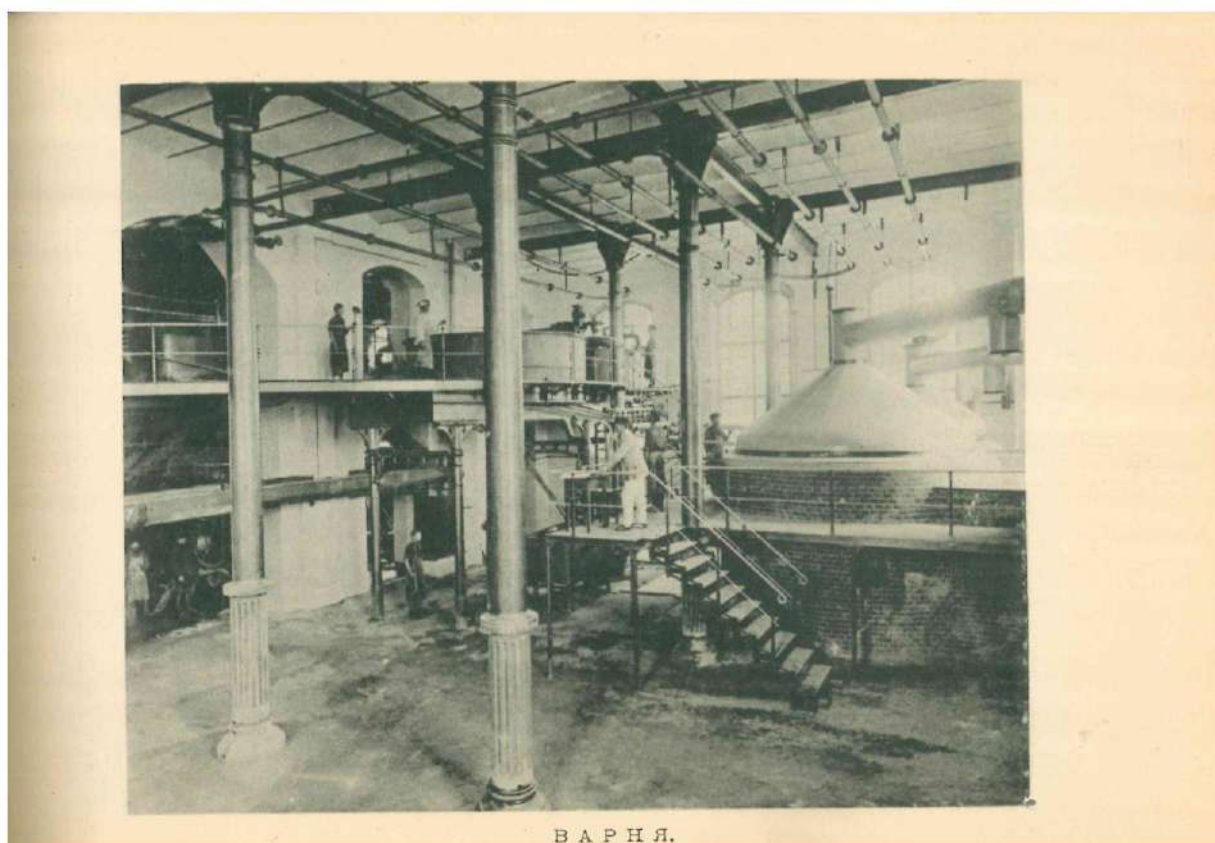


Рис. 32. Одна из немногих фотографий, изображающих Варню изнутри. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 34.

Однако по имеющимся визуальным источникам невозможно было восстановить цельную картину расположения, внешнего вида и назначения оборудования завода, а потому привлекались изображения аналогов и схемы, на которых представлены в общем виде используемые машины того периода.

Ключевым источником по процессу пивоварения и оборудованию пивоваренных заводов стала книга Л. Н. Симонова «Пивоварение (заводское и домашнее), квасоварение и медоварение», изданная в 1898 г. и содержащая подробное описание пивоваренного процесса XIX века и используемого оборудования.²²¹ Также использовалась схема и текст статьи «пивоварение» энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона.²²² Изображение на схеме двух этажей варочного отделения из словаря во многом легло в основу

²²¹ Симонов Л. Н. Указ. соч.

²²² Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб, 1898. С. 559-573.

виртуальной реконструкции варочного процесса, особенно касательно второго этажа, по которому отсутствовали фотоматериалы (см. рис. 33).

Полезным было и обращение к немецкой энциклопедии — «Энциклопедическому словарю Мейера», считающемуся иногда одной из самых полных энциклопедий XIX века.²²³ Статья «bienen» (пиво) словаря содержала множественные изображения пивоваренного оборудования, которых не имелось в русскоязычных энциклопедиях, снабженные подробными описаниями (см. рис. 34, приложение 2, рис. 9-10).

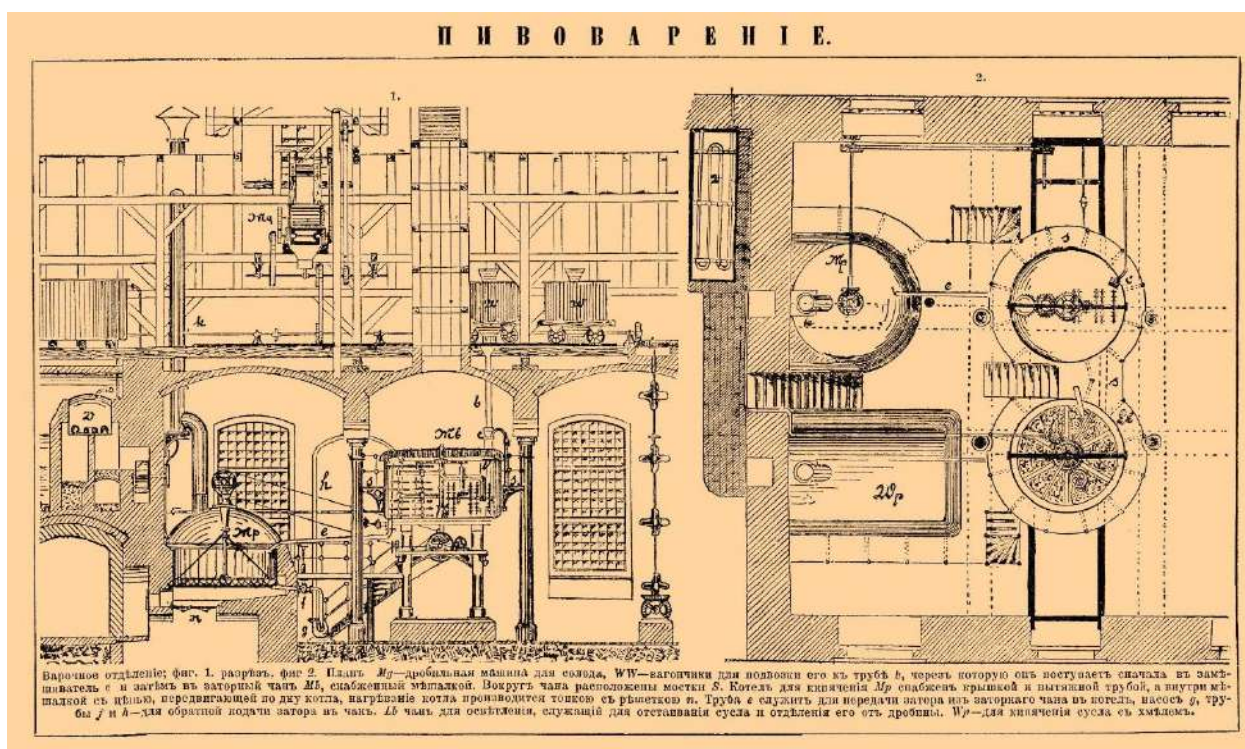


Рис. 33. Иллюстрация к статье «пиво» в Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона. Варочное отделение представлено в двух проекциях, изображены 2 чана, 2 котла, дробилка для солода, способ подачи солода в заторный чан, резервуары для воды.

²²³ Meyer H. J. Op. cit.

Eine hierzu dienende **Malzquetsche** (**Malzbrech-, Malzschrotmaschine**, *Fig. 1*) besitzt einen Trichter a, durch welchen das Malz auf das rotierende Prisma b fällt, dessen Wirkung durch eine Stellschraube c reguliert werden kann. Von hier gelangt es in einen allseitig von Holzwänden d, d eingeschlossenen Raum e und auf

mit Hilfe des Rührscheites oder besonderer *Maischmaschinen* mit Wasser weiter vermischt. Eine einfache Maischmaschine für kleinere Brauereien zeigt *Fig. 4*. Die senkrechte Welle a in der Mitte des Maischbottichs trägt unten die beiden schräg gestellten Flügel b, b, welche eine Anhäufung der schweren

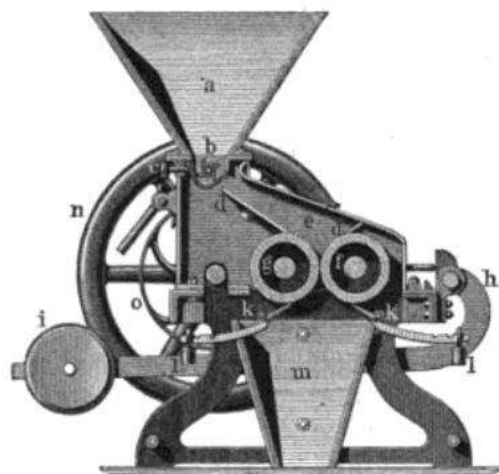


Fig. 1. Malzquetsche.

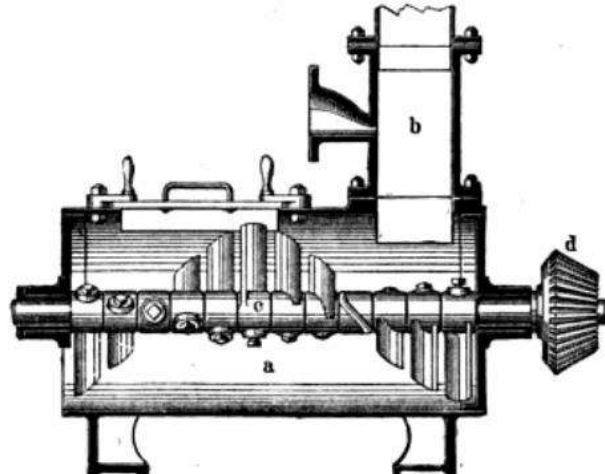


Fig. 3. Vormaischapparat.

die Quetschwalzen f, g, von denen g ein festes Lager hat, während f durch ein Hebelwerk h mit Gewicht i an die andre Walze angedrückt wird. Nach Passierung der Walzen wird das geschrotene Malz in einem Behälter m aufgefangen. Durch Schabeisen k, k, welche wieder mit Hebelwirkung durch Gewichte l, l an die Walzen angedrückt werden, wird das Mitnehmen hängen gebliebener Malzteile verhindert. Den Antrieb erhält die Maschine mittels Treibriemen über dem an dem Schwungrad n befestigten Rade o. Das zer-

Teile der Maische in der Mitte des Bottichs verhindern und die Maische in Rotation versetzen. Die rotierende Maische muß aber beständig die Stäbe c, c passieren und wird dadurch in gleichmäßiger Mischung erhalten. Der Antrieb der Welle a erfolgt durch die Zahnräder d, e und die Riemenscheibe f.

Die Braupfanne oder der Braukessel, welcher in kleinern Brauereien sowohl zur Gewinnung der Würze, zum Erhitzen des Wassers und der Maischen als auch zum Kochen derselben mit Hopfen dient, ist je nach

Рис. 34. Изображение дробилки для солода и предзаторного аппарата для перемешивания дробленого солода с водой, снабженные описаниями – Энциклопедический словарь Мейера.

Сформированная источниковая база, таким образом, позволяет получить достаточно полное представление об архитектуре Варни Трехгорного завода – в фотоматериалах запечатлены все стороны здания, научно-техническая документация позволяет уточнить размеры строения и отдельных его частей, а современные фотографии сохранившихся элементов дают представление об использованных материалах. В вопросе внутренних помещений и использованного оборудования, однако, приходится во многом полагаться на изображения музейных аналогов и схемы пивоваренных корпусов, приведенные в энциклопедиях. Значительные пространства внутренних помещений поэтому было решено оставить пустыми, чтобы не создавать излишнего количества гипотетических моделей. Тем не менее, источники по пивоваренному процессу XIX в. и схемы пивоваренных отделений позволяют

полностью воспроизвести сам алгоритм пивоварения, что и являлось главной целью виртуальной реконструкции оборудования и его работы.

3.3. Создание виртуальной модели заводского производственного корпуса

Создание виртуальной 3D-реконструкции, как упоминалось ранее, состоит из нескольких этапов. Наиболее значительным является переход от непосредственно построения виртуальной геометрии к визуализации и получению изображений – рендеров. Одна и та же геометрия может выглядеть совершенно по-разному в различных программах и с разными настройками рендеринга, потому имеет смысл рассматривать эти процессы отдельно.

3.3.1. Создание виртуальной геометрии архитектуры Варни Трехгорного завода

Поскольку в виртуальной реконструкции Варни Трехгорного завода изначально была поставлена задача восстановить также и оборудование и смоделировать часть производственного процесса, происходившего в данном корпусе, весь процесс реконструкции сразу организовывался таким образом, чтобы было возможно создать интерактивную виртуальную среду. В связи с этим в работе применялось множество оптимизаций, чтобы такая среда могла работать с достаточно высокой производительностью без «просадок». В данной главе будет рассмотрен процесс создания трехмерной модели архитектурного облика Варни, работа с внутренними помещениями и реконструкция оборудования будет описана в пятой главе, посвященной методам репрезентации результатов виртуальных реконструкций, поскольку применявшиеся методы и технологии непосредственно определялись именно выбранными вариантами репрезентации.

Прежде всего были отобраны те визуальные источники, которые наиболее часто будут применяться в построении модели. Для соблюдения размеров в сцену были добавлены чертежи и отмасштабированы в соответствии с указанным масштабом и установленными единицами

измерения в 3ds-Max. Наиболее важные изображения также были добавлены в сцену, чтобы избежать необходимости переключаться между моделью и источниками, кроме того, для большего удобства использовался второй экран, подключенный к компьютеру, на который могли выводиться общие планы или конкретные детали параллельно работе с ними.

Технология Camera Match была ранее рассмотрена в параграфе, посвященном методам 3D-моделирования, поэтому повторно рассматриваться в данной главе не будет. Применение данной технологии позволило более точно рассчитать размеры и расположение окон и элементов декора. До применения технологии большие вопросы вызывало строение боковых фасадов, поскольку первые три пролета бокового фасада визуально соответствовали пролетам переднего, однако, при подсчете с той же шириной получившееся значение не совпадало с длиной фасада по чертежам (ширина пролета высчитывалась из ширины фасада и количества пролетов).

В результате применения Camera Match подтвердились гипотезы о различной ширине пролетов переднего и боковых фасадов при единой ширине окон, а также выяснилось, что между первыми тремя и последними четырьмя окнами на боковых фасадах имелся увеличенный промежуток, что нельзя было узнать из планов, поскольку они либо включали боковые фасады не целиком, либо включали на другой временной период, где их строение значительно отличалось.

Далее отдельными ассетами создавалась геометрия здания. Ассетом в данном контексте называется объект в 3D-редакторе. Каждый ассет состоит из точек, ребер и полигонов, однако их модификация происходит в отдельном режиме относительно действий с ассетами целиком. Поскольку многие архитектурные элементы повторялись, они не моделировались несколько раз, а создавались единожды, а затем копировались (см. рис. 35). Копирование в 3ds-Max возможно производить как функцией Copy – создание независимых копий (при модификации одной – другие остаются неизменными), так и

функцией Instance – где копия будет автоматически изменяться при изменении другой копии. Первый вариант используется для создания нового элемента из аналогичного, второй – для копирования полностью одинаковых элементов, используемых в объекте много раз.

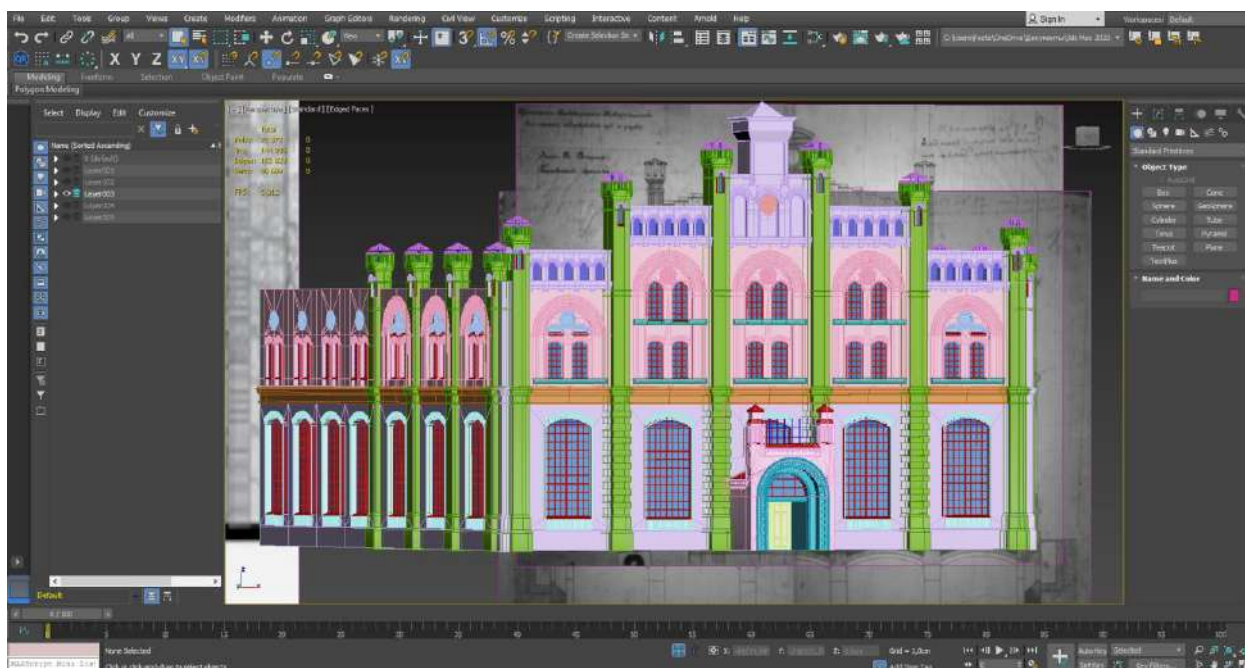


Рис. 35. Процесс создания 3D-геометрии. Различные ассеты выделены своими цветами. На фоне можно увидеть установленные чертежи в качестве референсов.

В процессе работы с боковыми фасадами возник другой вопрос – если пролеты переднего фасада и первые три пролета боковых фасадов разделены пилястрами и могут быть текстурированы в 3D-Coat или Substance Painter уникальными текстурами, то четыре последних пролета боковых фасадов не имеют разделения. Таким образом, в случае использования уникальных текстур получались либо швы, либо предельно крупные текстуры, тяжелые для работы с ними. Было принято решение использовать тайлинг (повторение, как правило, бесшовной текстуры) по всему объекту и поделить его не на уникальные ассеты, отражающие отдельные архитектурные элементы, а объединить в более крупные ассеты по принципу использования одного материала, подобный подход позволяет также снизить нагрузку на оборудование при работе с 3D-движками (см. рис. 36).

По ходу работы использовалась практика создания резервных копий созданных моделей, а также их облачного хранения – загрузки копий на виртуальный диск в сети Интернет. Вероятность потери данных была сведена практически к нулю, а также обеспечивалась возможность возвращения к старым версиям, в случае совершения серьезных ошибок при моделировании или появления критических багов в программе.

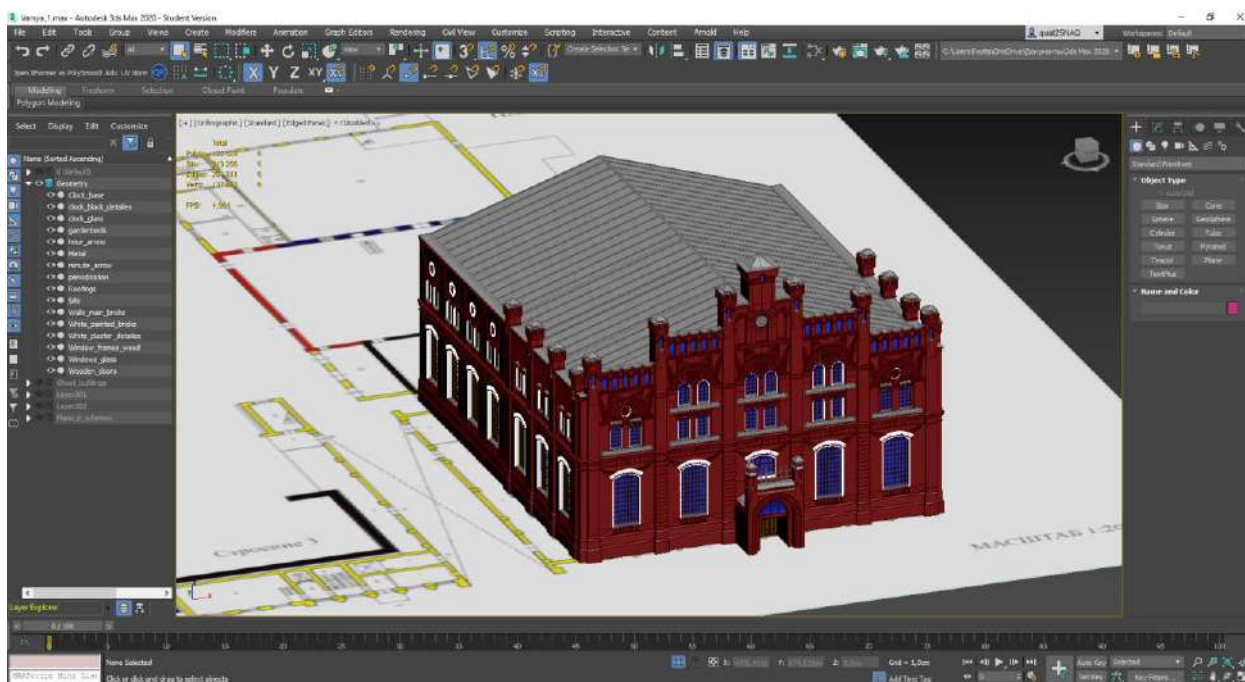


Рис. 36. На данном скриншоте видно, что цвета уже обозначают материалы, а не различные ассеты. Ассеты с единым материалом объединены между собой, для уменьшения количества запросов на отрисовку текстуры в движке.

Поскольку предполагалось применение тайлинга, было невозможно использовать технологию запекания нормалей (применяющуюся в 3D-моделировании для уменьшения «веса» объекта и упрощения расчетов, связанных с ним в движках), предполагающую создание двух моделей – одной высокополигональной (имеет большую детализацию ввиду большего числа полигонов), другой низкополигональной (часть детализации при создании такой модели игнорируется), а затем перенесение детализации с высокополигональной модели на низкополигональную в виде текстур фактуры объекта – карт нормалей. В связи с этим было решено на наиболее

заметных углах создать фаски, чтобы избежать видимости идеально острых углов, а в остальном – ограничиться средним уровнем детализации.

3.3.2. Текстурирование и визуализация Варни Трехгорного завода

Модель Варни Трехгорного завода изначально предполагалась для интерактивной презентации, а потому в качестве средства наложения текстур и создания рендеров был выбран движок Unreal Engine 4, в котором впоследствии создавалась логика интерактивных взаимодействий.

После завершения создания геометрии Варни, следующим этапом являлось наложение текстур, чтобы придать модели реалистичный и завершенный вид. Чтобы обеспечить корректное наложение текстур, необходимо было произвести процедуру создания UV-разверток, ранее описанную во второй главе. Развертки создавались по одной для ассета, затем ассеты объединялись между собой в единые объекты по используемым для них материалам. После этого при помощи плагина Advanced UV Normalizer устанавливался единый Texel Density – значение пикселей текстуры на единицу размера, как правило, считается количество пикселей на метр, используются значения 1024 или 2048 (разрешение текстур должно быть кратно степеням двойки для оптимальной работы в движках).

Наибольшую сложность вызывала развертка округлых и полукруглых форм, т. к. кирпич в них должен также лежать по кругу. Если развернуть их обычным способом, то материал кирпича ляжет прямо, что будет некорректно относительно реальной кладки и визуально неуклюже (см. приложение 2, рис. 11-12). Таким образом, приходилось выпрямлять данные элементы на развертке, что, поскольку в скругленном состоянии длины внутреннего и внешнего контура неодинаковы, вызывало растяжения на развертке (см. рис. 37), т. е. разный Texel Density внутри одного объекта. Растяжения необходимо было свести к минимуму, что достигалось повторениями алгоритмов выпрямления (Straighten) и ослабления напряжения (Relax) на полигонной

сетке и, при необходимости, корректировалось вручную на уровне точек и полигонов.

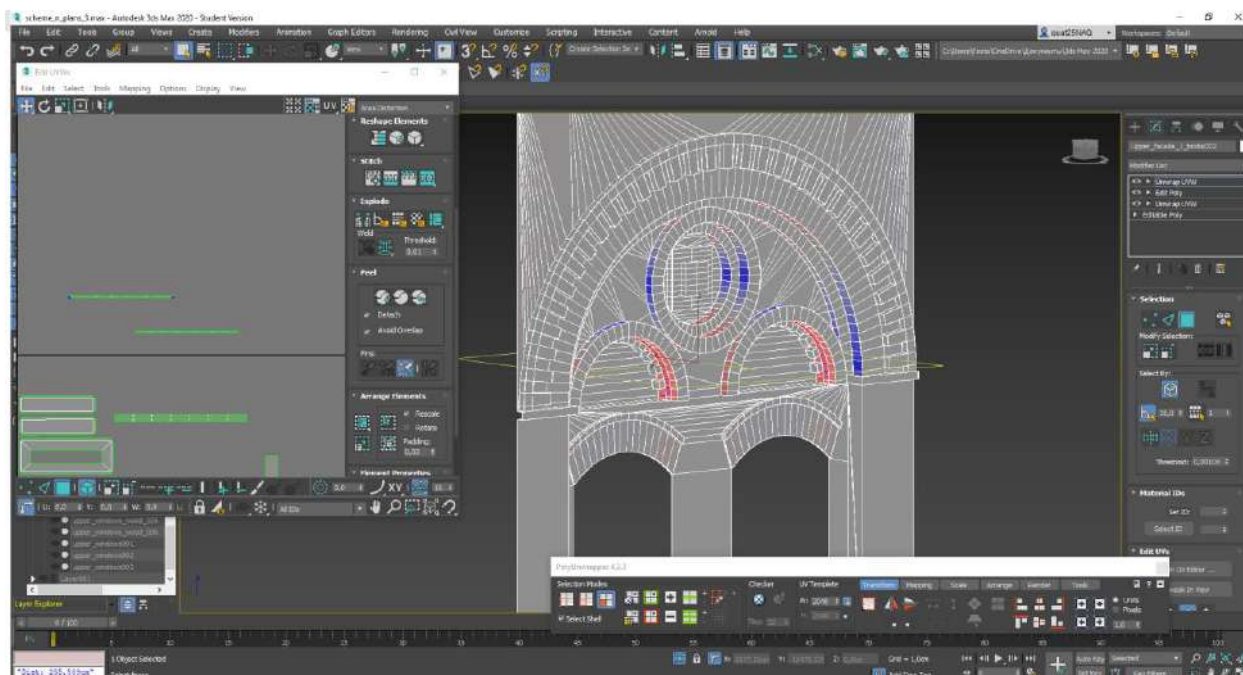


Рис. 37. Процесс создания развертки. Красным и синим показаны растяжения. Красные – сетка слишком сжата, синие – сетка слишком растянута.

После осуществления развертки модель была перенесена в движок Unreal Engine 4 для наложения материалов и последующей визуализации. Сборки как таковой в Unreal Engine практически не производилось, поскольку модель была перенесена единым файлом формата «.fbx», сохраняющим разделение на подобъекты для применения на них разных материалов. Отдельно переносились динамические объекты, требующие анимации, что в большей степени относится к виртуальной реконструкции оборудования. Такое разделение обусловлено тем, что при экспорте из 3ds-Max условный центр объекта – «пивот» (Pivot Point) оказывается в начале координат. Все действия с объектом (перемещение, поворот, масштабирование) происходят относительно пивота. Если множество объектов объединены в один файл, то он имеет единый пивот в начале координат, и при импорте в движок все объекты останутся на своих местах, однако перемещение, поворот и масштабирование будут происходить относительно пивота, что сделает практически невозможным корректную анимацию.

В качестве основы для материалов использовались готовые примеры материалов из официальной библиотеки Unreal Engine. Благодаря технологии процедурных материалов, любые их параметры, включая частоту повторения текстуры, цвет кирпичей, цвет цемента между кирпичами, рельеф и уровень глянцевого, можно было корректировать, чтобы добиться максимального соответствия с реально применявшимся материалом (см. приложение 2, рис. 13).

В процессе наложения материалов были обнаружены некоторые недостатки развертки, а потому она несколько раз дорабатывалась и модель перезагружалась в движок. При замене файла на другой с таким же названием Unreal Engine автоматически подменяет его во всех случаях его использования, сохраняя все операции, произведенные с ними. Таким образом, материалы оставались на нужных деталях при корректировке модели. Данное свойство движка и использование тайлинга позволяло вносить изменения в модель на любой стадии завершенности работы. В результате были сделаны ряд рендеров, что завершило процесс реконструкции архитектурного облика корпуса Варни. Модель Варни в движке была расположена на карте Трехгорного завода, а соседствующие корпуса отмечены полупрозрачными фигурами, отражающими их общую форму (см. рис. 38-39, приложение 2, рис. 12-17).

На этом создание модели корпуса Варни можно считать завершенным. Реконструкция внутренних помещений и оборудования тесно сопряжена с использованными методами интерактивной виртуальной репрезентации, а потому будет рассматриваться в пятой главе, посвященной этому вопросу.



Рис. 38. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX-XX вв. Финальный рендер в движке Unreal Engine 4.

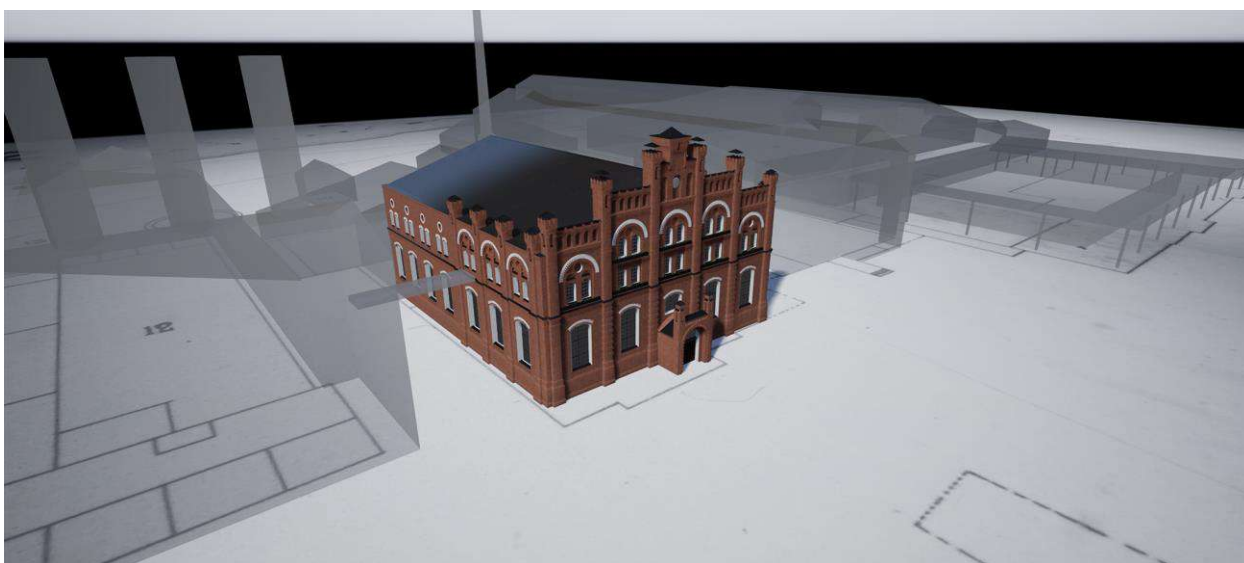


Рис. 39. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX-XX вв. Финальный рендер в движке Unreal Engine 4. Соседние корпуса солодовни и бродильни изображены полупрозрачными формами.

ГЛАВА IV

ВИРТУАЛЬНАЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОРЕВОЛЮЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ПРИМЕРЕ ОСНОВНЫХ СТРОЕНИЙ БАРАНЧИНСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Вторым объектом виртуальной 3D-реконструкции в данной работе стало предприятие тяжелой промышленности – Баранчинский металлургический завод Пермской губернии. Подход, использованный в работе над данным объектом, существенно отличался от такового для предыдущего объекта – Трехгорного пивоваренного завода. Подавляющее число строений Баранчинского завода не сохранилось до наших дней, и архитектурный ансамбль и назначение корпусов завода имеют более тесную связь между собой. Если для Трехгорного завода каждый корпус имел свое назначение, а производственные процессы происходили практически полностью независимо друг от друга, то для Баранчинского завода более корректно будет обращаться ко всей архитектурной композиции, возглавляемой двумя доменными печами. Этот ансамбль получил в данной работе наименование «основных» или «ключевых» строений завода, не только потому, что это были первые каменные постройки на территории Баранчинского завода, но и потому, что он в наибольшей степени создавал его архитектурный облик.

4.1. Основание и развитие Баранчинского металлургического завода²²⁴

Хотя Баранчинский завод нельзя назвать одним из крупнейших металлургических предприятий Урала, и он не был увековечен в произведениях искусства, в отличие от Трехгорного завода, с его историей связаны имена В. Н. Демидова, П. И. Шувалова, он посещался экспедицией под началом Д. И. Менделеева. Уникальная архитектура завода и печальный

²²⁴ При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: Гасанов А. А. Виртуальная 3D-реконструкция ключевых строений Баранчинского завода Пермской губернии на рубеже XIX-XX вв. (источниковедческие и технологические аспекты) // Исторический журнал: научные исследования. 2025. № 2. С. 34 - 53.

факт практически полной утраты этого промышленного памятника делают его первоочередной целью виртуальной 3D-реконструкции. Далее будет рассмотрена история Баранчинского завода в контексте уральской промышленности с момента его основания, представленная на два этапа – период Российской империи и дальнейшая судьба в Советском союзе и современной России.

4.1.1. Основание Баранчинского завода и его развитие в период Российской империи

Именно промышленная архитектура во многом определяла облик городов Урала во времена Российской империи, прежде всего практическое назначение объектов архитектуры, суровый климат и трудности логистики привели к появлению уникальных образцов архитектуры, заслуживающих особого внимания в контексте культурного наследия страны. Первоначально уральская архитектура была преимущественно деревянной, но разрушения, нанесенные восстанием Емельяна Пугачева, и необходимость перестройки заводских строений каждые 15-20 лет в итоге привели к переходу на каменное строительство в создании крупных промышленных сооружений. Архитекторы несли ответственность за расход материалов, безопасность построек, различные аспекты логистики, формы и размеры построек диктовались используемым оборудованием, расположение которого в цехах также ложилось на плечи архитекторов. Перед ними стояла непростая задача – сочетать в своих работах жесткую практичность и эстетическую составляющую, что повлекло за собой создание многих выдающихся архитектурных памятников. В этих суровых условиях и раскрывался талант уральских архитекторов, таких как И. И. Связев, А. З. Комаров, К. А. Сидоров и М. П. Малахов.²²⁵

²²⁵ Алферов Н. С. Указ. соч. С. 14-25.

Баранчинский завод принадлежал к Гороблагодатскому округу Пермской губернии, получившему свое название по горе Большая Благодать, где в 1730-х гг. были обнаружены богатые залежи железной руды. Рудознатцы, работавшие по заданию В. Н. Демидова, обнаружили выходы бурого железняка у впадения р. Актай в р. Баранчу, и шихтмейстером Петром Яковлевым в 1734 г. был составлен первый план строительства завода.²²⁶ Баранчинский завод мог бы быть построен Демидовыми, однако, пользуясь покровительством императрицы Анны Иоанновны и ее фаворита – Бирона, барон Курт фон Шемберг получил все права на разработку ресурсов горы Благодать.²²⁷ С Шембергом был заключен договор о руководстве горной промышленностью. Уже к 1739 г. у Шемберга накопились значительные долги перед казной за полученные заводы – 42 тыс. рублей, но в правление Анны Иоанновны они так и не были взысканы, поскольку барон пользовался покровительством императрицы и ее фаворита – Бирона. В краткое правление Анны Леопольдовны указом 17 августа 1741 г. уплата долгов была отсрочена на пять лет. Наконец, после перехода власти к Елизавете Петровне барон Шемберг лишился покровительства в высших кругах.²²⁸

Первые здания Баранчинского завода были построены в 1743 г. всего в 14 километрах от Кушвинского чугуноплавильного завода на месте впадения р. Актай в р. Баранча, и стал третьим металлургическим предприятием округа после Кушвинского и Туринского (названы по р. Кушве и р. Туре). Заводы, получая ресурсы с богатых месторождений горы Благодать, изготавливали чугун, различные виды железа, якоря и артиллерийские снаряды.²²⁹

²²⁶ ГАСО Ф.25, оп. 1, д. 30, л. 86.

²²⁷ Рожков В. И. Берг-компания на Магнитной горе Благодати и на Медвежьих островах в Лапландии. С. 440-443.

²²⁸ Бакшаев А. А. Передача Гороблагодатских заводов в частные руки в XVIII в. // Документ. Архив. История. Современность. Екатеринбург, 2005. Вып. 5. С. 77-78.

²²⁹ Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Пермская губерния. Часть 2. С. 168-169.

Поселок Баранчинский был основан вместе с заводом в 1743 г.²³⁰, населением таких заводских поселков были люди, связанные напрямую или косвенно с деятельностью самих предприятий – рабочие, служащие, администрация заводов, торговцы и ремесленники, представители государственной власти, военные и духовенство. Заводские поселки строились по регулярному плану, однако в процессе своего роста начинали застраиваться стихийно, с чем стремилась бороться местная администрация. Уральские заводские поселения составляли единый комплекс зданий с самим предприятием, включая в себя завод с плотиной и прудом, предзаводскую площадь и жилые кварталы, в начале XVIII в. обносились крепостным валом.²³¹

За пределами горнозаводских поселков располагались сельхозугодья с деревнями, владельцы заводов выполняли также роль помещиков, владея землей и работавшими на ней крестьянами. Такая взаимосвязь крестьянских хозяйств с заводами сохранялась даже после отмены крепостного права в 1861 г., что отрицательным образом сказывалось на экономике заводов.²³²

В 1754 г. Указом Берг-коллегии (восстановленной Елизаветой Петровной в 1742 г.) заводы Гороблагодатского округа – Туринский, Кушвинский, Баранчинский и находившийся на этапе строительства Серебрянский завод – со всеми приписанными к ним крестьянами были переданы генерал-аншефу П. И. Шувалову в целях увеличения их производительности.²³³ Барон фон Шемберг был лишен полномочий и выслан из страны «за казенную недоимку». Граф Шувалов получил также деньги из казны на развитие заводов с рассрочкой на десять лет. Для повышения эффективности он увеличил количество приписанных к заводам крестьян с трех тысяч до 33 тысяч душ за

²³⁰ Рундквист Н. А., Задорина О. В. Указ. соч. С. 30.

²³¹ Алферов Н. С. Указ. соч. С. 147-151;

²³² Холодова Л. П. Исторические концепты организации Уральских промышленных городов. // Управленец. 2009. №1-2 (28-29). С. 39-45.

²³³ Бакшаев А. А. Указ. соч. С. 84.

пять лет, сообщая при том, что вынужден привлекать к работе «малолетних, престарелых и увечных».²³⁴

К моменту своей смерти П. И. Шувалов, как и его предшественник, накопил огромные долги – 680 тыс. рублей, из которых 177 тыс. за Гороблагодатские заводы. Специально составленная комиссия для решения вопроса о долгах Шувалова предложила забрать в казну Гороблагодатские и Камские заводы, хотя их стоимость не покрывала сумму долга, рассчитывая на «милосердие и щедроту» императрицы. Екатерина II согласилась с таким решением, оставив наследнику графа А. П. Шувалову все железо, находившееся на заводах. Так в правление Екатерины II Баранчинский завод вновь перешел в казенное ведение.²³⁵

Указом Екатерины II 29 марта 1762 г. была запрещена покупка к заводам крестьян как с землей, так и без земли. К этому моменту к заводам Урала было приписано около 50 тыс. душ. Положение крестьян, приписанных к заводам, было плачевным, и неповиновение властям было столь значительно, что доходило до применения оружия.²³⁶ Императрица удостоила проблемы заводских крестьян своим пристальным вниманием, приказав генерал-майору А. А. Вяземскому разобраться в причинах недовольства и пресечь злоупотребления. По результатам доклада Вяземского было постановлено ограничить число дней работы крестьян на заводах, прекратить использование крестьян, проживающих на большом расстоянии от заводов, и «не обременять крестьян слишком тягостной работой», также крестьянам было разрешено подавать челобитные по поводу злоупотреблений. Волнения в регионе, тем не менее, особо остро проявились во время восстания Пугачева – его сторонники нередко имели поддержку среди заводских рабочих. Новой попыткой урегулировать отношения крестьян и промышленников был манифест 1779 г., определяющий обязанности приписных крестьян и увеличивающий вдвое их

²³⁴ Белов В. Д. Исторический очерк уральских горных заводов. С. 37-39.

²³⁵ Бакиаев А. А. Указ. соч. С. 84-85.

²³⁶ Белов В. Д. Указ. соч. С. 37-39.

заработную плату, в 1781 г. управляющие заводов по указу императрицы утратили право наказывать заводских крестьян по собственному усмотрению.²³⁷

В правление Александра I уральские заводы стали благодаря высоким таможенным тарифам фактическими монополистами в металлургии в Российской империи, уделялось внимание улучшению быта и упорядочению положения рабочих, была установлена ответственность промышленников за увечья и смерть рабочих. Впервые в 1801 г. был поставлен вопрос о важности научного изучения промышленности, с 1802 г. стали публиковаться «сведения об открытиях и изобретениях в области ремесел, художеств и земледелия».

Непосредственно сами заводы до 1820-х гг. находились примерно в том же состоянии, что и были, когда перешли в казну после П. И. Шувалова. Переустройством заводов занялся горный начальник обер-бергмейстер Мамышев, по его сметам им и его преемниками в 1820-1850-х гг. были возведены большая часть построек, сохранившихся до конца XIX в.²³⁸

В этот период архитектором А. З. Комаровым был построен комплекс доменных печей Баранчинского завода, который отмечался как выдающийся образец промышленной архитектуры и новое слово техники на тот момент. Плановое и объемное решение комплекса определяется его производственным назначением: в центре П-образной композиции располагаются две доменные печи высотой около 15 м., разделенные помещением для воздухоудельных машин. Расположенный перед ними литейный двор с двух сторон ограничивают сильно вынесенные вперед боковые крылья – корпуса, предназначенные для литья чугуновых изделий. Центр композиции акцентирован растянутым на всю ширину здания пологим треугольным фронтоном со вписанной в него полуциркульной аркой радиусом около семи

²³⁷ Бакшаев А. А. Указ. соч. С. 46-53.

²³⁸ Вострокнутов В. А. Краткий исторический обзор Гороблагодатского горного округа / сост. В. А. Вострокнутов. Екатеринбург, 1901. С. 13.

метров. Ее ритмически дополняют симметричные малые арки в углах фронтона, а также арочные проемы под куполообразными покрытиями доменных печей.²³⁹

Прилегающие к доменному двору здания механической фабрики и литейной были перестроены впоследствии, увеличившись в размерах и приобретя больше декора, были добавлены высокие арочные проемы боковых корпусов, гармонирующие с архитектурой доменного двора (см. рис. 40-41).



Рис. 40. Баранчинский завод в 1830-е гг. Фотография из коллекции Омского историко-краеведческого музея, представлена на электронном ресурсе «Госкаталог».²⁴⁰

²³⁹ Алферов Н. С. Указ. соч. С. 36-38.

²⁴⁰ Госкаталог [Электронный ресурс] URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/> (Дата обращения 14.03.2025).



Рис. 41. Баранчинский завод в конце XIX в. Корпуса механической и литейной фабрик (по бокам) перестроены, заметно изменение габаритов и декора. Фотография из альбома «Баранчинский казенный завод Гороблагодатского округа». Из коллекции Свердловского краеведческого музея имени О. Е. Клера. Представлена на электронном ресурсе «Госкаталог».

Неоднозначный эффект возымела на положение горнозаводских рабочих крестьянская реформа 1861 г. Отмечалось, что при суровом климате Урала и малой эффективности сельского хозяйства рабочие становились крайне зависимы от своих заработков на заводах. Кроме того, в конце 1850-х гг. произошло резкое увеличение цен на продовольствие, на ряде заводов, включая Баранчинский, цены на ржаную муку выросли в три раза.²⁴¹ В несколько раз снизилось количество рабочих и производство чугуна, последнее вернулось к дореформенным значениям лишь в 1880-90-х гг. и

²⁴¹ Белов В. Д. Указ. соч. С. 87-91.

существенно превысило их к 1900 г. Этому способствовало и переоснащение завода, включавшее два воздухонагревательных аппарата, паровую воздухоудвную машину, перевод доменных печей на горячее дутье, постройку новых зданий корпусов завода.²⁴²

Развитие технологий стало немаловажным фактором в жизни уральских заводов. Так, в 1877 г. было запущено движение по Уральской железной дороге, принесшее большую пользу Баранчинскому и Кушвинскому заводам благодаря строительству станций «Кушва» и «Баранча», находившихся вблизи заводов, существенно оптимизируя логистику. В 1884 г. заводские здания и заводы между собой начали получать телефонное сообщение.²⁴³

Успехи горнозаводской промышленности округа были отмечены наградами ряда международных выставок, в 1876 г. – бронзовая медаль в Филадельфии, в 1882 г. – бронзовая медаль и диплом второго разряда в Москве, в 1887 г. – золотая медаль в Екатеринбурге, в 1893 г. – большая бронзовая медаль в Чикаго, 1896 г. – диплом второго разряда в Нижнем Новгороде, высшая награда *grand prix* в 1900 г. в Париже.²⁴⁴

В 1899 г. уральские заводы, включая Баранчинский, были посещены Д. И. Менделеевым в ходе научно-исследовательской и инспекционной экспедиции. Говоря о Баранчинском заводе, участник экспедиции профессор-технолог К. Н. Егоров отмечает: «Нет того заброшенного бесхозяйственного вида, каким удручает Кушвинский завод, и заводские постройки подчас прямо щеголеваты по наружному виду. Баранчинский завод оборудован для приготовления чугунных снарядов Морскому и Артиллерийскому ведомствам. Этот большой заказ видоизменил и общую физиономию завода.» По смете, представленной экспедиции, завод выплавлял 500 тыс. пудов чугуна, 234 тыс. из которых – высшего качества, подходящего для артиллерийских снарядов.

²⁴² Металлургические заводы Урала XVII—XX вв.: Энциклопедия / глав. ред. В. В. Алексеев. Екатеринбург, 2001. С. 53-54.

²⁴³ *Вострокнутов В. А.* Указ. соч. С. 19-20.

²⁴⁴ Там же. С. 21.

Две доменные печи завода имели разное устройство и назначение, нагрев воздуха производился аппаратами Каупера, паровые котлы были устаревшими на момент экспедиции, имелась турбина Жирарда.²⁴⁵ На заводе работали немало представителей секты субботников, распространенной на Урале в тот период, они считались порядочными рабочими, однако их сплоченность была неудобна руководству.²⁴⁶ По результатам экспедиции Д. И. Менделеевым было выдвинуто следующее заключение: *«Урал – после выполнения немногих, не особо дорого стоящих и, во всяком случае, казне выгодных мер – будет снабжать Европу и Азию большими количествами своего железа и стали и может спустить на них цены так, как в Западной Европе это просто немыслимо»*.²⁴⁷

4.1.2. Дальнейшая судьба строений Баранчинского завода и их современное состояние

Совсем иная судьба, нежели предсказывал Д. И. Менделеев, однако, ждала в недалеком будущем Баранчинский завод. К 1904 г. на заводе скопилось значительное количество нереализованного чугуна, превышавшего годовую выплавку, одну доменную печь было решено потушить. В 1917 г. после пожара, в результате которого полностью сгорел механический цех, доменные печи были остановлены и завод прекратил работу. Позднее в 1920-е гг. в пустующие цехи Баранчинского завода было перемещено эвакуированное из Таллина оборудование электромеханического завода "Вольта".²⁴⁸ На сегодняшний день на территории бывшего Баранчинского завода действует обособленное подразделение ОАО "Егоршинский радиозавод", однако архитектура большей

²⁴⁵ Уральская железная промышленность в 1899 г., по отчетам о поездке, совершенной с высочайшего соизволения: С. Вуколовым, К. Егоровым, П. Земятченским и Д. Менделеевым, по поручению г-на министра финансов, статс-секретаря С. Ю. Витте. С. 83-86.

²⁴⁶ Там же. С. 90.

²⁴⁷ Там же. С. 139.

²⁴⁸ Металлургические заводы Урала XVII—XX вв.: Энциклопедия / глав. ред. В. В. Алексеев. Екатеринбург, 2001. С. 53-54; Рундквист Н. А., Задорина О. В. Свердловская область иллюстрированная краеведческая энциклопедия от А до Я. Екатеринбург, 2009. С. 30.

части исторических корпусов, включая формирующие характерный внешний облик завода механический цех и доменные печи, является утраченной, отдельные сохранившиеся постройки постепенно разрушаются (см. рис. 42-43).



Рис. 42. Текущее состояние сохранившихся корпусов Баранчинского завода, фотография из СМИ. Данное строение не относится к реконструируемым корпусам.



Рис. 43. Фотография из сети Интернет, сделанная предположительно в 1990-е – начало 2000-х гг. Можно увидеть здание паровой машины и частично разрушившийся, частично перестроенный корпус механической фабрики. Неизвестно, когда именно эти постройки были полностью утрачены, однако спутниковая съемка не дает сомневаться в этом печальном факте.

Территория завода на данный момент не доступна для посещения и фото- и видеосъемки,²⁴⁹ а в сети Интернет уже несколько лет появляются волнующие новостные статьи, освещающие трудную экономическую и правовую ситуацию с заводом.²⁵⁰ Чтобы установить уровень сохранности исторической архитектуры, было предпринято совмещение плана Баранчинского завода XIX в., выявленного среди документов ГАПК²⁵¹, и современной спутниковой съемки, полученной через сервис Google Maps.²⁵² Совмещение происходило по положению р. Баранча и р. Актай, в результате было установлено, что большинство корпусов, формировавших архитектурный облик Баранчинского завода в XIX в., полностью утрачены. Сохранилось, с некоторой вероятностью, здание, в котором ранее располагалась турбина Жирарда, отмеченное на плане цифрой 17 (см. рис. 44). Никаких современных фотографий его не было обнаружено, а потому невозможно сказать, какова судьба его архитектурного облика, спутниковая съемка лишь показывает на его месте некоторое строение с похожими габаритами.

Баранчинский металлургический завод был одним из первых предприятий своего региона, и отличался как выдающейся архитектурой, так и хорошим оснащением и производительностью. К сожалению, политические

²⁴⁹ *Распопов П.* Поселок Баранчинский [Электронный ресурс] // Ураловед. URL: <https://uraloved.ru/baranchinskij> (Дата обращения 14.03.2025).

²⁵⁰ Вместо Баранчинского электромеханического завода может остаться одно название [Электронный ресурс] // Вечерние ведомости. URL: <https://veved.ru/eburg/press/146414-vmesto-baranchinskogo-yelektromexanicheskogo-zavoda-mozhet-ostatsya-odno-nazvanie.html> (Дата обращения 14.03.2025); Арбитражный суд сделал важный шаг в определении ответственных за разорение Баранчинского электромеханического завода [Электронный ресурс] // Вечерние ведомости. URL: <https://veved.ru/eburg/press/ekonomy-txt/161675-arbitrazhnyj-sud-sdelal-vazhnyj-shag-v-opredelenii-otvetstvennyh-za-razorenie-baranchinskogo-jelektromexanicheskogo-zavoda.html> (Дата обращения 14.03.2025); Дело Баранчинского завода окончательно развалилось [Электронный ресурс] // Октагон. URL: https://ural.octagon.media/istorii/delo_baranchinskogo_zavoda_okonchatelno_razvalilos.html (Дата обращения 14.03.2025)

²⁵¹ ГАПК Ф. 716, Оп. 2, Д. 38.

²⁵² Google Maps [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.com/maps/> (Дата обращения 14.03.2025).

проблемы слишком часто вмешивались в судьбу предприятия, не позволив ему полностью реализовать свой потенциал. Доменные печи так никогда и не были восстановлены, и в XX в. его территория стала использоваться для других предприятий, а архитектурная композиция не была вовремя отнесена к разряду культурного наследия и в отсутствие внимания была утеряна. Тем не менее, виртуальная 3D-реконструкция позволит вновь увидеть, каким был Баранчинский завод в период его расцвета. На примере данной виртуальной реконструкции будут рассмотрены подходы к восстановлению целых заводских комплексов и их репрезентации в виде виртуальных 3D-моделей.

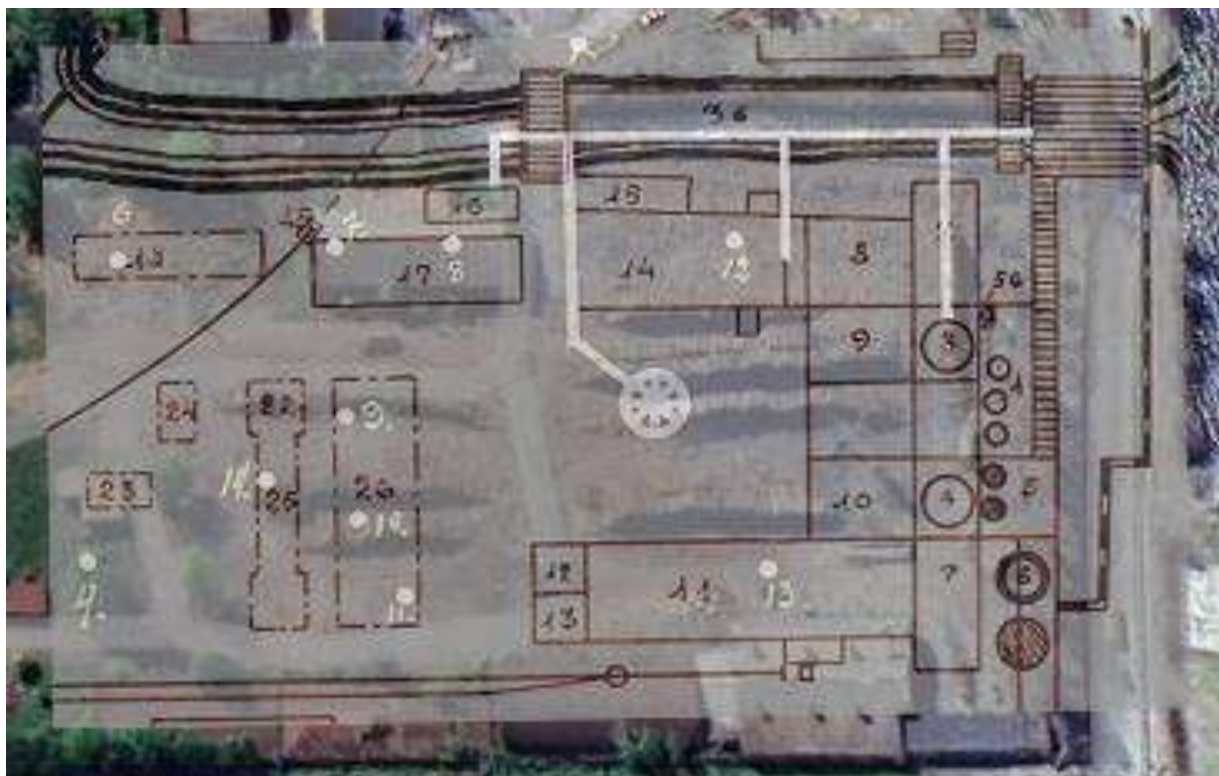


Рис. 44. Наложение фрагмента плана Баранчинского завода (ГАПК Ф. 716, Оп. 2, Д. 38) на спутниковую съемку (Google Maps). Снизу оригинальное изображение спутниковой съемки.

4.2. Источниковая база виртуальной реконструкции Баранчинского металлургического завода

Как и для предыдущего объекта реконструкции, источниковая база виртуальной реконструкции Баранчинского завода составлялась из различных категорий источников. Планы и чертежи строений Баранчинского завода были обнаружены в Государственном архиве Пермского края (ГАПК) в фондах № 279 – «Коллекция планов, карт и чертежей Пермской губернской чертежной» и № 716 – «Коллекция картографических документов»,²⁵³ а также Государственном архиве Свердловской области (ГАСО) в фонде № 24 – «Уральское горное управление, г. Екатеринбург Пермской губернии (1720–1919)».²⁵⁴

Альбомы и отдельные фотографии строений Баранчинского завода были выявлены на электронных ресурсах «Госкаталог», PastVu и «Фотобанк Лори».²⁵⁵ Три этих электронных ресурса имеют разное происхождение и разный характер, «Госкаталог» или «Государственный каталог Музейного фонда Российской Федерации» представляет собой государственную электронную базу данных, содержащую цифровые репрезентации экспонатов из музеев по всей России. Богатая коллекция «Госкаталога» в сочетании с регулярными обновлениями и представленной на электронном ресурсе атрибуцией изображений и текстов делает его современным и удобным инструментом в работе ученого.²⁵⁶ Электронный ресурс PastVu существует и пополняется силами пользователей. Сервис позволяет выкладывать в Интернет и просматривать исторические фотографии (1826-2000 гг.) с

²⁵³ ГАПК Ф. 279. Оп. 4. Д. 114-115, 181, 183, 909; ГАПК Ф. 279. Оп. 5. Д. 38, 40, 115-117, 1057-1061; ГАПК Ф. 716. Оп. 2. Д. 39;

²⁵⁴ ГАСО Ф. 24. Оп. 14. Д. 155-159, 559-571, 913.

²⁵⁵ Госкаталог [Электронный ресурс] URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/> (Дата обращения 14.03.2025); PastVu [Электронный ресурс] URL: <https://pastvu.com/> (Дата обращения 14.03.2025); Фотобанк Лори [Электронный ресурс] URL: <https://lori.ru/> (Дата обращения 14.03.2025).

²⁵⁶ Мельник Л. Ю. Госкаталог как инструмент познания — на примере изучения музейных собраний финифти // Сообщения Ростовского музея: сборник. Ростов, 2018. Вып. 23. С. 100-181.

привязкой к карте, краткими описаниями и возможностями пользователей к обсуждению конкретных фотографий. «Фотобанк Лори» представляет собой коммерческий электронный ресурс, позволяющий находить картинки широкого спектра назначений и приобретать их (до покупки разрешение картинок снижено, присутствуют водяные знаки).

Выявленный комплекс фотографий содержал изображения практически всех строений, прилегающих к доменному двору и доменным печам Баранчинского завода, за исключением здания генератора, которое было отмечено на плане, но его единственные изображения показывают здание с тыльной стороны, не имеющей окон, дверей и декора. Фотографии были разделены на два периода – с 1830-х гг. до 1880-х гг. и рубеж XIX-XX вв. – период, на который совершалась виртуальная 3D-реконструкция. Архитектура доменных печей и доменного двора не изменилась между этими периодами, в отличие от остальных корпусов, что позволило использовать при виртуальной реконструкции и фотографии из более раннего периода. Единственным важным изменением в визуальном образе этих зданий стало то, что в фотографиях, относящихся к первому периоду, все корпуса были покрашены в белый цвет, однако во второй – на фотографиях можно разглядеть неокрашенную кирпичную кладку (см. рис. 45-46, приложение 3, рис. 1-11).



Рис. 45. Изображения Баранчинского завода на первый период, видны доменные печи, доменный двор и старое здание снарядолитейной фабрики. Фотография приобретена на электронном ресурсе «Фотобанк Лори».

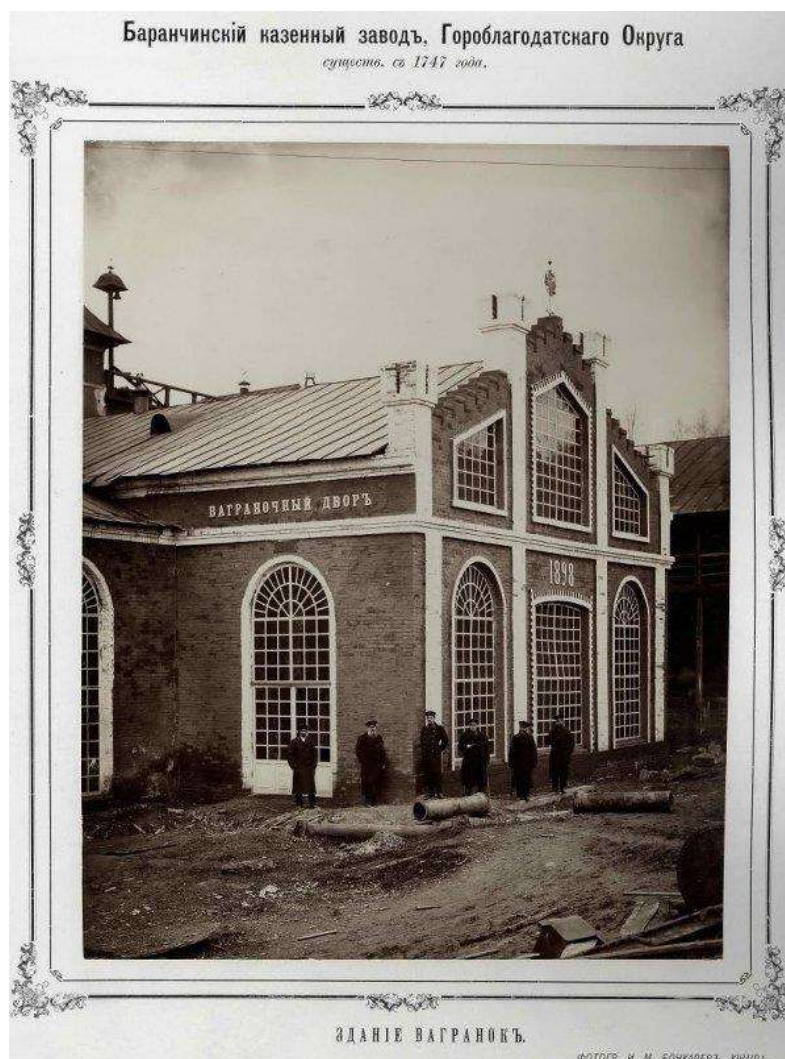


Рис. 46. Фотография ваграночного корпуса и угла снарядолитейной фабрики, не ранее 1898 г. На фотографии видна кирпичная кладка на обоих корпусах, на общих фотографиях строений завода цвет корпусов не имеет существенных различий между собой, отчего был сделан вывод об отсутствии покраски в период рубежа XIX-XX вв. Изображение взято с электронного ресурса «Госкаталог».

Для рассмотрения истории и пространственной эволюции Баранчинского металлургического завода привлекались нарративные источники. Самым ранним из использованных источников являются «Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба», они содержат многостороннее описание губерний Российской империи на период 1846-1861 гг., подготовленное по директиве генерального штаба. Исследование Пермской губернии составил подполковник генерального штаба Х. Мозель. Первый том включает историческое описание Пермской губернии, географическое и топографическое описание, обзор социальной структуры. Второй том рассматривает образование, быт, управление губернии, сведения о населенных пунктах и описание промышленности, важное для данной работы.²⁵⁷

Исследование разработки месторождений горы Благодать (откуда Баранчинский завод получал ресурсы) произведено в одном из номеров «Горного журнала» – старейшего периодического издания Российской империи по данной тематике, освещавшего геологию, горное дело и металлургию, проблемы развития горнодобывающей и перерабатывающей отраслей промышленности, горнорудных предприятий в России и на Урале, в частности.²⁵⁸

Другое исследование, включающее описание истории развития горнозаводской промышленности России с древнейших времен, было подготовлено В. Д. Беловым в 1896 г. по поручению Постоянной совещательной конторы железнозаводчиков.²⁵⁹ Целью работы являлось систематизировать имевшиеся на тот моменты материалы по истории горной промышленности, опровергнуть существовавшие заблуждения о горном деле,

²⁵⁷ Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Пермская губерния. Часть 2.

²⁵⁸ Рожков В. И. Берг-компания на Магнитной горе Благодати и на Медвежьих островах в Лапландии. С. 435-466.

²⁵⁹ Белов В. Д. Исторический очерк уральских горных заводов.

рассмотреть особенности развития данной отрасли в России относительно зарубежного опыта. «Очерк» предназначался как для специалистов по горному делу, ученых, так и для широкой публики, интересующейся данной тематикой. Текст представляет собой последовательное описание разных периодов развития горнозаводской промышленности, затрагивающее административные, экономические, социальные и иные аспекты, сопровождающееся статистическими данными.

В 1899 г. по инициативе знаменитого русского ученого Д. И. Менделеева была произведена научно-исследовательская и инспекционная экспедиция по промышленным предприятиям Урала. Д. И. Менделеев предполагал в ходе экспедиции выявить те проблемы, что препятствовали развитию уральской промышленности, собрать необходимые данные для улучшения состояния уральских предприятий, а свою работу по промышленному развитию России называл в письме С. Ю. Витте (которое так и не было отправлено) «третьей службой Родине».²⁶⁰ По результатам экспедиции Д. И. Менделеевым и его спутниками была написана коллективная работа, в которой были рассмотрены общие и частные проблемы уральской промышленности, включавшая подробные технологические описания и фотографии посещенных заводов.²⁶¹

Наконец, к 200-летию уральской горной промышленности младшим делопроизводителем Гороблагодатского горного начальства В. А. Вострокнутовым был написан исторический обзор Гороблагодатского округа вплоть до начала XX в., включающий историю исследования месторождений,

²⁶⁰ Менделеев Д. И. Сочинения: Работы в области металлургии: / председатель редколлегии В. Г. Хлопин. Ленинград-М., 1949. Т. 12. С. 64.

²⁶¹ Личные и фотографические впечатления Уральской поездки в июне, июле и августе 1899 г. // Уральская железная промышленность в 1899 г., по отчетам о поездке, совершенной с высочайшего соизволения: С. Вуколовым, К. Егоровым, П. Земятченским и Д. Менделеевым, по поручению г-на министра финансов, статс-секретаря С. Ю. Витте.

строительства заводов, описание их оснащения и технических аспектов производства.²⁶²

Говоря о полноте сформированной источниковой базы, следует сделать вывод, что фотоматериалы и научно-техническая документация дают визуальную информацию по практически всему комплексу строений, выбранных для виртуальной реконструкции на период рубежа веков, чего, однако, нельзя утверждать для более раннего периода. Информация является не полной для зданий машины Каупера и почти отсутствует для здания генератора, а потому было решено создать их модели, повторяя архитектурные элементы запечатленных в источниках фасадов здания машины Каупера, чтобы не разбивать архитектурную композицию, однако избегать ракурсов, содержащих гипотетически восстановленные элементы, при рендерах.

Проведенная работа одновременно с визуальными и нарративными источниками по Баранчинскому металлургическому заводу позволила составить цельное представление о его структуре и архитектуре с учетом происходивших перестроек и приступить к созданию виртуальной 3D-модели.

4.3. Создание виртуальной модели комплекса основных строений Баранчинского завода

Как и в случае Трехгорного завода, отдельно будет рассматриваться создание виртуальной геометрии и визуализация результатов реконструкции. Отличием в данном случае будет то, что обе процедуры производились в едином программном обеспечении – 3D-редакторе Blender. Обширный функционал этой программы позволил легко создать качественные рендеры строений завода без привлечения дополнительного ПО. В интерактивные варианты презентации визуальная составляющая переносилась уже на основе рендеров, полученных в Blender.

²⁶² *Вострокнутов В. А.* Краткий исторический обзор Гороблагодатского горного округа. Екатеринбург, 1901.

4.3.1. Создание виртуальной геометрии корпусов Баранчинского завода

Как было указано ранее, при создании виртуальной 3D-реконструкции могут быть использованы как ряд отдельных специализированных программ, так и применяться одно достаточно универсальное программное обеспечение для всего процесса. Для работы над вторым объектом виртуальной реконструкции, Баранчинским металлургическим заводом, было решено использовать второй подход – применялся всего один 3D-редактор, в котором были выполнены все необходимые операции, начиная с совмещения 2D-изображений и 3D-модели, продолжая созданием геометрии, развертки, наложением материалов и заканчивая рендером. Таким универсальным программным пакетом стал Blender – свободное программное обеспечение с открытым исходным кодом. Главными особенностями Blender являются его доступность, низкий порог вхождения, обширный функционал и активное сообщество, разрабатывающее расширения и модификации функционала.

Технология совмещения исторических фотографий и трехмерной геометрии рассматривалась ранее, однако особенностью ее применения для данного объекта стало то, что вместо одного строения восстанавливался целый комплекс построек. При работе с данным инструментом имеет наибольшую эффективность выбирать самую близкую и детализированную фотографию, чтобы с ее помощью с максимальной возможной точностью можно было располагать элементы декора. При использовании фотографии, включающей несколько корпусов, точность станет значительно ниже, а потому корпуса прорабатывались по отдельности, а затем совмещались в едином файле (см. рис. 47).

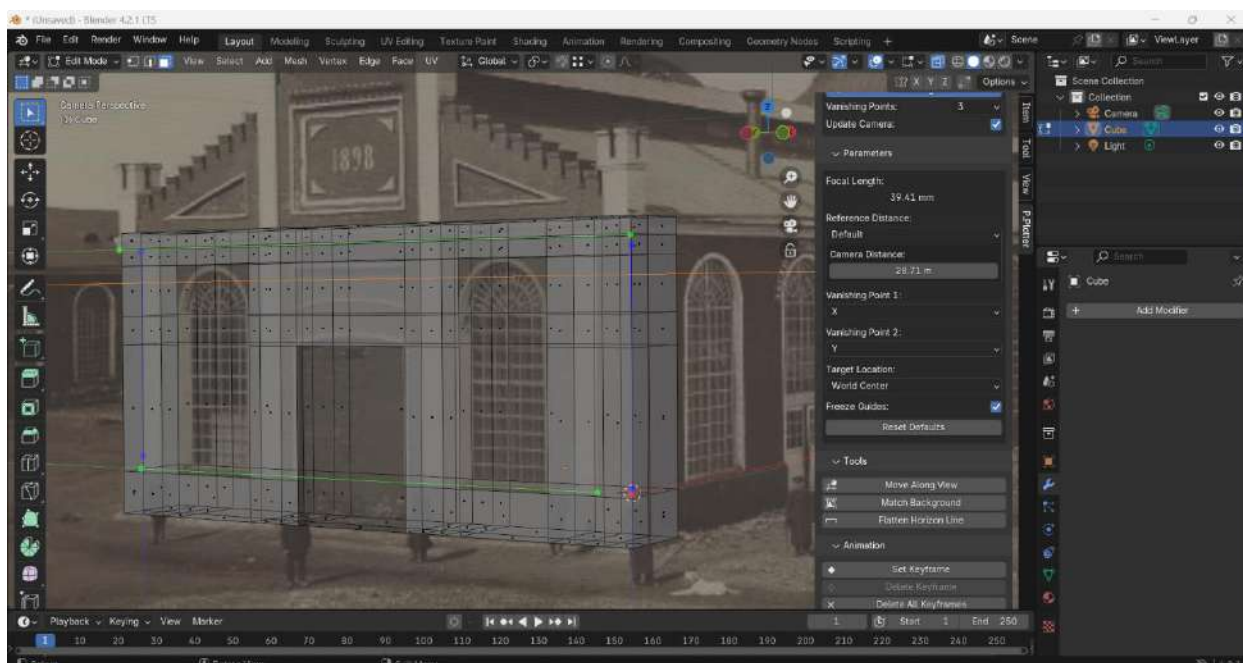


Рис. 47. Процесс работы с плагином Perspective Plotter над архитектурой снарядолитейной фабрики Баранчинского завода. Фотография взята с электронного ресурса «Госкаталог». Скриношот из 3D-редактора Blender.

Основные объемы строений создаются примитивами – кубами, цилиндрами, сферами и т. д., далее отмечается расположение ключевых элементов – дверей, окон, пилястр, для этого, например, может применяться инструмент Loop Cut – создать произвольный разрез (или несколько разрезов одного размера). Этот и другие инструменты доступны в Blender в режиме редактирования, где от работы с цельными объектами программа переключается на работу с отдельными точками, ребрами и полигонами. Extrude и Extrude Along Normals позволяют создавать выпуклые или углубленные элементы, Insert Faces создает полигоны внутри полигонов, что, например, удобно при создании окон, Bevel позволяет сглаживать края и изменять их форму. Важными для виртуальной реконструкции являются возможности измерять расстояния на модели с привязкой к конкретным точкам (т. е. точность измерений не снижается, если не точно приложить виртуальную «линейку»), а также перемещать, масштабировать и поворачивать объекты и отдельные элементы на указанные расстояния по вводу с клавиатуры.

Более сложным инструментом в Blender является модификатор Boolean. Модификаторами в 3D-редакторах называются алгоритмы, тем или иным

образом воздействующие на объект целиком, они, как правило, имеют параметры, которые можно изменять для достижения различного эффекта. Чтобы эффекты от модификатора вступили в силу, его нужно «применить», тогда возможности настраивать его параметры пропадут, а изменения отразятся на геометрии объекта. Модификатор Boolean позволяет «складывать», «вычитать» и находить пересечения между объектами геометрии, автоматически создавая новые ребра и точки в месте соприкосновения фигур. Так, например, создавались формы крыш доменных печей – сначала по чертежу был обрисован контур, ему была добавлена ширина через инструмент Extrude, а затем объект крыши был скопирован и развернут на 90 градусов, получившиеся два объекта были объединены при помощи Boolean, а выступающая геометрия удалена (см. рис. 48).

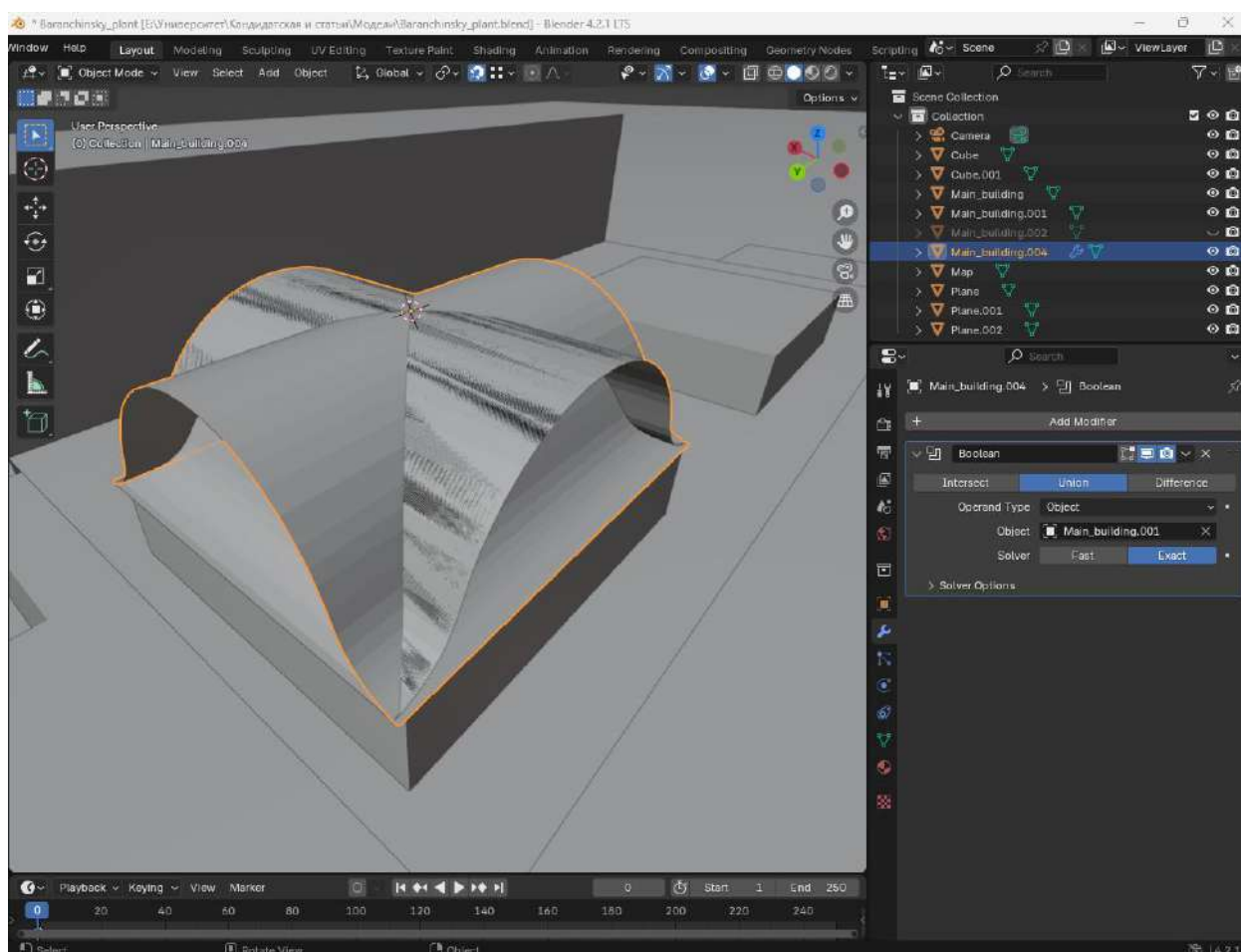


Рис. 48. Работа с инструментом Boolean в 3D-редакторе Blender, выполняется создание крыши доменной печи.

Поскольку корпуса Баранчинского завода строились в разное время, архитектура значительно отличалась между ними, и копировать было возможно только ряд отдельных элементов. Понять, какие из похожих элементов были одинаковыми, а какие имели различия в пропорциях, позволяли обращения к чертежам и фотографиям в Perspective Plotter. Когда была создана геометрия доменных печей, совмещение с фотографией имело определенный уровень несоответствия, что могло быть расценено как неточность самого инструмента, однако, при дальнейшем анализе, были проведены измерения на чертеже доменных печей, что позволило выяснить, что их размер немного различался.

Всего было воссоздано две доменные печи и семь корпусов – доменный двор посередине, к которому прилегают корпуса механической и снарядолитейной фабрик, под углом 90 градусов к ним и доменным печам пристроены корпуса паровой машины и ваграночных печей. Позади доменного двора также вплотную к нему расположены корпуса машины Каупера и генератора (по нему не имелось источников, а потому его архитектура создана повторяющей здание машины Каупера, и он не фигурирует на основных рендерах). К механической фабрике трубой подсоединен корпус турбины Жирарда, который, вероятно, сохранился в той или иной степени (см. рис. 49-50).

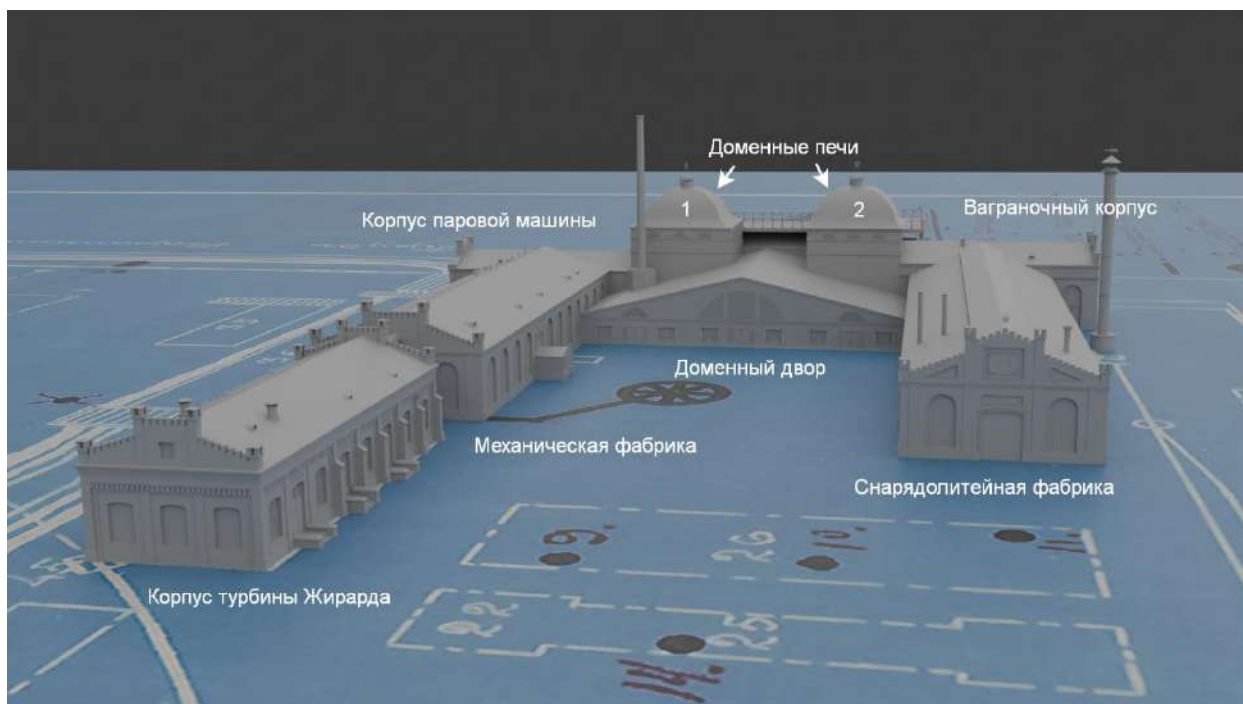


Рис. 49. Геометрия виртуальной реконструкции Баранчинского завода с обозначением корпусов. Рендер из 3D-редактора Blender.

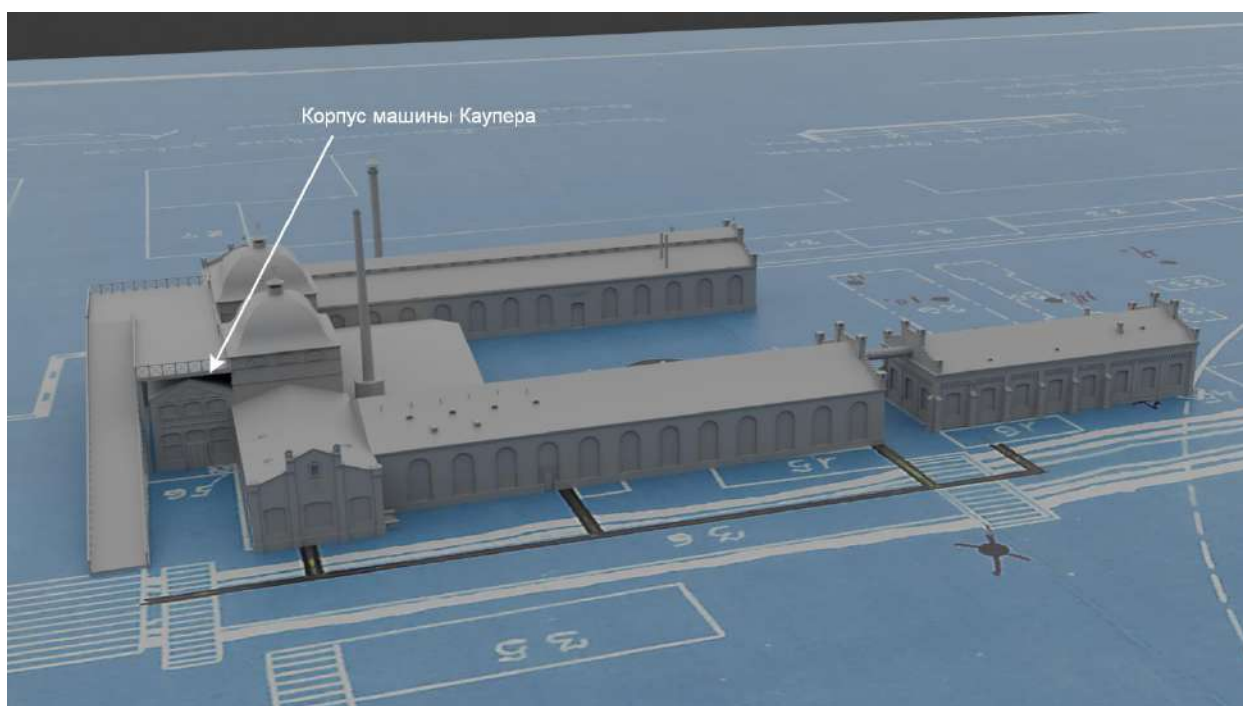


Рис. 50. Геометрия виртуальной реконструкции Баранчинского завода – вид сбоку. Рендер из 3D-редактора Blender.

4.3.2. Визуализация ключевых строений Баранчинского завода

После создания геометрии следующим этапом была UV-развертка (соотнесение 3D-геометрии с 2D-текстурами материалов). Ввиду большого размера архитектурного ансамбля доменных печей было целесообразно

использовать автоматическую кубическую проекцию, что позволило без больших трудозатрат создать адекватные по подробности для большой модели развертки всех корпусов. Опция автоматической развертки использовалась из плагина Blender Kit, основной функционал которого представляет возможность загружать в сцену Blender модели, текстуры и материалы из соответствующей Интернет-библиотеки.²⁶³

Материалы из Blender Kit при загрузке в Blender представлены в формате нод – отдельных текстурных карт и логики их взаимодействия. Таким образом становится возможно легко изменять параметры материала для достижения соответствия с историческими. Возможно изменять частоту повторения текстуры (тайлинг), изменять яркость, контрастность, добавлять оттенок, смешивать между собой различные текстуры (см. рис. 51).

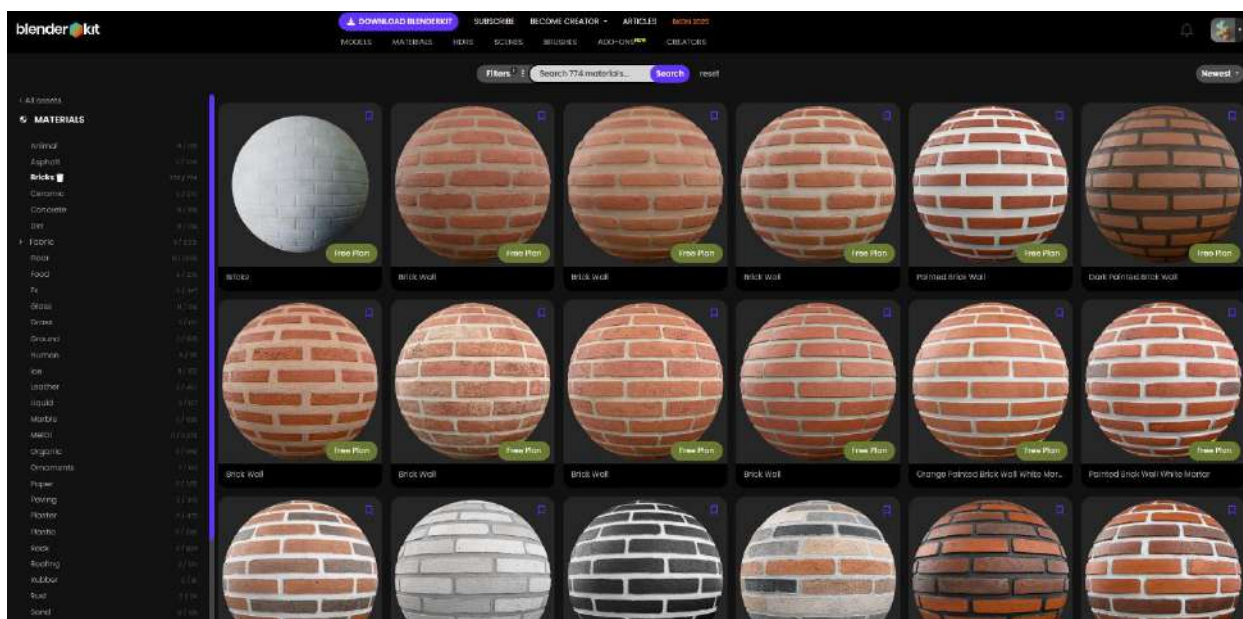


Рис. 51. Интерфейс электронного ресурса Blender Kit. Просматривать материалы из библиотеки Blender Kit можно как на сайте, так и в 3D-редакторе. После выбора нужного материала на сайте достаточно вставить ссылку на него в 3D-редакторе, и материал будет загружен.

Как можно видеть на фотографиях корпусов Баранчинского завода, над входами в корпуса имелись надписи, обозначающие назначение корпуса или отдельных его помещений. Разрешение фотографий не всегда позволяло

²⁶³ Blender Kit [Электронный ресурс] URL: <https://www.blenderkit.com/> (Дата обращения 18.03.2025).

прочитать ту или иную надпись, а потому, чтобы восстановить их, требовалось обратиться к обозначению корпусов на плане, подписям к фотографиям, описаниям строений, в то время как обращение к технологиям нейронных сетей для увеличения разрешения фотографий не дало положительных результатов (см. рис. 52). В результате все надписи были прочитаны в соответствии с таблицей ниже:

Корпус	Надписи
Доменный двор	«ДОМЕННЫЙ ДВОР»
Снарядолитейная фабрика	«СНАРЯДОЛИТЕЙНАЯ ФАБРИКА», «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦІЯ»,* «СНАРЯДОЛИТЕЙНАЯ ФАБРИКА», «1898»
Механическая фабрика	«МЕХАНИЧЕСКАЯ ФАБРИКА», «ПАРОВЫЕ КОТЛЫ»
Ваграночный корпус	«ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЪ», «1898»
Корпус паровой машины	«ПАР ВОЗДУХ МАШ», «1884»
Корпус турбины Жирарда	«КОТЕЛЬНАЯ», «РАЗРЯДЪ», «ГИДР ВОЗДУХ МАШ»
Корпус машины Каупера	«КАУПЕРЪ», «1898»

*«І» — и десятеричное в соответствии с правилами дореволюционной орфографии помещается перед гласными (или перед «й»).



Рис. 52. Пример работы с увеличением разрешения изображений при помощи нейронных сетей. Оригинал фотографии корпуса турбины Жирарда взят с электронного ресурса «Госкаталог».

Для воссоздания дореволюционного написания букв был произведен информационный поиск по открытым библиотекам шрифтов, таким как «oFont.ru», «Шрифты Онлайн» и «UPROCK» по ключевым словам «старинный», «имперский», «дореволюционный» и т. д., в результате чего был выявлен ряд шрифтов для сравнения (см. рис. 53). Наиболее похожими были выбраны шрифты «Theano Didot» в полужирном начертании и «TimesET95N», отличавшийся большей степенью соответствия для цифр. Финальные тексты надписей составлялись из этих шрифтов при помощи инструмента Add Text в Blender, затем к виртуальному тексту применялась функция Convert To Mesh, превращавшая его в обычную 3D-геометрию, состоящую из точек, ребер и полигонов. Для надписи «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ» был также применен модификатор Curve, позволяющий деформировать объект по заранее заданной кривой, чтобы разместить надпись по полукругу над дверью (см. приложение 3, рис. 6, 12).

ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЬ 1898
ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЬ 1898
ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЬ 1898
ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЬ 1898
ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЬ 1898
ВАГРАНОЧНЫЙ ДВОРЬ 1898



Рис. 53. Тестирование шрифтов в 2D-редакторе Adobe Photoshop в сравнении с надписью на ваграночном корпусе.
Шрифты сверху-вниз: Times New Roman, Evolvera, Theano Didot, Theano Didot (полужирный), UNCAGE, TimesET95N.
Оригинальная фотография взята с электронного ресурса «Госкаталог».

Финальным этапом реконструкции в 3D-редакторе Blender являлось создание рендеров, функционал которого также присутствует в данном ПО. Программа предполагает два разных встроенных алгоритма рендера – Eevee и Cycles, первый менее требователен к оборудованию и занимает значительно меньше времени, второй предполагает более сложную работу с освещением и отражениями, выдавая в итоге более реалистичную картинку. Используемое оборудование (ноутбук с видеокартой RTX 4090 и процессором Intel Core i9 14-го поколения) позволяло использовать Cycles, потому этот алгоритм был выбран для финальных рендеров. Модель была расположена на карте завода, а в качестве фона использовалась HDRI-текстура неба (подобные текстуры имеют больший диапазон яркости, а потому могут использоваться в 3D-редакторах и движках для создания дополнительного более мягкого освещения

в дополнение к источникам света). Был создан набор рендеров всей архитектурной композиции с различных ракурсов и отдельных корпусов, на чем работа над виртуальной моделью была завершена (см. рис. 54-55, приложение 3, рис. 13-18).



Рис. 54. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. Реконструированы корпуса литейной и механической фабрик, доменных печей и доменного двора, ваграночного корпуса, корпуса паровой машины, здание турбины Жирарда, здание машины Каупера. Рендер из ПО Blender при использовании алгоритма рендеринга «Cycles».



Рис. 55. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. Рендер из ПО Blender при использовании алгоритма рендеринга «Cycles».

ГЛАВА V

МЕТОДЫ ИНТЕРАКТИВНОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИРТУАЛЬНЫХ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЙ, VR-ТЕХНОЛОГИИ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ТУРЫ

Во второй главе данной работы рассматривались различные варианты презентации результатов виртуальных реконструкций, среди которых были выделены рендеры, видеоролики и интерактивные системы. В главах три и четыре создание моделей завершалось созданием рендеров, однако для таких задач, как реконструкция исторических производственных процессов, более информативным подходом является именно создание интерактивных систем. Кроме того, они обладают значительным практическим значением ввиду своего потенциала использования в просветительской деятельности. Одной из важных задач в сфере сохранения индустриального наследия является повышение уровня знаний общественности об индустриальном наследии и продвижение идеи о его ценности для сферы культуры. Презентация результатов виртуальных реконструкций индустриальных памятников в доступном и интерактивном формате может служить средством выполнения данной задачи, а потому – способствовать сохранению индустриального наследия. В данной главе будут рассмотрены три созданных на основе произведенных виртуальных реконструкций интерактивных среды – VR-приложение, демонстрирующее производственные процессы Варни Трехгорного завода, виртуальный онлайн-тур по строениям Баранчинского завода и аналогичный тур по Трехгорному заводу, включивший в себя наполнение прежде созданной VR-среды.

5.1. Виртуальная реконструкция внутренних помещений и оборудования Варни Трехгорного завода, а также процессов пивоварения в XIX в.²⁶⁴

Первым этапом виртуальной реконструкции оборудования стала идентификация изображенных на визуальных источниках и обозначенных в страховой описи²⁶⁵ объектов. Согласно источникам, на первом этаже находились четыре комплекта пивоваренных котлов и чанов, состоящих из заторного и вспомогательного чанов и пивоваренного и сусловаренного котла. Три из четырех комплектов использовались для варки пива и один – меда. Для виртуальной реконструкции был воссоздан один пивоваренный комплект, чтобы на нем продемонстрировать производственный процесс. На втором этаже размещались три дробилки для солода, электромотор и вагончики для транспортировки солода. Подвал, третий этаж и чердак не реконструировались в связи с недостатком источников.

В книге Л. Н. Симонова, описывающей процессы заводского и домашнего пивоварения, указывалось несколько вариантов конфигурации котлов и чанов. Была выбрана схема, которая, по указанию автора, была свойственна крупным пивоваренным заводам – заторный чан, снабженный механическим размешивателем и предзаторным аппаратом для замешивания дробленого солода с водой.²⁶⁶ Цедильный чан (так был идентифицирован «вспомогательный чан» из описи), который по акцизным правилам Российской империи не мог иметь механического размешивателя, однако, был снабжен «вертилкой» для выщелачивания дробины (остатков солода) и вторым дном для процеживания сусла (солода, размешанного с водой).²⁶⁷ Выбор в пользу цедильного чана вместо спускного, также описанного как один

²⁶⁴ При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: Гасанов А. А. Создание интерактивных сред и использование технологий виртуальной реальности в реконструкции производственных процессов (на примере Трехгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX-XX вв.) // Историческая информатика. 2021. № 3. С. 69-85.

²⁶⁵ ЦГА Москвы. Ф. 311. Оп. 1. Д. 2332. Л. 10лб-12об, 38об-39.

²⁶⁶ Симонов Л. Н. Указ. соч. С. 153-162.

²⁶⁷ Там же. С. 164-167.

из вариантов конфигурации оборудования у Л. Н. Симонова, был сделан, поскольку на фотографии явно видно, что заторный чан находится выше котлов, а потому необходимости в спускном чане не было.²⁶⁸

Котлы, которые на вид явно отличались от чанов трубой для отвода пара, были идентифицированы как заторный котел для кипячения сусла (сусловарочный котел в описи) и котел для кипячения сусла с хмелем (пивоваренный). Разделение этих двух котлов также характерно для крупных заводов, каким и был Трехгорный.²⁶⁹ Кипячение сусла в заторном (сусловаренном) котле происходило до процеживания, а потому он был снабжен механическим размешивателем, в котле для кипячения сусла с хмелем необходимость в размешивателе отпадала. Внешне котлы выглядели одинаково,²⁷⁰ а потому на фотографии могли быть изображены котлы из разных комплектов, служащих для одной цели. Тем не менее, для наглядности и упрощения реконструкции пивоваренного процесса было принято предположение, что изображенные чаны и котлы относятся к одному комплекту. Расположение котлов и чанов одного комплекта в виде квадрата также изображено в энциклопедиях Брокгауза и Ефрона²⁷¹ и немецкой энциклопедии Мейера, что свидетельствует в пользу данного варианта.²⁷² Кипячение солода на Трехгорном заводе производилось одновременно огнем и паром, а потому были смоделированы печи и датчики давления пара.²⁷³ Несмотря на то, что паровое нагревание было более удобным и экономичным, среди пивоваров существовало убеждение, что вкус пива при паровом нагреве

²⁶⁸ Симонов Л. Н. Указ. соч. С. 162.

²⁶⁹ Там же. С. 167-172.

²⁷⁰ Там же. С. 171-172.

²⁷¹ Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб, 1898. С. 562.

²⁷² Meyer H. J. Op. cit. S. 1001 (II).

²⁷³ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 5.

получается хуже, чем при использовании открытого огня.²⁷⁴ По этой, вероятно, причине на Трехгорном заводе использовался смешанный способ нагревания.

Далее, чтобы внести ясность в используемые пивоваренные термины и названия оборудования, имеет смысл кратко описать пивоваренный процесс, происходивший в варочных отделениях. Вместе с описанием оборудования и его использования будут рассматриваться технологические приемы, которые позволили провести его виртуальную реконструкцию.

Для начала следует обозначить ингредиенты, используемые для приготовления пива. Первый ингредиент – это солод, представляющий собой проросшие зерна, преимущественно ячменя, однако для некоторых сортов пива используется и пшеничный солод. Солод для пивоварения мог закупаться либо готовый, либо производиться в собственных солодовнях.²⁷⁵ Чтобы приготовить солод для пивоварения, его подвергали замачиванию и высушиванию (поджариванию).²⁷⁶ На Трехгорном заводе присутствовала собственная солодовня, оснащенная пневматической солодорастильной системой, позволяющей выращивать его круглый год, и механической системой перелопачивания солода.²⁷⁷

Следующим ингредиентом является вода, которая должна отвечать тем же требованиям, что и обычная питьевая вода.²⁷⁸ Пивоварни, таким образом, строились вблизи крупных источников чистой воды.²⁷⁹ На Трехгорном заводе для пивоварения использовалась вода из артезианского колодца, вода для машин набиралась из Москвы-реки, проходя очищение песочным фильтром,

²⁷⁴ *Симонов Л. Н.* Указ. соч. С. 172-174.

²⁷⁵ Там же. С. 135-136.

²⁷⁶ *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб, 1898. С. 560.

²⁷⁷ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 4-5.

²⁷⁸ *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб, 1898. С. 560.

²⁷⁹ *Симонов Л. Н.* Указ соч. С. 142.

установленным на дне.²⁸⁰ В книге Л. Н. Симонова и Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона на верхних этажах варочных отделений обозначены резервуары для холодной и горячей воды (см. рис. 56).²⁸¹

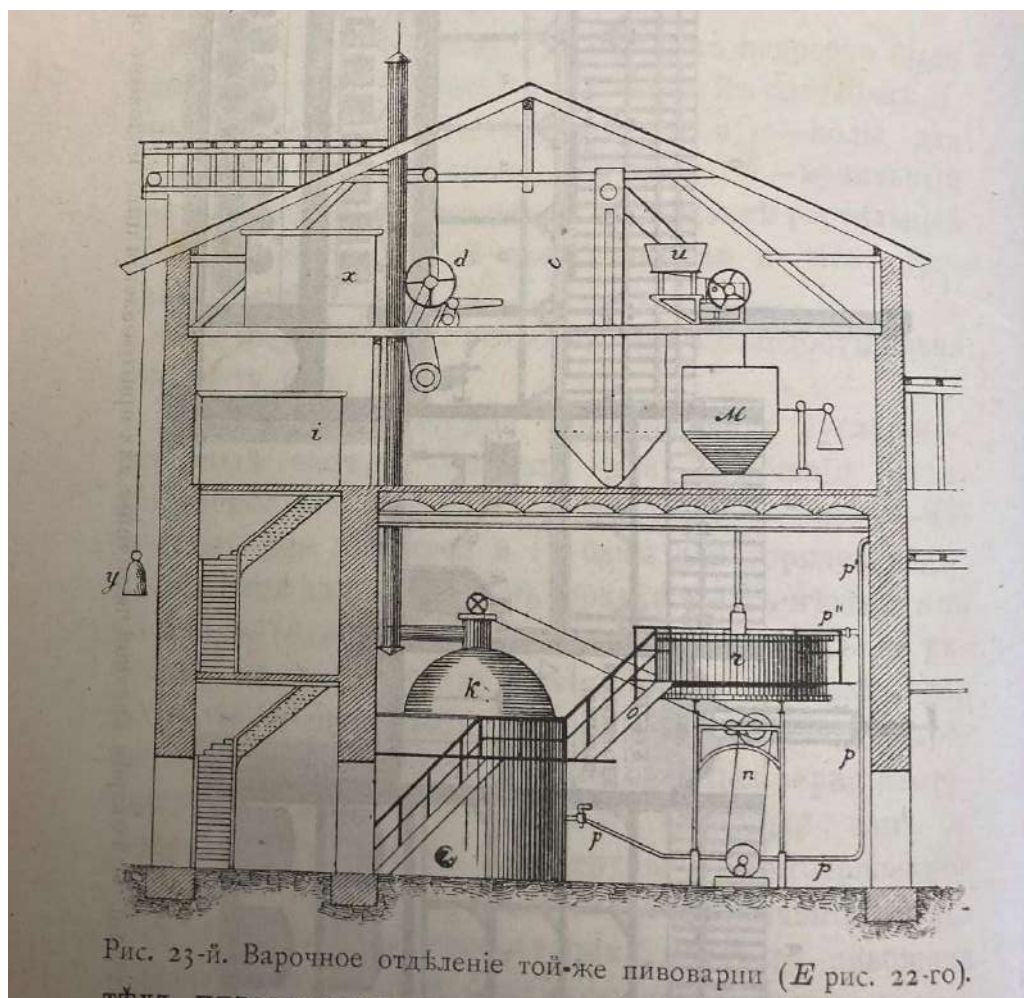


Рис. 56. Изображение варочного отделения пивоварни из книги Л. Н. Симонова. Буквой «ч» обозначен заторный чан. «к» – варочный котел. «х» и «i» – резервуары для горячей и холодной воды. «u» – дробилка для солода. «у» и «d» – элеватор для транспортировки мешков с солодом.

Третьим из главных ингредиентов любого пивоварения является хмель. Используются хмелевые шишки, т. е. неоплодотворенные женские цветки одноименного растения. Хмель служит для придания пиву вкуса, «прочности» и аромата.²⁸²

²⁸⁰ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 8.

²⁸¹ Симонов Л. Н. Указ. соч. С. 146; Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб, 1898. С. 562.

²⁸² Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб, 1898. С. 559.

В пивоварении также используются дрожжи, которые в XIX в. могли как собираться из бродильных чанов самой пивоварни, закупаться, так и выращиваться в пивоварне, что на тот период активно набирало популярность.²⁸³

С точки зрения химии, процесс пивоварения состоит из двух операций – превращения крахмала, содержащегося в солоде, в сахар и спиртового брожения, представляющего собой разложение сахара на спирт и углекислый газ при помощи дрожжей.²⁸⁴ С более практической точки зрения пивоварение делится на четыре операции – приготовление сусла, кипячение с хмелем, охлаждение сусла, окончательное превращение сусла в пиво.²⁸⁵ На Трехгорном заводе первые две осуществлялись в Варне, а охлаждение и брожение – уже в бродильне,²⁸⁶ поэтому в виртуальной реконструкции присутствует часть пивоваренного процесса от дробления солода (выращенного в солодовне) до варки с хмелем, т. е. непосредственно процессы, происходившие в Варне. Далее процесс пивоварения будет рассматриваться непосредственно в контексте реконструируемых элементов оборудования.

Первым процессом, происходившем в Варне, было дробление солода. Солод поступал из солодовни по мостику на уровне второго этажа.²⁸⁷ Мостик также схематично изображен на виртуальной реконструкции здания. Зерна солода размельчались при помощи солододробилки, но не до полного превращения в муку, поскольку это мешало бы процессу процеживания сусла.²⁸⁸ Поскольку изображения дробилок, используемых реально на Трехгорном заводе, не было обнаружено, и источники не дают наименование

²⁸³ Симонов Л. Н. Указ. соч. С. 136-137.

²⁸⁴ Там же. С. 138-139.

²⁸⁵ Там же.

²⁸⁶ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 5.

²⁸⁷ ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 145. Д. 29. Л. 12 (1-2).

²⁸⁸ Симонов Л. Н. Указ. соч. С. 43-45.

конкретной модели, солододробилки моделировались на основе схемы из энциклопедии Мейера. Данное изображение было наиболее подробным из всех найденных материалов относительно этого вида устройств.²⁸⁹

Кроме моделирования самой дробилки была создана анимация вращения колеса, запускавшего работу устройства, и системы частиц (Particle System) для анимации поступающего в дробилку солода и выхода из нее размельченного солода. Анимация вращения будет рассмотрена позднее на более сложном примере – перемешивателя в заторном чане. Системы частиц для этого и других подобных случаев создавались в движке Unreal Engine 4 при помощи встроенной системы Niagara VFX System.

Niagara позволяет задать систему генерации и логику поведения массы однотипных элементов, основываясь на реальных физических силах и параметрах. Так, в случае создания системы для пересыпания солода была использована сила притяжения, а также был установлен случайный поворот частиц – зерен для достижения более реалистичного вида (см. рис. 57).

²⁸⁹ *Meyer H. J. Op. cit. S. 1001 (I).*

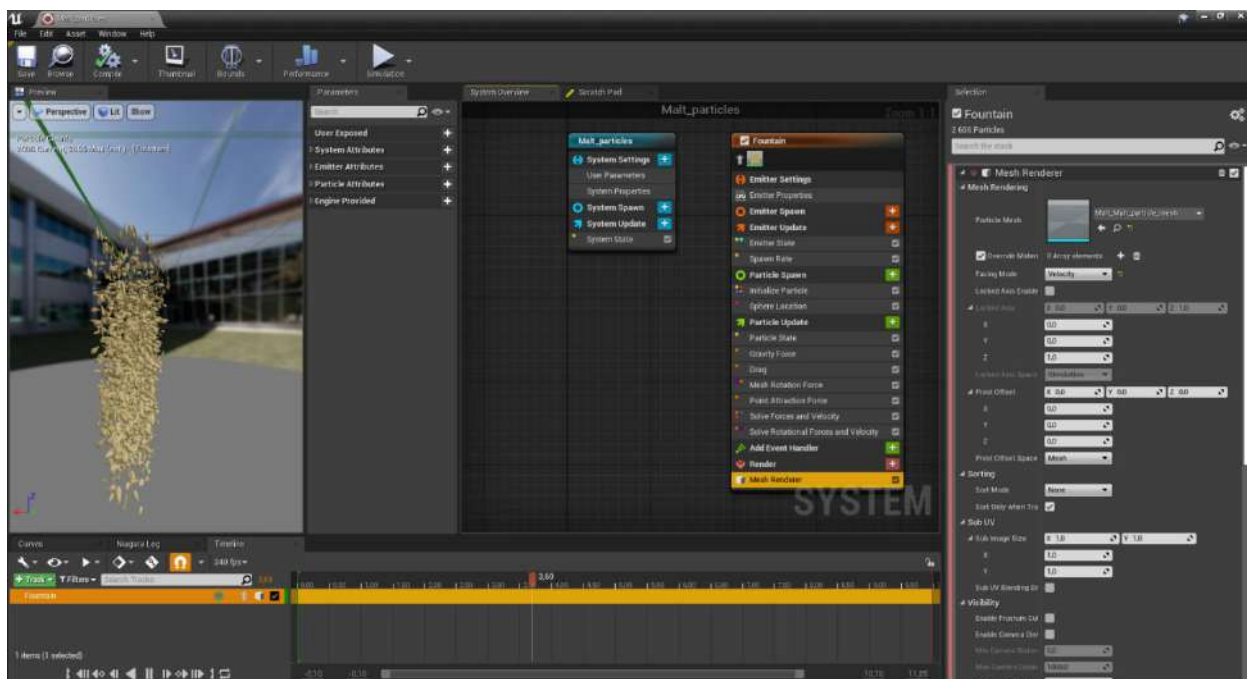


Рис. 57. Интерфейс системы Niagara на примере создания системы частиц пересыпающегося зерна. Основные компоненты системы частиц – эмиттер, генерирующий частицы, поведение частиц согласно указанным силам и их значениям, внешний вид самих частиц.

Далее из дробилки размельченный солод попадает в вагончики, которыми транспортируется до отверстия в полу, после попадания в которое они по трубе отправляются в заторный чан. Наличие этих вагончиков на Трехгорном заводе подтверждается страховой описью.²⁹⁰ Смоделированы вагончики и система их передачи в заторный чан были в соответствии со схемой из Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона.²⁹¹

Дробленый солод поступает в заторный чан, имеющий свое название по процедуре затиранья с водой, происходящей в нем. На крупных заводах заторные чаны снабжались предзаторным аппаратом, в котором солод смешивался с водой еще до поступления в чан, а также механическим размешивателем (см. рис. 58).²⁹²

²⁹⁰ ЦГА Москвы. Ф. 311. Оп. 1. Д. 2332. Л. 10лб-12об, 38об-39.

²⁹¹ Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIа. СПб, 1898. С. 562.

²⁹² Симонов Л. Н. Указ соч. С. 153-162.

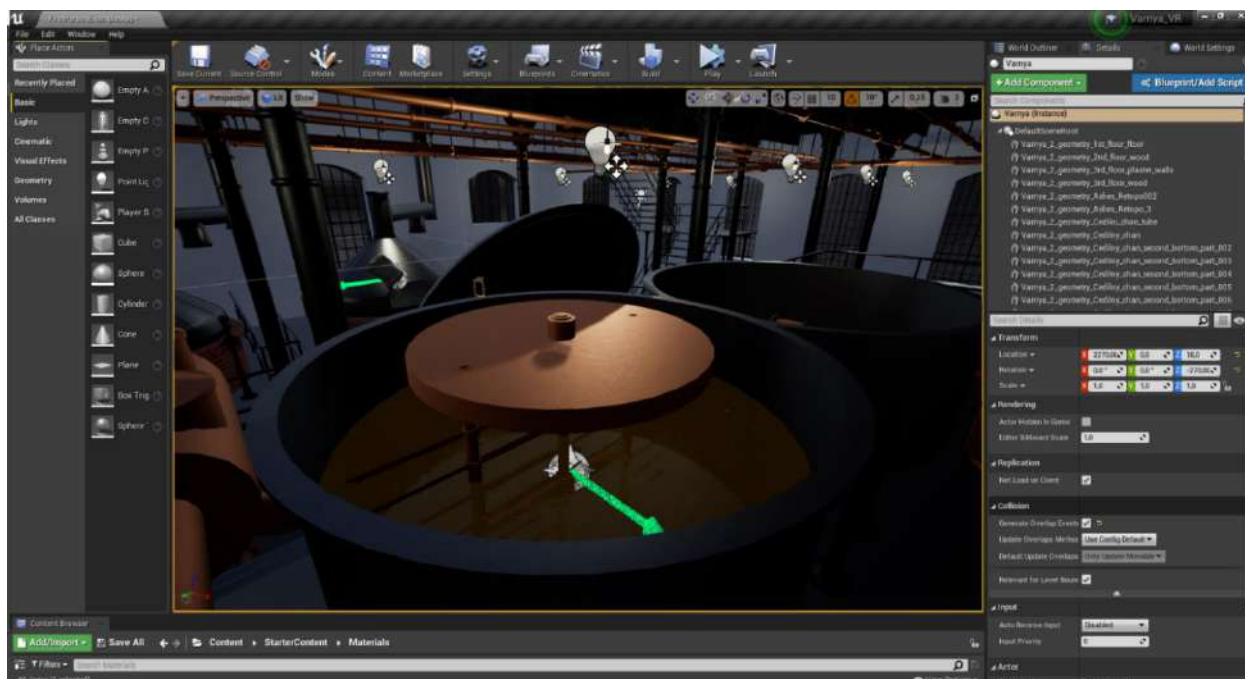


Рис. 58. Заторный чан в движке Unreal Engine 4. Совмещает анимации вращения размешивателя с лопастями и систему частиц для размешиваемого дробленого солода.

Типовой механический размешиватель для заторного чана, изображенный на многих схемах, предполагает центральную ось и две боковых оси, к которым прикреплены лопасти. Центральная ось крутится вокруг собственной оси. Данное вращение было реализовано при помощи системы «блюпринтов» (Blueprints) в Unreal Engine 4. Блюпринты представляют собой визуальный вариант программирования, где вместо написания текстового кода используются компоненты готового кода, которые легко вызываются по названиям желаемых действий. Таким образом, данная система позволяет задавать ограниченно сложные взаимодействия в движке без глубоких знаний языков программирования.

В движке был создан блюпринт размешивателя, куда была добавлена временная шкала (Timeline), задающая зависимость изменения параметров (в данном случае поворота) от времени. Перемещение боковых осей обеспечивается иерархией компонентов блюпринта. Боковые оси являются дочерними объектами относительно центральной и сохраняют свое положение относительно нее (см. рис. 59). Подобный принцип был использован для всех

анимаций перемещения и вращения компонентов пивоваренного оборудования.

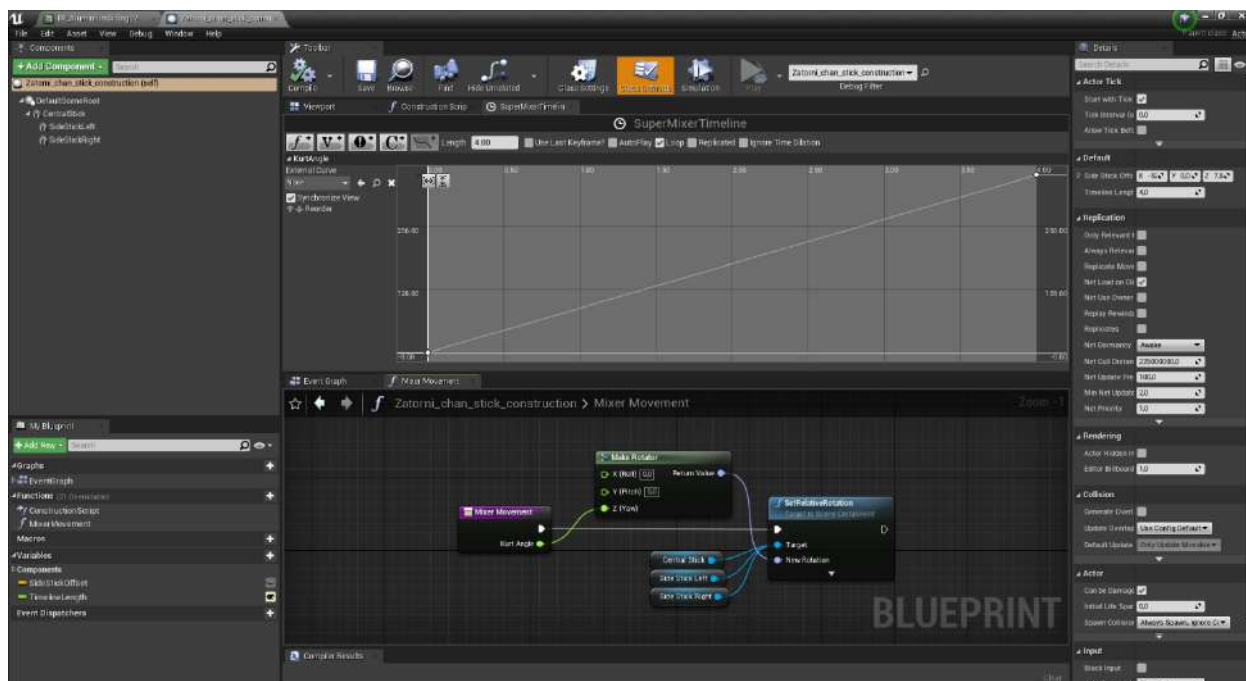


Рис. 59. Код в визуальном выражении в блюпринтах. Данный код устанавливает зависимость положения и поворота элементов механического размешивателя от времени. Слева сверху – иерархия компонентов, посередине сверху – таймлайн, посередине снизу – код для запуска анимации.

Операция затирания, т. е. перемешивания размельченного солода с водой, производится для того, чтобы в получившейся смеси, которая называется суслом, выделился сахар.²⁹³ Технология может различаться на различных пивоварнях, однако на большинстве пивоварен Европы, за исключением Англии, Бельгии и северной Франции, использовался метод «низового брожения» и, соответственно, «отварочный способ», при котором смесь заторного чана порциями поступала для нагревания в заторный котел, где подвергалась кипячению.²⁹⁴ Сусло поступало в котел для кипячения в три приема, при том в первые два – это была непроцеженная «густая смесь», а в третий раз – процеженное жидкое сусло. На крупных пивоварнях для получения последнего использовался отдельный цедильный чан. Процесс приготовления сусла мог занимать 5-6 часов.²⁹⁵

²⁹³ Симонов Л. Н. Указ соч. С. 153-162.

²⁹⁴ Там же. С. 223-224.

²⁹⁵ Там же. С. 228-232.

Котел для кипячения сусла в виртуальной реконструкции также был снабжен системой частиц пара – использовалась готовая система частиц, взятая из библиотеки движка. Также была смоделирована печь с аналогично уже готовой системой частиц огня, чтобы отразить особенность Трехгорного завода – кипячение огнем и паром одновременно.

Операция отцеживания сусла происходила в цедильном чане, имевшем специальное съемное дырчатое второе дно, которое было смоделировано согласно иллюстрациям книги Л. Н. Симонова.²⁹⁶ В результате на втором дне оставались остатки солода, называемые дробиной. Дробина выщелачивалась водой для получения из нее большего количества сусла. Для этого применялась вертилка, в которую поступала вода, выходящая через отверстия в лопастях вертилки, пока она сама совершает вращение (см. рис. 60).



Рис. 60. Изображение вертилки из книги Л. Н. Симонова, которое легло в основу ее виртуальной реконструкции.

Стоит заметить, что, в отличие от большинства стран Европы, акцизные правила в Российской империи запрещали устанавливать в цедильных чанах механические размешиватели, поэтому они отсутствуют на модели.²⁹⁷ Вертилке была добавлена анимация вращения, а также к дырочкам были присоединены системы частиц воды, созданные по аналогии с зерном. Продолжительность этой операции в реальности составляла 6 часов, однако в

²⁹⁶ Симонов Л. Н. Указ. соч. С. 155.

²⁹⁷ Там же. С. 164-167.

демонстрационных целях анимация в этом и других подобных случаях была ограничена несколькими секундами.²⁹⁸

После поступления в котел последней порции выщелоченного сусла наступала последняя операция, производимая в Варне – кипячение с хмелем. Для ее виртуальной реконструкции также использовались системы частиц пара, пересыпания хмеля (модифицированная анимация зерна), однако котел для кипячения с хмелем уже не имеет размешивателя, поскольку в нем нагревается уже отцеженное сусло.²⁹⁹

Далее кипяченое с хмелем сусло поступало в холодильные чаны, предварительно отцеживаясь от хмеля. Затем происходила процедура брожения.³⁰⁰ Она на Трехгорном пивоваренном заводе производилась в отдельном корпусе бродильни, а потому на этом моделирование производственного процесса было завершено.

В результате был полностью восстановлен внешний облик корпуса Варни в виде виртуальной 3D-модели согласно выявленным источникам. Для размещения пивоваренного оборудования был частично восстановлен внутренний облик, однако, ввиду серьезной нехватки визуальных источников, пришлось идти на некоторые допущения. Так, письменные источники свидетельствуют о газовом и электрическом освещении в корпусах завода,³⁰¹ но на фотографиях интерьера Варни не было обнаружено ни одного явного изображения средств освещения, которые, вероятно, появились позже.

Поскольку целью виртуальной реконструкции внутренних помещений Варни была реконструкция производственного процесса, а не полная виртуальная реконструкция интерьера, в корпусе Варни были расставлены электрические светильники, аналогичные обнаруженным на фотографиях

²⁹⁸ *Симонов Л. Н.* Указ. соч. С. 244.

²⁹⁹ Там же. С. 171-172, 244-245.

³⁰⁰ Там же. С. 264, 270.

³⁰¹ Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. С. 8.

солодовни (см. приложение 4, рис. 1). Принятая в итоге гипотеза состоит в том, что небольшой по размеру светильник, являющийся источником яркого света, мог остаться незаметным на фоне белых от штукатурки стен.

Оборудование Варни было восстановлено согласно страховой описи и внешнему виду объектов, изображенных на фотографии. Данного изображения было недостаточно для полного восстановления элементов производственного процесса, поэтому применялись изображения аналогов со схем, посвященных процессам пивоварения из используемых источников.

Принципы работы элементов оборудования были восстановлены при помощи технологий анимации и визуального программирования в Unreal Engine 4 и создания систем частиц в системе Niagara. Таким образом, виртуальную реконструкцию оборудования Варни Трехгорного пивоваренного завода можно считать завершенной (см. рис. 61, приложение 4, рис. 2-7) и далее будут рассмотрена ее репрезентация в виртуальной реальности.



Рисунок 61. Виртуальная реконструкция внутреннего устройства Варни. Рендер из движка Unreal Engine 4.

5.2. Технологии виртуальной реальности в исторических 3D-реконструкциях на примере Варни Трехгорного завода³⁰²

В результате виртуальной реконструкции Варни Трехгорного пивоваренного завода были созданы рендеры как ее архитектурного облика, так и использованного оборудования, однако, чтобы наиболее наглядно продемонстрировать реконструкцию процесса пивоварения XIX в., было принято решение о создании виртуальной среды, в которой пользователь сможет самостоятельно выполнить операции пивоварения, следуя текстовым подсказкам, а также сможет в реальном времени получать информацию об элементах оборудования и источниках, использованных для их реконструкции. Следует, однако, оговориться, что, конечно же, эти операции не выполнялись одним и тем же рабочим, перемещающимся по всему корпусу, а также занимали намного больше времени, чем это происходит в виртуальной среде.

Пользователь, попадая в виртуальную среду, оказывается перед входом в Варню на некотором отдалении, чтобы иметь возможность рассмотреть архитектуру в ее полном масштабе. Следуя подсказкам, он затем перемещается к двери и нажатием кнопки на контроллере при касании виртуальной рукой (находящейся в позиции контроллера) открывает дверь. Далее последовательно выполняются процедуры пивоварения – дробление солода на втором этаже и доставка его в заторный чан, затирание солода и выщелачивание дробины в заторном и цедильном чане, кипячение в заторном и пивоваренном котлах (происходят по взаимодействию с вентилем аналогично тому, как открывается дверь). Для помещения солода в дробилку и добавления хмеля на последнем этапе, а также растапливания печей

³⁰² При подготовке данного параграфа были использованы следующие публикации автора: *Гасанов А. А.* Создание интерактивных сред и использование технологий виртуальной реальности в реконструкции производственных процессов (на примере Трехгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX-XX вв.) // Историческая информатика. 2021. № 3. С. 69-85.

используется механика перетаскивания предметов, когда пользователю надо нажать и удерживать кнопку взаимодействия, поднеся руку к нужному предмету. По нажатию кнопки рука сожмется и предмет будет привязан к контроллеру, что позволит переместить его в нужное место. Для того, чтобы пользователь, не знакомый прежде с операциями пивоварения и оборудованием XIX в., смог найти нужный объект, кроме подсказки на тот объект, с которым необходимо провести взаимодействие, применяется контурная подсветка, что позволяет легко найти его среди остального оборудования завода.

В создании программы для виртуальной реальности использовалось ПО SteamVR, обеспечивающее работу на многих системах виртуальной реальности, включая популярные комплекты оборудования, такие как Valve Index, HTC Vive, Oculus Rift и Windows Mixed Reality. Тестирование проводилось на шлеме виртуальной реальности HTC Vive.

Важным аспектом репрезентации в виртуальной реальности является организованный комплекс получения текстовой и визуальной информации относительно оборудования завода. По наведению правой руки на соответствующий элемент оборудования в виртуальной реальности появляется текстовая подсказка с наименованием оборудования и пояснением его назначения, а по нажатию кнопки на контроллере, служащем для управления в VR-среде, текстовая информация сменяется изображениями источников (см. рис. 62). Подсказка закреплена на постоянном расстоянии от «камеры» – направления взгляда пользователя, постоянно оставаясь в зоне видимости, однако интерфейс может быть также отключен нажатием кнопки на контроллере (см. рис. 63).



Рис. 62. Управление в виртуальной среде для контроллера системы виртуальной реальности HTC VIVE.

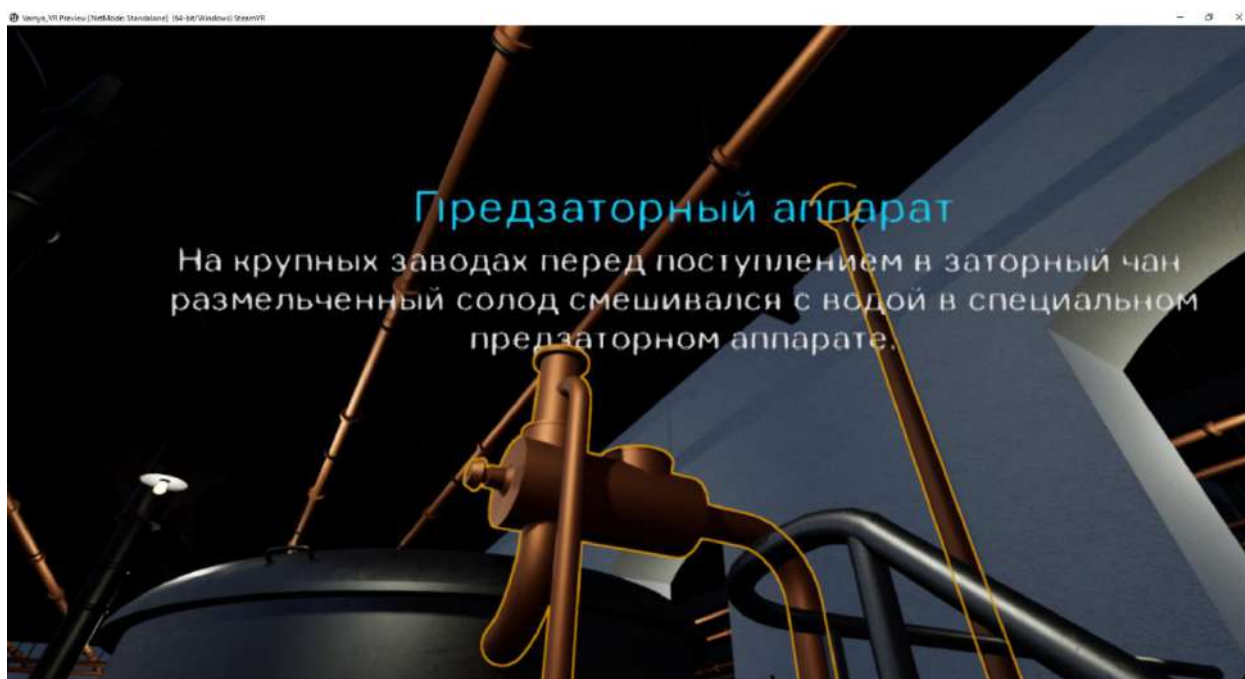


Рис. 63. Пример применения системы подсказок. Цветной обводкой выделен предзаторный аппарат, на экране возникла подсказка о его функции. При нажатии пользователем кнопки на контроллере описание заменится на изображение источника. Скриншот из VR-среды, созданной в Unreal Engine 4.

Базовое управление в виртуальной реальности, включающее перемещение, повороты, захват и отпускание объектов, было взято из готового модуля для виртуальной реальности, поставляемого вместе с движком Unreal Engine 4. Впоследствии оно было дополнено возможностью взаимодействовать с объектами – ручкой двери для ее открытия, колесом дробилки для запуска ее работы, вентилями для запуска перемешивателя заторного чана и т. д., а также вышеуказанной системой получения информации.

Техническое исполнение данной системы состоит в том, что из правой руки пользователя каждую секунду выстреливает невидимый луч длиной до 3,5 м., который при попадании в объект проверяет его на наличие специальных предварительно заданных в движке тегов. В массиве тегов определено соответствие их с названиями оборудования, текстами подсказок и изображениями источников. Если луч не достиг ни одного объекта, либо в объекте не было найдено тега, то вместо подсказки про оборудование появляется подсказка о следующем действии в процессе пивоварения. Эти подсказки реализованы аналогичным способом, только вместо тегов используется числовое значения текущего этапа пивоваренного процесса, которое обновляется автоматически при завершении каждого из этапов.

Использование подобной системы получения информации превращает виртуальную реконструкцию в своеобразную базу данных, где совмещается 3D-изображение реконструированных объектов и сведения о них, накопленные из источников. Возможность их создания – несомненный плюс интерактивных систем презентации виртуальных реконструкций, в том числе в виртуальной реальности.

Впоследствии была создана версия виртуальной среды для мобильных VR-шлемов Vive Focus 3, работающих на операционной системе Android. Возможность использовать данное оборудование без компьютера, легко транспортировать и запускать его позволило показать результаты виртуальной

реконструкции в виртуальной среде на множестве научных и образовательных мероприятий, включая таковые в различных городах России и Фестивале науки в Минске. Видеозаписи, демонстрирующие работу версий для SteamVR и Vive Focus 3, доступны на электронном сервисе Rutube по ссылке и QR-коду (см. приложение 4, рис. 8-9).³⁰³

Мобильные системы виртуальной реальности, работая без компьютера, используют собственные ресурсы для расчетов и отрисовки графики, поэтому их мощности существенно ограничены. Для достижения достаточного уровня производительности интерактивных сред в системах виртуальной реальности необходимо было произвести значительную работу в сфере оптимизации. Желаемой производительностью являлись значения 60-90 FPS (кадров в секунду), как стандартные для виртуальной реальности. Значения FPS до оптимизации были 20-40 FPS в зависимости от ракурса камеры (чем больше более сложных объектов в кадре, тем ниже производительность) и происходивших действий (любой движущийся объект создает большую нагрузку на ресурсы системы, чем статичный). Для работы над улучшением производительности был написан дополнительный код, отображающей текущее число кадров в секунду по ходу работы приложения (см. рис. 64).

³⁰³ Виртуальная реконструкция Варни Трехгорного пивоваренного завода VR (без звука) [Электронный ресурс] URL: <https://rutube.ru/video/3226ce99e352cbce414522ff794aa34d/?r=wd> (Дата обращения: 13.07.2025); Виртуальная реконструкция Варни Трехгорного пивоваренного завода Mobile VR [Электронный ресурс] URL: <https://rutube.ru/shorts/0118cc11ab73e1291288d6cbaa88daee/?r=wd> (Дата обращения: 13.07.2025).

производилось вручную – удалялись фаски на углах, не создающие форму или слабо на нее влияющие сечения. Пересмотрено было разделение геометрии Варни на объекты – трехмерным движкам требуется меньше ресурсов чтобы отрисовать один большой объект, чем множество маленьких, однако в то же время, если ни один полигон объекта не попадает в поле зрения, то весь объект не будет отрисован (данная технология называется Occlusion Culling). Таким образом, разделение на отдельные объекты в первую очередь определялось тем, какие элементы могут быть в кадре одновременно. Для оптимизации окон использовалась запечка текстурных карт (Textures Baking) в программе Marmoset Toolbag. Створки окон на мобильном шлеме, имеющем как ограниченную производительность, так и меньшее разрешение линз, создавали «эффект лесенки» – алиасинг, поэтому геометрия и текстуры окон были загружены в Marmoset Toolbag, где они были «запечены» на плоскость в виде текстур, на которых единой картинкой наложено изображение стекол и створок, объем в данном случае обеспечивался исключительно картами нормалей (см. рис. 65).

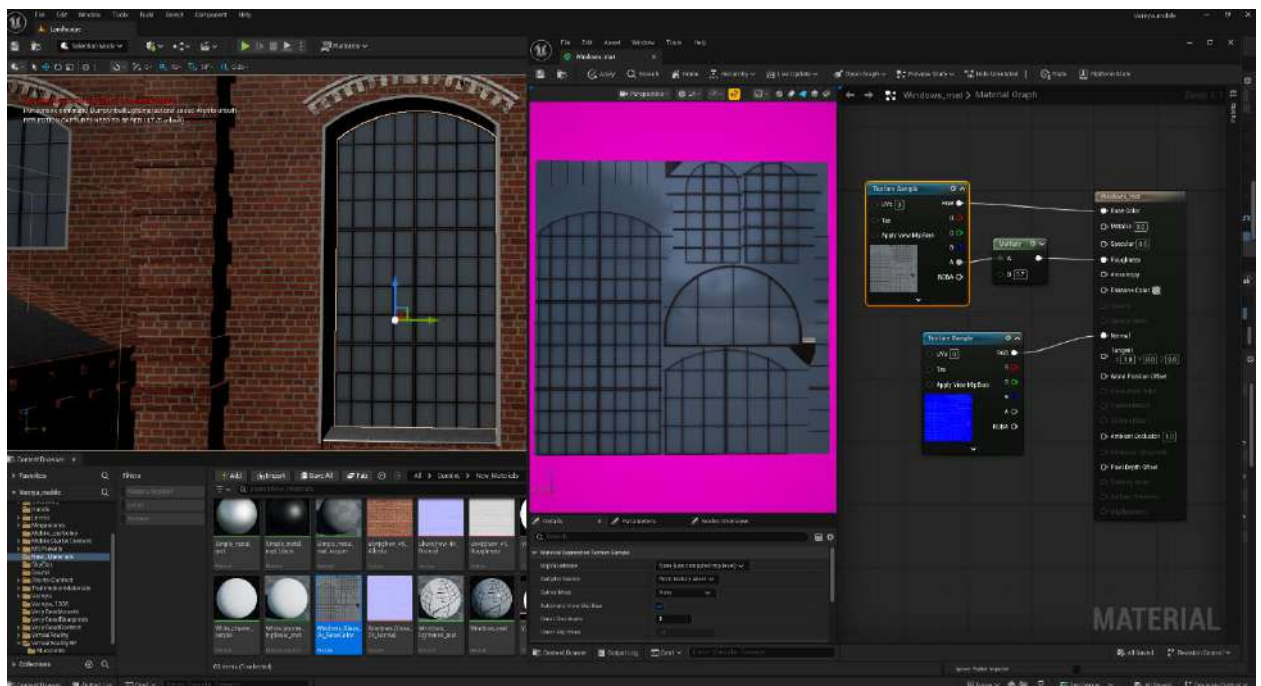


Рис. 65. Оптимизированный материал окон в движке Unreal Engine.

В оптимизации шейдеров было решено удалить наиболее тяжелые для производительности элементы, которые наименее влияют на внешний вид. Такими были текстурные карты Displacement – дополнительные карты фактуры объектов, создающие эффект объемности текстур, в результате использовались только карты нормалей, создающие только видимость объемности с расстояния. Прозрачность по возможности удалялась, процедуры размешивания солода и сусла в Варне отображались при помощи подсветки сквозь непрозрачную воду активных элементов оборудования, поскольку частичная прозрачность в сочетании с движущимися объектами создавали слишком большую нагрузку. Эффекты дыма, пара, горения, воды и пересыпания солода и хмеля были значительно упрощены. Такие эффекты делаются при помощи систем частиц (Particle System), которые задают внешний вид и правила поведения множества однотипных компонентов (частиц). Количество частиц было снижено, а размер каждой – увеличен, трехмерные частицы были заменены двухмерными картинками с прозрачностью вокруг изображения объекта, которые всегда повернуты в сторону зрителя.

Трехгорный завод, изначально представлявший собой единую локацию, совмещающую в себе внешний облик на карте и два этажа из внутренних помещений, был разделен на три локации, где переход осуществлялся при взаимодействии с входными дверями, а внутри – при перемещении на лестницу, окна стали непрозрачными, поэтому при просмотре архитектуры завода не было видно, что внутренние помещения при этом отсутствуют.

Большой задачей было создание предзаписанного освещения (запечка света). Данный алгоритм позволяет отображать тени от статичных объектов при статичных источниках света при помощи заранее рассчитанных текстур теней, для чего использовалась встроенная функция запечки света Unreal Engine, однако геометрия завода была разделена на отдельные объекты, чтобы каждый из них имел отдельную карту теней (ранее свет рассчитывался в

реальном времени, а развертки наслаивались друг на друга, поскольку использовали одни и те же текстуры. Кроме теней были предзаписаны отражения на глянцевых поверхностях, для чего применялся особый тип объекта в Unreal Engine – Reflection Captures. Алгоритм движка записывает 360-панораму из позиции Reflection Capture, а затем проецирует ее на отражающие поверхности.

Финальная производительность локаций Варни составила 70-90 FPS в зависимости от положения в сцене, без заметных просадок в скорости. Визуальная составляющая была сохранена максимально точно, насколько это позволяли ресурсы целевого оборудования – шлемов виртуальной реальности Vive Focus 3 (см. рис. 66-67).

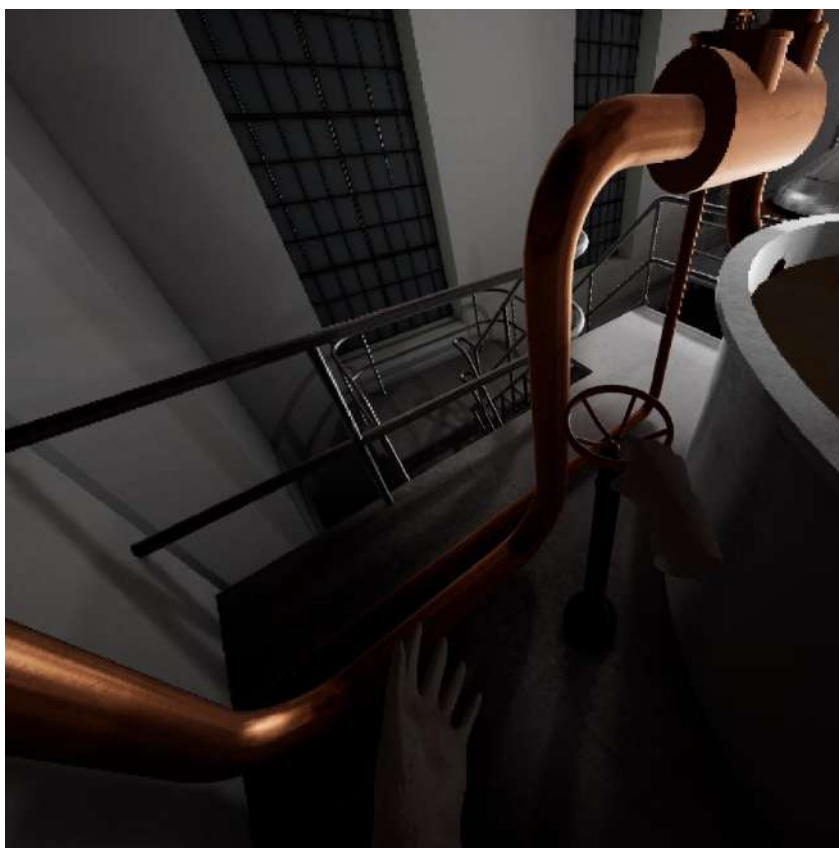


Рис. 66. Скриншот из мобильной версии виртуальной среды. Пользователем запускается работа затворного чана. Визуальная составляющая этой версии претерпела изменения, ввиду меньшей мощности мобильных VR-систем относительно комбинации VR-шлема и мощного компьютера.



Рис. 67. Скриншот из мобильной версии виртуальной среды. Процедура кипячения с хмелем.

5.3. Виртуальные туры как способ репрезентации результатов виртуальных 3D-реконструкций

Для Варни Трехгорного пивоваренного завода вариантом репрезентации результатов виртуальной реконструкции было выбрано создание интерактивной виртуальной среды при помощи технологий виртуальной реальности. При несомненных плюсах, таких как эффект погружения и возможность показать технологии производства от первого лица, данный вариант репрезентации существенно ограничил доступность виртуальной реконструкции. Поэтому для ключевых строений Баранчинского завода был выбран другой вариант – создание интерактивной виртуальной среды, доступной в сети Интернет без необходимости скачивания и с поддержкой доступа с мобильных устройств. Инструментами для создания такого функционала стали движок Unity и технология WebGL, позволяющая размещать приложения, созданные в движке, в страницах сайтов в сети Интернет.

5.3.1. Виртуальный тур по строениям Баранчинского металлургического завода

Первым этапом стал перенос моделей из 3D-редактора Blender в Unity, они были загружены в файлы проекта, созданного в Unity, и размещены на карте, как и для рендеров в Blender ранее, HDRI-текстура неба была добавлена при помощи инструмента Skybox. Далее необходимо было перенести текстуры и материалы, однако вся их логика находилась в Blender и не была совместима с Unity, а применение WebGL и планируемая поддержка мобильных устройств не позволяли использовать аналогичные системы создания материалов из динамических нод, такие как технология Shader Graph. Чтобы материалы корректно отображались на мобильных устройствах, был выбран шейдер (код материала, содержащий его логику, какие текстуры могут быть в нем использованы и каким образом) Simple Lit, совместимый с алгоритмом рендеринга Universal Render Pipeline (URP), применяемым на данный момент в большинстве разработок на движке Unity. Данный шейдер является упрощенным и не позволяет, в том числе, «смешивать» различные текстуры, поэтому они были выгружены из Blender, а затем обработаны в 2D-редакторе Adobe Photoshop, чтобы повторить логику из Blender.

Следующим этапом стало создание интерактивных функций. Прежде всего, нужно было создать систему управления для персональных компьютеров и мобильных устройств, позволяющую «летать» вокруг корпусов завода, поворачиваться, приближаться и отдаляться. Логика создавалась в движке Unity при помощи создания кода на языке C# (см. приложение 4, рис. 10-11), при запуске приложения программой вызывалось меню, содержащее краткое описание управления для ПК и мобильных устройств соответственно, и две кнопки, позволяющие выбрать один из этих вариантов управления, которые можно нажать как при помощи компьютерной мыши, так и нажатием пальцем по сенсорному экрану (см. рис. 68).



Рис. 68. Главное меню виртуальной среды просмотра на движке Unity.

В управлении для компьютера повороты осуществляются при помощи зажатия левой кнопки мыши (ЛКМ) и перемещения ее в нужную сторону. Точка, относительно которой происходит поворот, перемещается аналогично при помощи правой кнопки мыши (ПКМ). Колесико мыши обеспечивает возможность приближения и отдаления. Для мобильных устройств поворот происходит при проведении пальцем по экрану, а чтобы перемещать точку поворота, необходимо нажать пальцем на кнопку вверху экрана, меняющую режим управления. Чтобы приближать и отдалять, нужно проводить двумя пальцами по направлению друг к другу или наоборот. Вверху экрана находятся кнопки «Меню», позволяющая вернуться на экран выбора управления, и кнопка компаса, возвращающая ракурс к изначальному (см. рис. 69).



Рис. 69. Виртуальная реконструкция ключевых строений Баранчинского завода в виртуальной среде просмотра на движке Unity.

Следующим этапом было создание системы получения подсказок и верификации исторических источников. При нажатии левой кнопкой мыши или пальцем на сенсорном экране по одному из реконструированных корпусов вокруг него появляется эффект подсветки, созданный при помощи полупрозрачного шейдера и градиента, нарисованного в Adobe Photoshop, а часть экрана занимает интерфейс, содержащий краткую информацию о выбранном корпусе, и набор изображений, применявшихся для его виртуальной реконструкции, которые можно переключать. В интерфейсе присутствует кнопка перехода в полноэкранный режим, чтобы подробнее рассмотреть изображение источника (см. рис. 70-71).

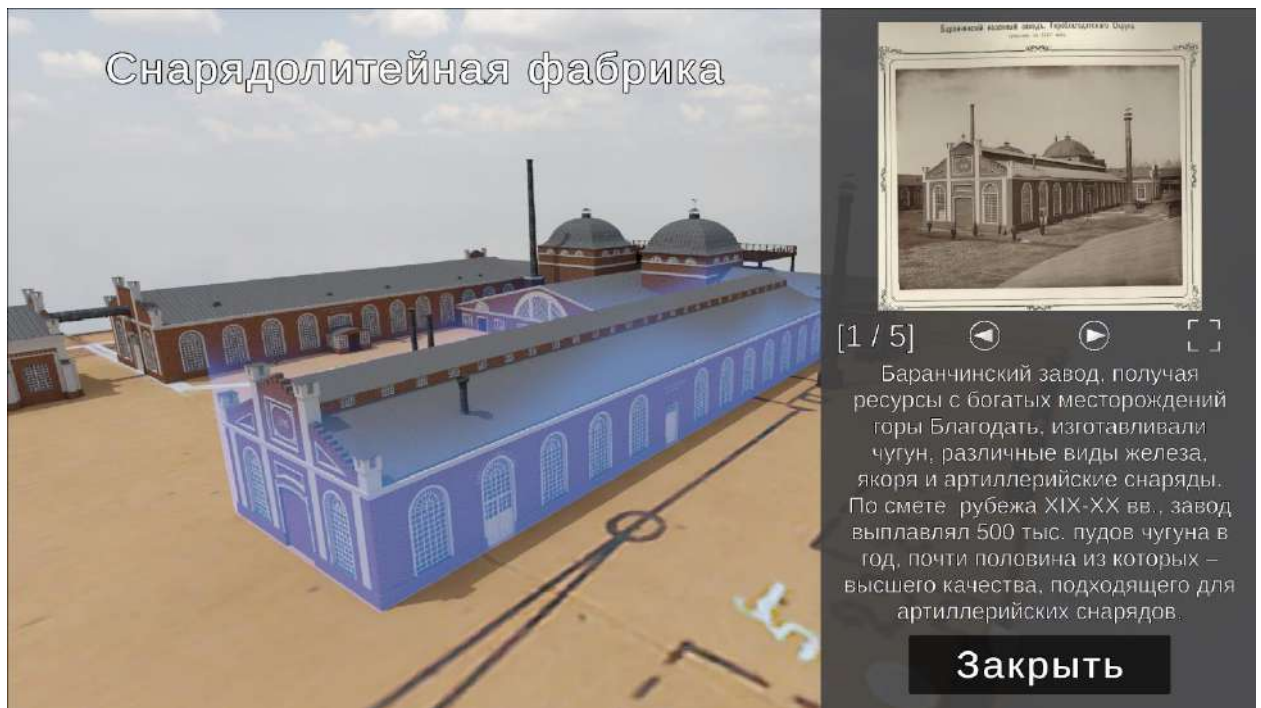


Рис. 70. Выбран корпус снарядолитейной фабрики в виртуальной среде на движке Unity. Корпус подсвечен, а справа появился интерфейс.

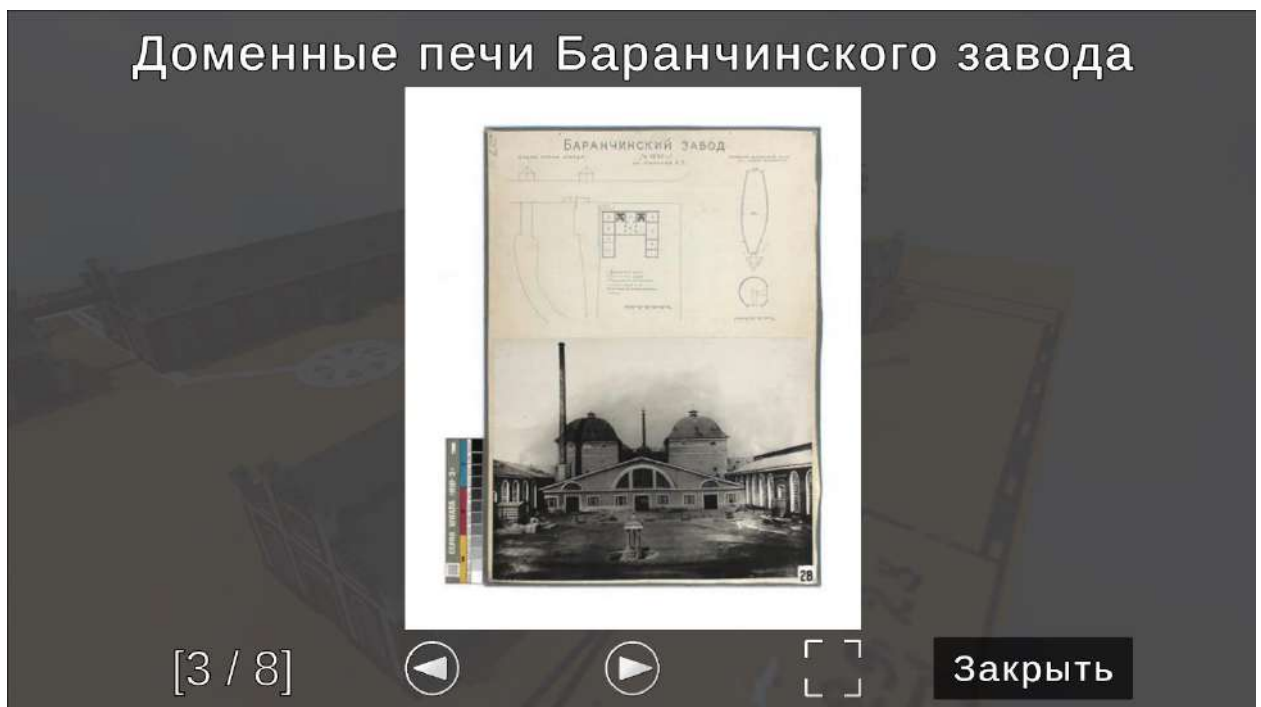


Рис. 71. Полноэкранный режим в виртуальной среде на движке Unity.

Реализована данная система была через написанные на языке C# классы UIManager и Structure, а также несколько «слоев» интерфейса. Класс Structure добавлен к каждой из моделей корпусов и отслеживает нажатия по ним. Когда нажатие зафиксировано, Structure вызывает функцию смены слоя интерфейса

в UIManager, отключая обычный интерфейс и заменяя его на новый слой, содержащий изображение строения и его описание. Набор изображений, название корпуса и его описание записаны в каждом экземпляре класса Structure по нужному корпусу, при нажатии эта информация передается в класс UIManager и таким образом отображается на экране. Переход в полноэкранный режим также работает как включение нового слоя.

Готовое приложение было размещено на электронном сервисе Unity Play³⁰⁴ с возможностью неограниченного доступа по ссылке. Ограничениями стали отсутствие возможности доступа с мобильных устройств на операционной системе IOS, поскольку она не поддерживается технологией WebGL в Unity, а также низкая производительность на достаточно старых телефонах с операционной системой Android. Несмотря на ограничения, налагаемые мобильными устройствами, визуальная составляющая была воспроизведена практически точно относительно рендеров в Blender. Подобный вариант виртуальной среды обеспечивает наиболее удобную возможность доступа к результатам виртуальной реконструкции, управление является простым и интуитивным, не требует обучения или серьезных навыков работы с техникой, интерактивные функции дают возможность получать информацию о строениях Баранчинского завода и просматривать исторические источники, которые легли в основу виртуальной реконструкции, платформа, на которой размещено приложение, обеспечивает свободный онлайн доступ и позволяет обновлять виртуальную среду при необходимости. По QR-коду или ссылке можно получить доступ к реализованной виртуальной среде (см. приложение 4, рис. 12).³⁰⁵

³⁰⁴ Unity Play. [Электронный ресурс] URL: <https://play.unity.com/en> (Дата обращения 30.05.2025).

³⁰⁵ Baranchinsky Ironworks 3D [Электронный ресурс] // Unity Play. URL: <https://play.unity.com/en/games/8575069a-304c-403e-a7c4-e3b28ca7e730/baranchinsky-ironworks-3d-demo> (Дата обращения 30.05.2025).

5.3.2. Виртуальный тур по внутренним помещениям Варни Трехгорного пивоваренного завода

При создании виртуального тура по строениям Баранчинского завода виртуальное приложение создавалось таким образом, чтобы его легко можно было применять и для других объектов виртуальной реконструкции. Создавались общие скрипты и структуры, куда могут быть назначены и другие 3D-модели, текстуры, изображения и описания. Чтобы продемонстрировать универсальность данной системы, а также сделать результаты виртуальной реконструкции Варни Трехгорного завода доступными не только для посетителей научных и образовательных мероприятий, но и для пользователей сети Интернет по всей стране, было решено создать виртуальный тур по Варне.

Поскольку реконструкция Варни предполагает одну модель корпуса, имеющего, однако, проработанные внутренние помещения с анимациями оборудования, необходимо было расширить изначальную систему (все также имея целью создание универсального инструмента). В интерфейс виртуального тура были добавлены кнопки перемещения между локациями, разделение на которые перешло из версии для мобильных VR-систем – план завода, первый этаж и второй этаж. Функционирование плана завода аналогично виртуальному туру по Баранчинскому заводу, пользователю доступен облет здания, а также получение текстовой информации и изображений источников по нему (см. рис. 72).

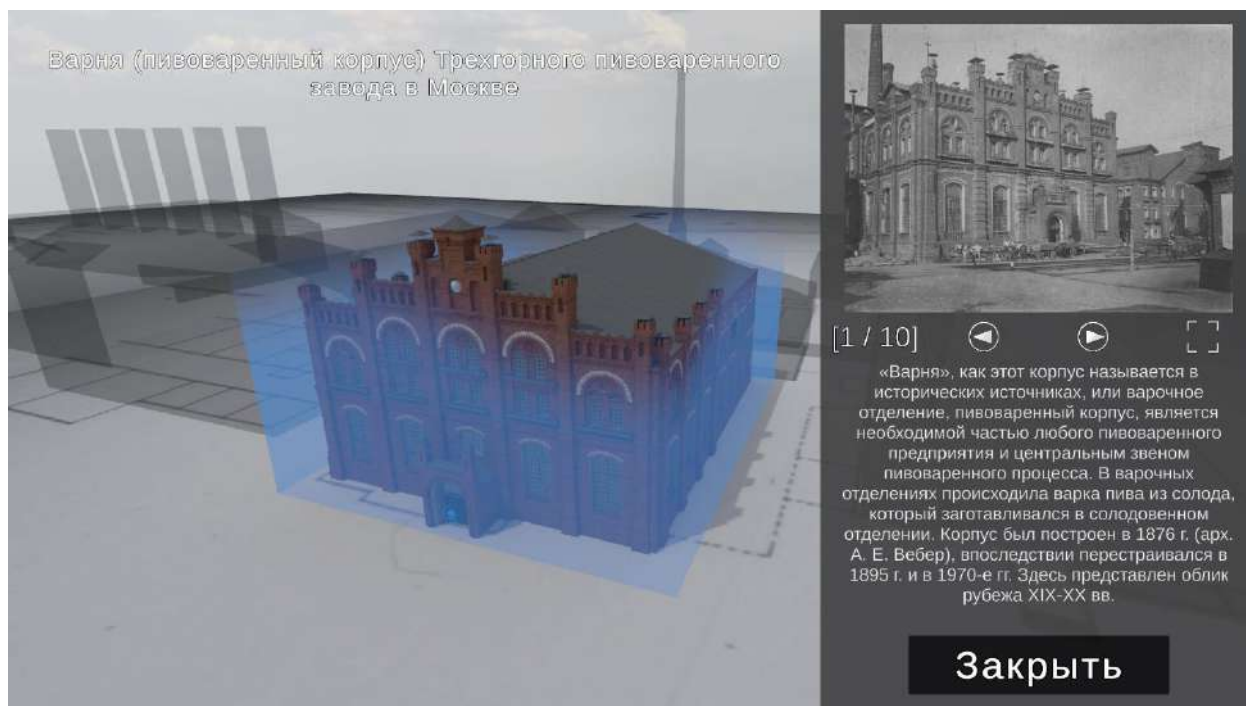


Рис. 72. Локация плана завода в виртуальной среде. Выбран корпус Варни и показана информация о нем.

Для первого и второго этажа было модифицировано поведение камеры – теперь пользователь может свободно поворачиваться (но не перемещаться) из конкретной точки. Для изменения точки обзора необходимо нажать на элемент интерфейса на полу, обозначающий новую точку обзора. Такие элементы установлены вблизи всех объектов оборудования, с которыми необходимо взаимодействовать по ходу проведения операций пивоварения (см. рис. 73).

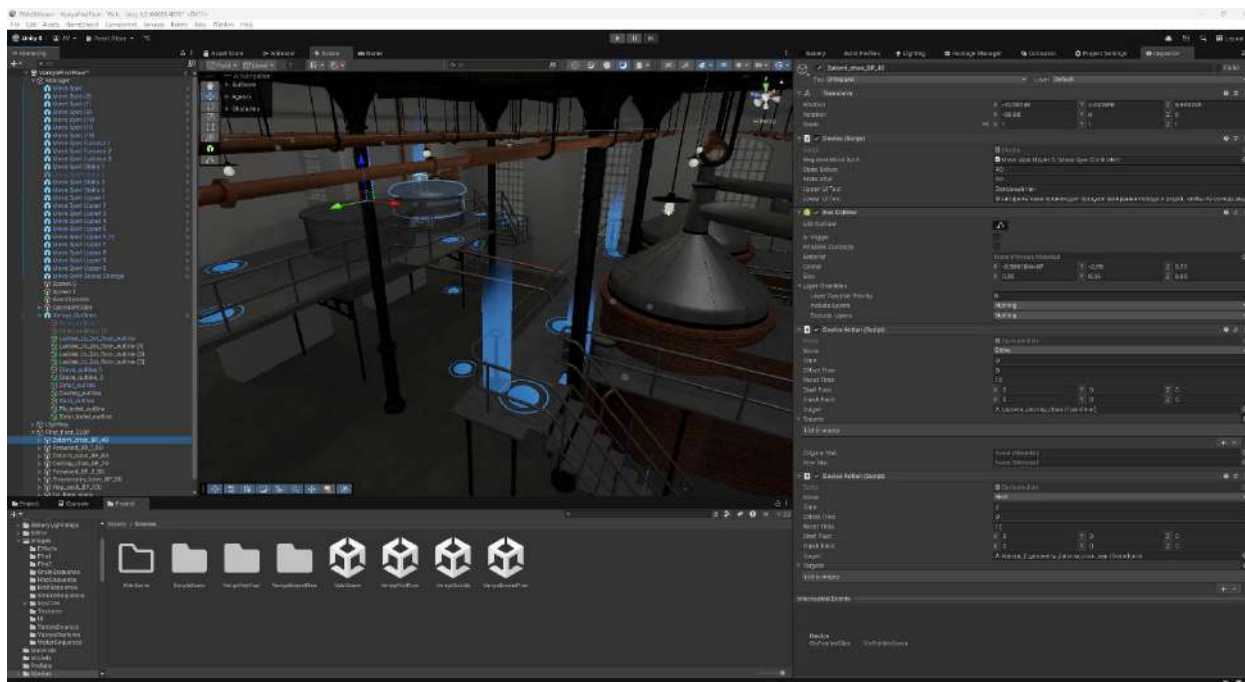


Рис. 73. Сцена первого этажа Варни в движке Unity 6. Синими точками обозначены возможные позиции камеры. Чтобы не загромождать экран, во время работы приложения видны только несколько соседних точек перемещения с текущей позицией камеры.

Нажатие на элемент оборудования, также обозначенный специальным элементом интерфейса, запускает анимацию (вращение вентиля, пересыпание солода, перемещение вагончика с солодом и т. д.) В интерфейс была добавлена и информация о текущем этапе пивоварения и необходимых действиях, объект, с которым следует провести взаимодействие следующим, отмечается в виртуальном туре светло-синим свечением, чтобы упростить ориентирование по помещениям завода. Чтобы обеспечить универсальность системы для интерактивных объектов использовалось два собственных класса C# – «Device» и «DeviceAction», первый из которых проверяет возможность взаимодействия (чтобы одним и тем же нажатием не произошло несколько действий, или, например, взаимодействие с оборудованием не запустилось при попытке повернуть камеру), обновляет текущий этап пивоваренного процесса и запускает все экземпляры класса «DeviceAction», привязанные к нему.

DeviceAction, в свою очередь, имеет несколько режимов – перемещение, поворот, скрыть и показать, а также набор параметров, таких как начальная и конечная позиция для перемещения или поворота, время, через которое

действие должно произойти после взаимодействия, продолжительность самого действия (см. приложение 4, рис. 13). Например, для дробления солода указаны следующие действия – «показать» мешок с солодом, из которого он будет сыпаться в дробилку, «показать» анимацию пересыпания солода, «показать» новую камеру (которая имеет более высокий приоритет относительно обычной камеры, поэтому во время анимации будет использоваться фиксированный ракурс), «повернуть» колесо дробилки. Затем через несколько секунд применяется действие «скрыть» на мешок с солодом и анимацию пересыпания солода, «показать» на анимацию дробленого солода, пересыпающегося уже в вагончик, и еще одну камеру, которая направлена уже на вагончик.

Анимации огня, воды, пересыпания солода и хмеля претерпели еще одну оптимизацию – оригинальные анимации из Unreal Engine были записаны на видео на ярко-зеленом или ярко-фиолетовом фоне, который был удален в программном обеспечении для редактирования видео Adobe Premiere Pro, и выгружены оттуда как последовательность кадров (Image Sequence). Движок Unity имеют функцию использовать последовательность кадров как 2D-анимацию, что было оптимальным балансом между сохранением визуальной составляющей оригинальной версии и оптимизацией для использования с технологией WebGL (см. приложение 4, рис. 14).

Отличием данной версии от VR-реализаций стало и то, что в ней можно взаимодействовать с любым элементом оборудования, вне зависимости от текущего этапа пивоварения. В этом случае этап не обновится, но анимация будет проиграна, и пользователь получит информацию о данном элементе оборудования и его работе. Это позволяет пользователю самому делать выбор, проходить ли «квест» по пивоварению XIX в. или изучать самостоятельно элементы оборудования как отдельные экспонаты.

В результате система, созданная для создания виртуальных туров по историческим реконструкциям, более не ограничена большими открытыми

пространствами, но может быть использована и для внутренних помещений, позволяет показывать взаимодействия, ставить пользователю задачи, а технология WebGL делает такие виртуальные туры доступными в сети Интернет при помощи большинства современных браузеров, в том числе и на мобильных устройствах. Ссылка на виртуальный тур по Варне Трехгорного пивоваренного завода помещена в приложения к работе (см. рис. 74-75, см. приложение 4, рис. 15).



Рис. 74. Первый этаж Варни в виртуальном туре. Интерфейс содержит информацию о текущем этапе пивоварения, синими точками указаны возможные позиции камеры, луч синего света показывает, куда следует переместиться в данный момент.

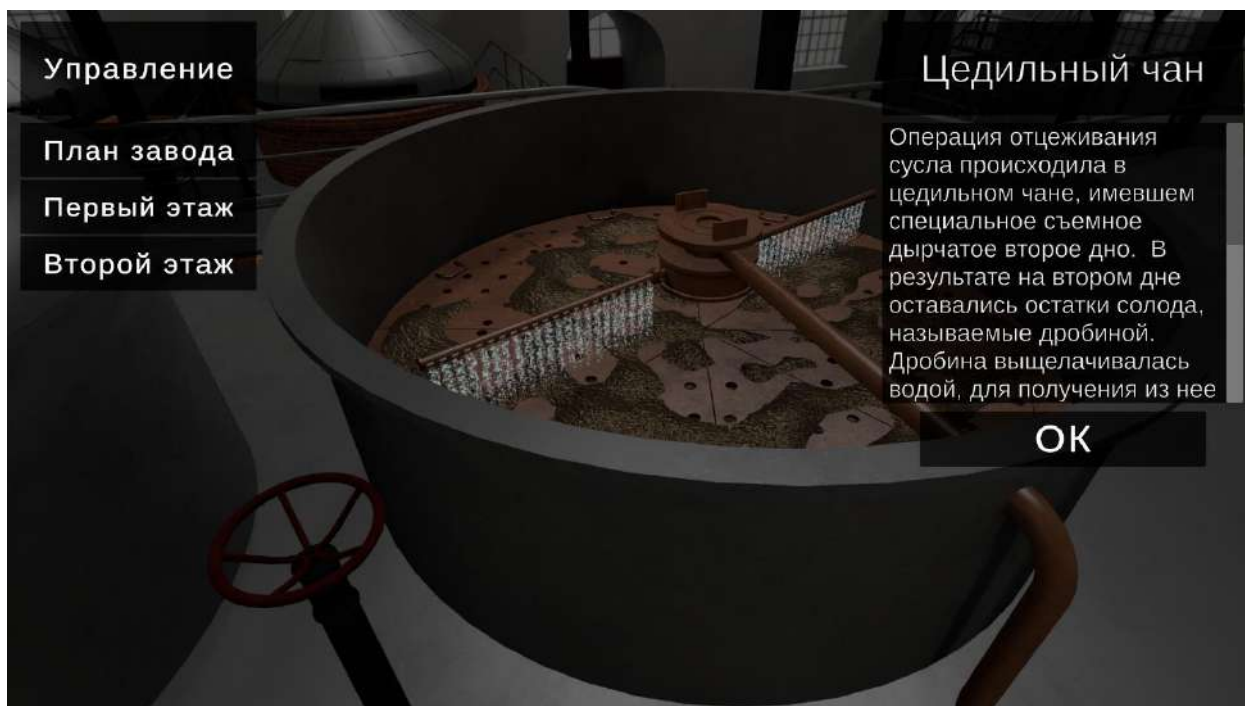


Рис. 75. Запуск анимаций оборудования в виртуальном туре по внутренним помещениям Варни. Происходит процедура выщелачивания дробины в цедильном чане. Подсказка о работе цедильного чана будет отображаться до нажатия кнопки «ОК» или перемещения на новую позицию камеры, тогда возникнет описание следующего этапа пивоварения.

В данной главе были рассмотрены различные варианты репрезентации итогов виртуальной реконструкции, позволяющие не ограничиваться рендерами и видеороликами, а создавать уникальные виртуальные исторические среды, знакомящие пользователя с объектами культурного наследия и технологиями прошлого. Такой подход расширяет возможности виртуальной 3D-реконструкции, может применяться в музейной и образовательной деятельности, представляя информацию исторических источников в современном формате, который может быть интересен не только ученому сообществу, но и широким слоям населения. Возможность представлять культурное наследие в подобном интересном формате имеет существенное значение для повышения уровня знания и привлечения внимания общественности к проблемам сохранения культурного наследия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Виртуальная реконструкция позволяет сохранять историческую память об утраченных объектах индустриального наследия, получать новую визуальную и пространственную информацию об утраченных промышленных памятниках. Существуют и применяются практики сохранения объектов индустриального наследия – такие, как музеефикация и перепрофилирование, – однако их применение требует как материальных ресурсов, так и государственных либо общественных инициатив. Виртуальная реконструкция в данном случае является одновременно доступным способом трансляции облика памятника и средством привлечения общественного внимания к проблеме сохранения индустриального наследия как таковой. В случае, если памятник полностью утрачен, виртуальная реконструкция позволяет восстановить его облик и в перспективе может служить основой для его физической реконструкции.

В ходе данного исследования были сформированы достаточно полные и репрезентативные источниковые базы по объектам виртуальной реконструкции, аккумулирующие различные виды источников. Были рассмотрены особенности работы с научно-технической документацией, фотоматериалами, художественными и нарративными источниками. Была произведена оценка информативности таких источников и способов их использования для построения виртуальных 3D-реконструкций. Производилась и классификация источников в контексте данного направления. Синтез сведений из разных видов источников позволил получить необходимый комплекс информации об объектах реконструкции, который при помощи инструментов 3D-моделирования был воплощен в финальных виртуальных моделях.

Была создана научно обоснованная виртуальная 3D-реконструкция производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода, включающая его внешний и внутренний облик. Кроме того, была проведена реконструкция

производственного процесса пивоварения в XIX в. Такая реконструкция представлена в доступном динамическом формате, что расширяет рамки виртуальной 3D-реконструкции как направления.

Была также создана научно обоснованная виртуальная 3D-реконструкция основных строений Баранчинского завода, состоящая из комплекса соединенных между собой корпусов и отражающая пространственную и функциональную структуру дореволюционного металлургического предприятия. Представленная репрезентация результатов виртуальной реконструкции позволяет связать полученные 3D-модели корпусов с источниками, на которых основана реконструкция, и сведениями об истории и назначении того или иного корпуса.

Созданные виртуальные среды имеют как исследовательское, так и культурно-просветительское значение. Они представлены в доступе как для историков-исследователей, так и для просто интересующихся лиц. Использование подобных практик позволяет повышать уровень общественной осведомленности об индустриальном наследии и его ценности, а также подготавливать базу для возможных реконструкций и музеефикации. Для этих практик необходимы как источники и исторические обзоры по объектам виртуальной реконструкции, так и готовые визуальные образы утраченного наследия. Планы по реконструкции Варни Трехгорного пивоваренного завода зафиксированы на официальных электронных ресурсах, что создает прецедент для увеличения количества подобных инициатив в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Архивные источники

1. ГАПК Ф. 279. Оп. 4. Д. 114-115, 181, 183, 909.
2. ГАПК Ф. 279. Оп. 5. Д. 38, 40, 115-117, 1057-1061.
3. ГАПК Ф. 716, Оп. 2, Д. 38, 39.
4. ГАСО Ф. 24. Оп. 14. Д. 155-159, 559-571, 913.
5. ГАСО Ф. 25. Оп. 1. Д. 30. Л. 86.
6. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 24. Д. 2608. Л. 2.
7. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 140. Д. 22.
8. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 144. Д. 47.
9. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 145. Д. 29.
10. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 149. Д. 45.
11. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 151. Д. 75.
12. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 158. Д. 26.
13. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 163. Д. 27.
14. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 164. Д. 62.
15. ЦГА Москвы Ф. 54. Оп. 169. Д. 126.
16. ЦГА Москвы Ф. 311. Оп. 1. Д. 2332.
17. ЦГА Москвы Ф. 1281. Оп. 1. Д. 166, 213, 245.

Опубликованные источники

1. *Бакшаев А. А.* Передача Гороблагодатских заводов в частные руки в XVIII в. // Документ. Архив. История. Современность. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. Вып. 5. С. 77-86.
2. *Белов В. Д.* Исторический очерк уральских горных заводов / Выс. утв. Постоян. совеща. контора железозаводчиков. СПб.: Типография Исидора Гольдберга, 1896. 177 с.
3. *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том V а. СПб.: Типо-литография И. А. Ефрона., 1892. 488 с.

4. *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том VIII а. СПб.: Типо-литография И. А. Ефрона., 1893. С. 620.
5. *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXII. СПб.: Типо-литография И. А. Ефрона., 1897. 497 с.
6. *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Том XXIIIа. СПб.: Типо-литография И. А. Ефрона., 1898. 513 с.
7. *Вострокнутов В. А.* Краткий исторический обзор Гороблагодатского горного округа / сост. В. А. Вострокнутов. Екатеринбург: Хромотиполитография К. К. Вурм, 1901. 76 с.
8. Вся Москва, адресная и справочная книга на 1923. М: Гос изд-во, 1923. С. 323-324.
9. *Гивартовский Г. А.* Особое мнение г.г. председателя Совета Г.А. Гивартовского и члена Совета г. А. А. Лутрейль о Трехгорном пивоваренном товариществе. М: тип. Т. И. Гаген, 1882. 26 с.
10. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. 1875/76-1900/901 гг. М., 1901. 14 с. 67 л.
11. Дорогомилово: Из истории московского полуострова / Сост. О. В. Кузьмина, Л. С. Бахурина; Ред. И. Б. Михнова. М., 2000. 192 с.
12. Иллюстрированное описание Всероссийской художественно-промышленной выставки в Москве. 1882 г.: Альбом 179 рисунков и 16 портретов, исполненных лучшими художниками журнала «Всемирная Иллюстрация», с подробным описанием выставявшихся предметов всех групп, с описанием разного рода промышленности и производств, с полным указанием экспонентов, со списком экспонентов, удостоенных наград, и проч. и проч. СПб., М: Издание Германа Гоппе, 1882. 256 с.
13. *Киричек П. Д.* Особенности технологии оригинальных сортов пива (из опыта работы пивоваренного завода имени Бадаева). М., 1958.
14. *Клеванная Л. П., Герасимова В. М., Кошечкина Л. В., Макарова, Н. А., Попова В. Ф.* Опыт работы Московского пивоваренного завода им. А. Е. Бадаева (Обзор). М., 1975.

15. Клеванная Л. П., Михайлова Г. А., Зернов Н. Е., Баронин В. П. Опыт работы московского ордена «Знак Почета» пивоваренного завода имени А. Е. Бадаева в девятой пятилетке и перспективы его развития в десятой пятилетке. М., 1976.
16. Леонтьев Л. А. Автоматизация теплорегулирования и контроля режима стерилизации фильтрмассы на массомойках. (из опыта работы пивоваренного завода имени Бадаева). М: ЦБТИ, 1958.
17. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Пермская губерния. Часть 2. СПб.: Тип. Ф. Персона, 1864. 820 с.
18. Материалы лаборатории Завода им. Бадаева / Значение микробиологического контроля пивоваренного производства // Технохимический и микробиологический контроль пивоваренного и безалкогольного производства. М., 1937. С. 14-25.
19. Менделеев Д. И. Сочинения: Работы в области металлургии: / председатель редколлегии В. Г. Хлопин. Ленинград-М., 1949. Т. 12. С. 64.
20. Московская промышленность. // Орган Президиума МСНХ. Технико-экономический журнал. М.: Издание МСНХ, 1929. Вып. 2. 60 с.
21. Московская промышленность. // Орган Президиума МСНХ. Технико-экономический журнал. М.: Издание МСНХ, 1929. Вып. 6. 48 с.
22. Приложения к карте промышленности СССР. Европейская часть. М., 1927. 694 с.
23. Рожков В. И. Берг-компания на Магнитной горе Благодати и на Медвежьих островах в Лапландии. // Горный журнал, 1885, №6. С. 435-466.
24. Симонов Л. Н. Пивоварение (заводское и домашнее), квасоварение и медоварение: Пр-во солода, хмеля и дрожжей. Разведение чистопород. дрожжей. Необходимые справоч. таблицы. СПб.: Л. С[имонов], 1898. 904 с.

- 25.Справочный каталог российской промышленности. М: Редакционно-Издательский Отдел В. С. Н. Х. и Издательство Северо-Западного Промбюро, 1923. 612 с.
- 26.Торгово-промышленная газета. М. 1926. № 144. С. 4.
- 27.Торгово-промышленная газета. М. 1928. № 131. С. 6.
- 28.Уральская железная промышленность в 1899 г., по отчетам о поездке, совершенной с высочайшего соизволения: С. Вуколовым, К. Егоровым, П. Земятченским и Д. Менделеевым, по поручению г-на министра финансов, статс-секретаря С. Ю. Витте / ред. Д. Менделеев. СПб., 1900. 866 с.
- 29.Устав Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве: утв. 6 июня 1875 г. М: Типо-Литогр. И. Ф. Щетинкина и Е. А. Мартынова, 1911. 21 с.
- 30.Чехов А. П. Аптекарская такса, или Спасите, грабят!/: Шутливый трактат на плачевную тему // Сочинения в 18 томах // Полное собрание сочинений и писем в 30 томах. М.: Наука, 1979. Т. 16. Сочинения. 1881-1902. С. 220-223.
- 31.Чехов А. П. Свидание хотя и состоялось, но... // Сочинения в 18 томах // Полное собрание сочинений и писем в 30 томах. М.: Наука, 1974. Т. 1. [Рассказы. Повести. Юморески], 1880—1882. С. 174-178.
- 32.Чехов. А. П. Осколки московской жизни // Сочинения в 18 томах // Полное собрание сочинений и писем в 30 томах. М.: Наука, 1979. Т. 16. Сочинения. 1881-1902. С. 34-178.
- 33.Эренбург Д. Г. Современное состояние пивоваренной промышленности. // Пищевая промышленность М. 1924. № 3/4. С. 11-16.
- 34.Югов А. Новая хозяйственная политика Моссельпрома. // Бюллетень Московского совета народного хозяйства. М., 1921. № 15-16.
- 35.Ярцев Н. Ф. Пиво московских заводов: Исслед. Н. Ф. Ярцева. М: тип. А. А. Карцева, 1887.

36. *Meyer H. J.* Meyers Konversations-Lexikon: ein Nachschlagewerk des allgemeinen Wissens. Band 2. Leipzig und Wien: Bibliographisches Institut. 1893. S. 1001 (I-IV).

Электронные ресурсы

1. Арбитражный суд сделал важный шаг в определении ответственных за разорение Баранчинского электромеханического завода [Электронный ресурс] // Вечерние ведомости. URL: <https://veved.ru/eburg/press/ekonomy-txt/161675-arbitrazhnyj-sud-sdelal-vazhnyj-shag-v-opredelenii-otvetstvennyh-za-razorenie-baranchinskogo-jelektromehchanicheskogo-zavoda.html> (Дата обращения 14.03.2025).
2. Архнадзор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/07/04/pamyatnik-invalid-amputatsiya-istorii/> (Дата обращения 26.04.2021) / URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/06/17/otkuda-nogi-rastut/> (Дата обращения 26.04.2024).
3. Архнадзор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/07/04/pamyatnik-invalid-amputatsiya-istorii/> (Дата обращения 26.04.2024). / URL: <http://www.archnadzor.ru/2019/03/04/chelsea-tate-badaevskiy-ili-izmuchennyye-surrealizmom/> (Дата обращения 26.04.2021).
4. Вместо Баранчинского электромеханического завода может остаться одно название [Электронный ресурс] // Вечерние ведомости. URL: <https://veved.ru/eburg/press/146414-vmesto-baranchinskogo-yelektromexanicheskogo-zavoda-mozhet-ostatsya-odno-nazvanie.html> (Дата обращения 14.03.2025).
5. Госкаталог [Электронный ресурс] URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/> (Дата обращения 14.03.2025).

6. Гражданские силы.ру [Электронный ресурс] URL: <https://grsily.ru/obshestvo/badaevskij-zavod-pamyatnik-opasnyj-dlya-zhizni-28778.html> (Дата обращения 27.04.2024).
7. Дело Баранчинского завода окончательно развалилось [Электронный ресурс] // Октагон. URL: https://ural.octagon.media/istorii/delo_baranchinskogo_zavoda_okonchatelno_razvalilos.html (Дата обращения 14.03.2025).
8. ЖК «Бадаевский» [Электронный ресурс] URL: <https://badaevsky.com/project/concept/> (Дата обращения: 25.04.2025).
9. ЖК «Бадаевский» [Электронный ресурс] URL: <https://badaevsky.com/project/history/> (Дата обращения: 25.04.2025).
10. Коммерстантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4072158#id1787767> (Дата обращения 27.04.2024).
11. Распопов П. Поселок Баранчинский [Электронный ресурс] // Ураловед. URL: <https://uraloved.ru/baranchinskij> (Дата обращения 14.03.2025).
12. Градостроительный комплекс Москвы [Электронный ресурс] URL: <https://stroi.mos.ru/construction/3070> (Дата обращения: 25.04.2025).
13. Фотобанк Лори [Электронный ресурс] URL: <https://lori.ru/> (Дата обращения 14.03.2025).
14. Google Maps [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.com/maps/> (Дата обращения 14.03.2025).
15. LiveJournal. [Электронный ресурс]. URL: <https://vadimrazumov.ru/510909.html?rfrom=deadokey> (Дата обращения 28.04.2024).
16. LiveJournal. [Электронный ресурс]. URL: <https://lilyhoplit.livejournal.com/131646.html> (Дата обращения 28.04.2024).
17. PastVu. [Электронный ресурс]. URL: <https://pastvu.com/p/1003687> (Дата обращения 28.04.2021).

18.Retromap [Электронный ресурс] // URL: <https://retromap.ru/> (Дата обращения 25.07.2025).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. *Алексеев В. В.* Проблемы изучения и сохранения индустриального наследия Урала // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы: материалы международной научной конференции ТИССИН, Нижний Тагил-Екатеринбург, 08–12 сентября 1993 года. Нижний Тагил-Екатеринбург: Банк культурной информации, 1994. С. 47-56.
2. *Алексеева Е. В.* Индустриальное наследие «большого Екатеринбурга»: современные задачи изучения и актуализации // Урал индустриальный. Бакунинские чтения: Материалы XIV Всероссийской научной конференции. В 2-х томах, Екатеринбург, 16–17 ноября 2020 года. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2020. С. 281-289.
3. *Алексеева Е. В.* Индустриальное наследие: видовое разнообразие, пути и способы перепрофилирования // Уральский исторический вестник. 2021. № 2 (71). С. 46-54.
4. *Алексеева Е. В.* Ревалоризация индустриального наследия в России и странах Западной Европы: подходы, объекты, ландшафты, акторы // Экономическая история. 2017. Вып. 1 (36). С. 11–12.
5. *Алферов Н. С.* Зодчие старого Урала: Первая половина XIX века. Свердловск: Свердловское книжное издательство, 1960. 215 с.
6. *Аникин С. А., Фатюхин Д. С.* Пивоваренные заводы царской России. (Справочник с историческими очерками). М., 2007. С. 182-185.
7. *Баранов Ю. М., Курлаев Е. А.* Исследование генезиса уральской промышленности с созданием компьютерной модели металлургического предприятия начала XVIII в. Там же. С. 53-59.
8. *Баранов Ю. М., Курлаев Е. А.* Реконструкция утраченных промышленных объектов и раритетных технологий с использованием компьютерного моделирования // Российский научно-технический

- музей: проблемы и перспективы. Материалы VII научно-практической конференции. Нижний Тагил. 2000. С. 46-59.
9. *Баранова Е. В., Верецагин В. А.* Виртуальная реконструкция дома Иммануила Канта в Кенигсберге XVIII в. // Исторические исследования в контексте науки о данных: информационные ресурсы, аналитические методы и цифровые технологии: материалы международной конференции, Москва, 04–06 декабря 2020 года. М., 2020. С. 361-365.
10. *Белинцева И. В., Баранова Е. В., Верецагин В. А., Маслов В. Н.* Проект «Мир Иммануила Канта» и современные возможности виртуальной реконструкции Кенигсберга XVIII века: архитектурно-скульптурная декорация здания почты на рыночной площади Альтштадта // Academia. Архитектура и строительство, 2022, № 4. С. 31-39.
11. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 2. М., 1970. С. 596.
12. *Бородкин Л. И.* Виртуальная реконструкция монастырских комплексов Москвы: проекты в контексте Digital Humanities // Вестник Пермского университета. Серия "История". 2014. Вып. 3(26). С. 107–112.
13. *Бородкин Л. И.* О виртуальной реконструкции исторического городского ландшафта Белого города // Историческая информатика. 2019. № 4. С. 90-96.
14. *Бородкин Л. И.* Технологии 3D-моделирования и виртуальной реальности в проектах реконструкции исторических городских ландшафтов [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал «История». 2020. Т. 11. Выпуск 3 (89). URL: <https://history.jes.su/s207987840009391-9-1/>. DOI: 10.18254/S207987840009391-9 (Дата обращения 05.05.2025).
15. *Бородкин Л. И.* Цифровые технологии в задачах виртуальной реконструкции исторического городского ландшафта // Вестник Пермского университета. История. 2019. № 4. С. 109-117.
16. *Бородкин Л. И., Герасимова Ю. Н.* Виртуальная реконструкция исторических усадебных комплексов: сотрудничество историков и

- архивистов, проектная деятельность студентов // Историческая информатика. 2020. № 3. С. 103-111.
17. *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И.* Виртуальная реконструкция типовых железнодорожных станций Великого Сибирского пути конца XIX – начала XX вв. // Историческая информатика. 2022. № 4. С. 84–102.
18. *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И.* Современные тенденции в разработке виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия: международный опыт. // Виртуальная реконструкция историко-культурного наследия в форматах научного исследования и образовательного процесса: сб. науч. ст. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. С. 10-30.
19. *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И., Ким О. Г., Мишина Е. М., Моор В. В., Остапенко М. Ю.* Источниковедческие и методологические аспекты виртуальной реконструкции исторической застройки центра Москвы: Страстная площадь, 1830-е гг. // Историческая информатика. 2014, № 1. С. 40-52.
20. *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И., Энтин А. Л. [и др.]* Цифровые технологии создания виртуальной реконструкции исторического ландшафта и городской застройки Белого города (XVII–XVIII вв.) // Исторические исследования в контексте науки о данных: информационные ресурсы, аналитические методы и цифровые технологии. Материалы международной конференции. Москва, 4–6 декабря 2020 г. М: МАКС Пресс, 2020. С. 353-361.
21. *Бородкин Л. И., Жеребятьев Д. И., Кончаков Р. Б., Моор В. В.* Виртуальная реконструкция Страстного монастыря (XVII–XX вв.): первый этап проекта // Информационный бюллетень Ассоциации "История и компьютер". № 42. М., 2014. С. 216–218.
22. *Быстрова Т. Ю.* Индустриальное наследие как ресурс развития территории: способы вовлечения молодежи // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы VII

- Международной научно-практической конференции: в 2-х томах, Екатеринбург, 19–20 апреля 2021 года / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. С. 288-292.
23. *Валеев Р. М., Мусина К. И.* Индустриальное культурное наследие Казани в ракурсе аксиологического подхода // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2021. № 55. С. 79-84.
24. *Гасанов А. А., Бородкин Л. И.* Индустриальное наследие России, способы сохранения: музеефикация, перепрофилирование и виртуальная 3D-реконструкция // Человеческий капитал. 2025. № 9 (201). С. 27-37.
25. *Гасанов А. А.* Виртуальная реконструкция индустриального наследия: опыт 3D-реконструкции архитектурного облика производственного корпуса Трехгорного пивоваренного завода в Москве рубежа XIX-XX вв. // Историческая информатика. 2021. № 2. С. 88-114.
26. *Гасанов А. А.* Индустриальное наследие в России и за рубежом: традиции и инновации междисциплинарного направления // Исторический журнал: научные исследования. 2024. № 1. С. 48-62.
27. *Гасанов А. А.* Создание интерактивных сред и использование технологий виртуальной реальности в реконструкции производственных процессов (на примере Трехгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX-XX вв.) // Историческая информатика. 2021. № 3. С. 69-85.
28. *Гасанов А. А.* Виртуальная 3D-реконструкция ключевых строений Баранчинского завода Пермской губернии на рубеже XIX-XX вв. (источниковедческие и технологические аспекты) // Исторический журнал: научные исследования. 2025. № 2. С. 34-53.
29. *Довгань В. Н.* Книга о пиве. Смоленск: Фирма «Русич», 1995. С. 46-49.

30. Драгомиров Д. Ю. Компьютерная трехмерная реконструкция памятников архитектуры // Вестник Удмуртского университета. Серия Искусство и дизайн. 2006. № 12. С. 141-144.
31. Жеребятьев Д. И. Методы исторической реконструкции памятников истории и культуры России средствами трехмерного компьютерного моделирования: Дис. ... к-та исторических наук: 07.00.09: М., 2013.
32. Жеребятьев Д. И. Методы трехмерного компьютерного моделирования в задачах исторической реконструкции монастырских комплексов Москвы. М., 2014. 224 с.
33. Жеребятьев Д. И. Применение технологий интерактивного 3-х мерного моделирования для восстановления утраченных памятников истории и архитектуры (на примере Тамбовской крепости) // Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике / Под ред. Л.И. Бородкина, И.М. Гарсковой. М., 2008. С. 321-342.
34. Жеребятьев Д. И., Ким О. Г. Особенности виртуальной реконструкции московского Страстного монастыря и прилегающей площади XVII — начала XVIII вв. [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал «История», 2015. Т.6. Выпуск 8 (41). URL: <http://history.jes.su/s207987840001266-1-1> (Дата обращения: 9.03.2024).
35. Жеребятьев Д. И., Кончаков Р. Б. Виртуальная реконструкция крепости города Тамбова в 1662 году // Новый взгляд. Лаборатория Социальной истории ТГУ им. Г.Р. Державина. Международный сборник работ молодых историков. Тамбов, 2007, Т. 1. С. 58-62.
36. Жеребятьев Д. И., Кончаков Р. Б. Использование технологий создания 3D игр как инструмента сохранения и реконструкции исторических памятников // Инф. Бюллетень Ассоциации "История и компьютер". М-Тамбов, 2006. С. 12-13.
37. Житин Р. М. Виртуальная реконструкция комплекса хозяйственных и жилых построек Ново-Покровского имения // Социально-

- экономические явления и процессы. Тамбов. 2014. Т. 9. №. 9. С. 113-119.
38. *Житин Р. М.* Погибшие в огне революции: национализация имений крупных предпринимателей в 1917-1918 годах // Гуманитарные исследования Центральной России № 3 (4), 2017. С. 56-64.
39. *Зайцева Е. В.* Зарубежный опыт сохранения и музеефикации объектов индустриального наследия // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования. Сборник научных статей международной конференции. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2015. С. 2566-2568.
40. *Запарий В. В.* «Индустриальное наследие» и его современное толкование // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. Екатеринбург, 2009. № 1. С. 32-35.
41. *Запарий В. В.* Индустриальное наследие (к вопросу о понимании данной концепции в России и за рубежом) // Экономическая история. Обзорение. Вып. 13 / Под ред. Л. И. Бородкина. М: Изд-во МГУ, 2007. С. 211-217.
42. *Запарий В. В.* Индустриальное наследие России и Урала: выявление, изучение, использование // Экономическая история. 2010. № 3 (10). С. 4-10.
43. *Запарий В. В.* К вопросу об индустриальном наследии и его сохранении // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1: Проблемы образования, науки и культуры. 2012. № 3 (104). С. 185-195.
44. *Запарий В. В.* Международный комитет по сохранению индустриального наследия (TICCIH) // Бюллетень Научного совета Российской академии наук по проблемам российской и мировой экономической истории. 2008. № 6. С. 5-8.
45. *Запарий В. В.* Индустриальное наследие России и Урала в контексте мирового культурного наследия: Избранные труды. Екатеринбург:

- Общество с ограниченной ответственностью "ИЗДАТЕЛЬСТВО АМБ", 2025. 520 с.
46. *Захарчук П. А.* Изучение индустриального наследия первых Тульских (Городищенских) доменных железодельных заводов: советский период // Индустриальные города: научное и техническое наследие: Сборник статей по материалам IX Научной школы молодых ученых ИИЕТ РАН, Тула, 16–20 октября 2023 года. М., 2024. С. 106-109.
47. Зодчие Москвы времени эклектики, модерна и неоклассицизма (1830-е — 1917 годы): илл. биогр. словарь / Гос. науч.-исслед. музей архитектуры им. А.В.Щусева и др. М: КРАБиК, 1998. 328 с.
48. Индустриальное наследие Урала (в фотографиях) / В. В. Алексеев, Н. С. Корепанов, Е. Ю. Рукосуев, С. В. Устьянцев. Екатеринбург: Банк культурной информации, 1993. 160 с.
49. *Ким О. Г., Моор В. В., Жеребятъев Д. И.* Виртуальная реконструкция доминантных объектов исторической застройки Белого города Москвы (XVI – XVIII вв.) // Историческая информатика. 2020. № 2. С. 100-134.
50. *Кириллов А. Н.* Цифровые модели поверхности в археологии: от снятия топографического плана к созданию виртуальной модели // Материальная и духовная культура народов Урала и Поволжья: История и современность: Материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной памяти исследователя культуры удмуртского народа Н. Г. Первухина, Глазов, 20 апреля 2005 года / ГОУ ВПО "Глазовский государственный педагогический институт им. В. Г. Короленко". – Глазов, 2005. С. 123-124.
51. *Ковальченко И. Д.* Методы исторического исследования. 2-е изд. М.: Наука, 2003. С 376.
52. *Кривошеева Ю. А.* Перспективы фабричного района Ярославской Большой мануфактуры как достопримечательного места // Храм Петра и Павла при Ярославской Большой мануфактуре в контексте истории

- России и Ярославского края: материалы научной конференции, Ярославль, 03–04 июня 2019 года. Ярославль, 2019. С. 153-162.
53. Кузовенкова Ю. А. Парадигмы музеефикации индустриального наследия // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. 2015. № 5-6. С. 6-16.
54. Кузовкова М. В., Баранов Ю. М. Комплексный подход к изучению и сохранению объекта индустриального наследия XVIII – XXI вв. – 4D формат. Индустриальное наследие и его перспектива сохранения в XXI в. на примере сохранения «комплекса Нижнетагильского металлургического завода» // Индустриальное наследие как ресурс для развития. Варианты стратегий. 300+: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Нижний Тагил, 03–04 декабря 2020 года. Нижний Тагил: Муниципальное казенное учреждение культуры «Нижнетагильский музей-заповедник "Горнозаводской Урал"», 2020. С. 119-128;
55. Курлаев А. Е. Индустриальное наследие в системе охраны и сохранения памятников истории и культуры России: проблемы и перспективы // Российский научный журнал. 2015. № 4 (47). С. 72-79.
56. Курлаев Е. А. Реконструкция облика металлургического завода XVIII в. в виде компьютерной модели // Информационно-аналитический бюллетень Научного Совета Российской Академии Наук по проблемам российской и мировой экономической истории. М., 2008. № 6. С. 9-17.
57. Латкин В. А., Крупочкин Е. П., Владимиров В. Н. Технологические подходы и прикладные аспекты 3D-картографирования Транссибирской магистрали (на примере Тарманчуканского тоннеля) // Историческая информатика. 2022. № 1. С. 74-91.
58. Лахтионова Е. С. Историография изучения индустриального наследия в России в 1970-1990-е гг. // Социально-гуманитарный вестник: Всероссийский сборник научных трудов. Краснодар, 2020. С. 225-229.

59. *Лахтионова Е. С.* История спасения памятника индустриального наследия «Северская домна» в 1960-1980-е гг. // История и современное мировоззрение. 2023. Т. 5, № 2. С. 113-119.
60. *Лахтионова Е. С.* Международное движение за сохранение индустриального наследия: история и основные аспекты // материалы Международной научно-практической конференции. Костанай: КСТУ имени академика З. Алдамжар, 2010. С. 186-193.
61. *Лахтионова Е. С.* Роль Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры в выявлении, изучении и сохранении памятников индустриального наследия в 1960 – 1990 – е гг. // Вопросы истории естествознания и техники. 2020. Т. 41. № 2. С. 336-337.
62. *Логдачева Е. В., Швембергер С. В.* Проблемы и методики трехмерной реконструкции [Электронный ресурс]. URL: <https://nereditsa.ru/3D/article.htm> (Дата обращения: 12.05.2025).
63. *Лотарева Р. М.* Города-заводы России в XVIII – первой половине XIX веков // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы: материалы международной научной конференции ТИССИИ, Нижний Тагил-Екатеринбург, 08–12 сентября 1993 года. Нижний Тагил-Екатеринбург: Банк культурной информации, 1994. С. 128-134.
64. *Лотарева Р. М.* Города-заводы России. XVIII – первая половина XIX века. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 1993. 216 с.
65. *Маландина Т. В.* Виртуальная 3D-реконструкция интерьеров подмосковных усадеб XVIII – начала XX веков: парадные интерьеры усадебного комплекса Никольское-Урюпино // Историческая информатика. 2021. № 2. С. 134-170.
66. *Мамонова С. А.* Виртуальная реконструкция подмосковной усадьбы Пущино-на-Наре: источники, методы и технологии исследования // Историческая информатика. 2020. № 3. С. 136-165.

67. *Марголина Д. С.* Об актуализации памятников промышленной архитектуры XIX—XX веков. // Обсерватория культуры. 2018. Т. 15. № 3. С. 374-383.
68. *Марискин О. И.* Нижнетагильская хартия индустриального наследия // Экономическая история. 2007. №5. С. 89-94.
69. *Мастеница Е. Н.* Музеефикация промышленного наследия: опыт и перспективы // Музей. 2012. № 5. С. 4-11.
70. *Мельник Л. Ю.* Госкаталог как инструмент познания — на примере изучения музейных собраний финифти // Сообщения Ростовского музея: сборник. Ростов, 2018. Вып. 23. С. 100-181.
71. *Металлургические заводы Урала XVII—XX вв.: Энциклопедия / глав. ред. В. В. Алексеев.* Екатеринбург: Издательство Академкнига, 2001. 536 с.
72. *Мироненко М. С.* Современные подходы к 3d-реконструкции объектов культурного наследия: проблемы визуализации и восприятия (на примере Московского Страстного монастыря и Чудова монастыря Московского Кремля) [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал «История», 2015. Т. 6. Вып. 8 (41). URL: <https://history.jes.su/s207987840001270-6-1> (Дата обращения: 9.03.2024).
73. *Мосиенко Е. П.* Индустриальный туризм в не индустриальном регионе: практика вело, байдарочных, пешеходных экскурсий на тему индустриального наследия в Калининградской области // Индустриальное наследие России: междисциплинарные исследования, опыт сохранения, стратегии реновации: Сборник тезисов II Всероссийской научной конференции, Ханты-Мансийск, 12 октября 2023 года. Сургут, 2023. С. 56-58.
74. *Петрова Л. Е.* Интеграция объектов индустриального наследия в культурное потребление россиян // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2021. № 2 (49). Екатеринбург. С. 96-100.

75. *Танина А. В., Сергеев Д. А., Коньшев Е. В., Танин Е. Ф.* К вопросу о направлениях исследования промышленного туризма // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 1 (58). С. 158-170.
76. *Подольский Р. П.* Материалы к истории архитектуры старых промышленных зданий в России XVII-XVIII вв. // Проблемы архитектуры: Сборник материалов. Т. 1, Кн. 2. М., 1936. С. 171-211.
77. *Подольский Р. П.* Промышленная архитектура России XVIII-XIX вв. // Академия архитектуры. 1935. № 3. С. 22-27.
78. *Полякова А. А.* Объект индустриальной истории Урала – «французская горка (развалины (руины) бельгийской фактории)», или рудник «холмистый»: от формирования до современного состояния. Материалы исследования 2019-2020 гг. // Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: проблемы исторической реконструкции: материалы I Международной междисциплинарной конференции, Челябинск, 13–15 апреля 2021 года. Челябинск: Челябинский государственный университет, 2021. С. 113-122.
79. *Почебут Г. А., Малкин Б. Г. А. Е. Бадаев* — депутат питерских рабочих (1883-1951). Ленинград, 1962. 158 с.
80. *Пошевеля С. А.* Виртуальная реконструкция подмосковной усадьбы Петровское-Алабино: источники, методы и технологии исследования // Историческая информатика. 2020. № 3. С. 166-184;
81. *Румянцев М. В., Смолин А. А., Барышев Р. А., Рудов И. Н., Пиков Н. О.* Виртуальная реконструкция объектов историко-культурного наследия // Прикладная информатика. 2011. № 6 (36). С. 62–77.
82. *Рундквист Н. А., Задорина О. В.* Свердловская область иллюстрированная краеведческая энциклопедия от А до Я. Екатеринбург: Квист, 2009. 453 с.

83. *Свешников К. В.* Пивоварение в Советском Союзе. Эпоха ВСНХ: очерк истории, предприятия, статистика ВСНХ, торговые знаки. М: Техполиграфцентр, 2012. 284 с.
84. *Солонина Н. С., Шипицына О. А.* Индустриальное наследие Урала: архитектурно-презентационная актуализация. Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2020. 380 с.
85. *Стариков А. А.* Вопросы сохранения и использования горнозаводских историко-архитектурных комплексов в архитектурно-планировочных структурах городов Урала: автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.04. М., 1977.
86. *Тришин И. Г.* База данных в исследовании истории усадеб Подмосковья: наполнение, обогащение и аналитика // Исторический журнал: научные исследования. 2023. № 3. С. 29-39.
87. *Уланов К. А. Цеменкова С. И.* Трехмерная реконструкция города Нового времени: Екатеринбург в 1733 г. // Актуальные проблемы источниковедения: материалы VI Международной научно-практической конференции, Витебск, 23–24 апреля 2021 года. Витебск: Витебский государственный университет им. П. М. Машерова, 2021. С. 42-45;
88. *Холодова Л. П.* Архитектура промышленных городов Урала второй половины XIX – начала XX вв.: дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.01. Екатеринбург, 1994;
89. *Холодова Л. П.* Заводы России // Архитектура СССР. 1988. № 2. С. 100-107.
90. *Холодова Л. П.* Исторические концепты организации Уральских промышленных городов. // Управленец. 2009. №1-2 (28-29). С. 39-45.
91. *Холодова Л. П.* История металлургических заводов Урала второй половины XIX-начала XX вв.: учебное пособие. М: МАРХИ, 1986. 96 с.

92. *Холодова Л. П.* Памятники промышленного зодчества в структуре городов и промышленных предприятий Урала // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы: материалы международной научной конференции ТИССИН, Нижний Тагил-Екатеринбург, 08–12 сентября 1993 года. Нижний Тагил-Екатеринбург: Банк культурной информации, 1994. С.57-60.
93. *Цеменкова С. И.* Картографические документы Уральской горной администрации первой половины XVIII века: опыт создания базы данных // Документальное наследие и историческая наука: Материалы Уральского историко-архивного форума, посвященного 50-летию историко-архивной специальности в Уральском университете (Екатеринбург, 11–12 сентября 2020 г.). Екатеринбург, 2020. С. 187-192.
94. *Чадович А. А.* Функциональные направления современного развития исторических промышленных городов Московской области [Электронный ресурс] // АМІТ. 2014. № 4 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-napravleniya-sovremennogo-razvitiya-istoricheskikh-promyshlennyh-gorodov-moskovskoy-oblasti> (дата обращения: 24.02.2024);
95. *Чадович А. А.* Целесообразность современного использования объектов индустриального наследия [Электронный ресурс] // АМІТ. 2014. № 2 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tselesoobraznost-sovremennogo-ispolzovaniya-obektov-industrialnogo-naslediya> (дата обращения: 24.02.2024).
96. *Чайко Д. С.* Трехгорное пивоваренное товарищество: история и перспективы постиндустриального развития. // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 5. С. 10-15.
97. *Шеков К. В. Потравнов А. Л.* Тулмозерский железоделательный завод как памятник горно-индустриального и геологического наследия Карелии // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2015. № 12. С. 69-72.

98. *Шипицына О. А.* История промышленного зодчества Урала: эволюция научных исследований // История и современное мировоззрение. 2020. Т. 2. № 1. С. 67-75.
99. *Штиглиц М. С.* Архитектурный комплекс Калинкинского пивоваренного завода // Памятники истории и культуры Санкт-Петербурга: исслед. и материалы / Ком. гос. контроля, использования и охраны памятников истории и культуры. СПб., 1997. Вып. 4. С. 273-278.
100. *Штиглиц М. С.* Взаимосвязь конструкции и формы в промышленной архитектуре Петербурга (1830-1900-е годы) // Эстетические проблемы советской архитектуры: межвузовский тематический сборник трудов. Ленинград, 1979. С. 124-127.
101. *Штиглиц М. С.* Непарадный Петербург: наследие промышленной архитектуры, М: Прогресс-Традиция, 2021. 368 с.
102. *Штиглиц М. С.* Особенности стилистического развития промышленной архитектуры Петербурга конца XIX – начала XX вв. // История и теория архитектуры и градостроительства: межвузовский тематический сборник трудов. Ленинград, 1980. С. 136-139.
103. *Штиглиц М. С.* Проблемы изучения и охраны наследия петербургского промышленного зодчества // Архитектура Петербурга: материалы исследований. Часть 2. СПб., 1992. С. 64-70.
104. *Штиглиц М. С.* Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии». СПб.: Белое и Черное, 2003. С. 280 с.
105. *Штиглиц М. С.* Промышленная архитектура Санкт-Петербурга XVIII – первой половины XX в. (Историко-культурные проблемы): Дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.01: СПб., 2002.
106. *Шумилов Е. Ф.* Творчество архитекторов Камских заводов начала XIX века и зарождение профессионального искусства в Удмуртии // Из истории художественной культуры Урала. Свердловск, 1980. С. 26-37.
107. *Энтин А. Л.* Виртуальная реконструкция исторической поверхности рельефа восточной части Белого города Москвы с

- использованием программных средств ГИС // Историческая информатика. 2020. № 4. С. 179-191.
108. *Acosta Collazo A.* Recognition of industrial heritage in Aguascalientes, Mexico // Sustainable Development and Planning IX. 2017. Vol. 226. P. 407-416.
109. *Aparicio-Resco P.* Herramientas de trazabilidad científica aplicadas a la reconstrucción virtual en 3D de la antigua basílica de San Pedro del Vaticano (s. IV) [Электронный ресурс] // PAR – Arqueología y Patrimonio Virtual. URL:
<https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/2023/01/26/herramientas-de-trazabilidad-cientifica-s-pedro/> (Дата обращения 6.05.2025).
110. *Aparicio-Resco P., Alvarez-Busto, A. G. [et. al.]* Reconstrucción virtual en 3D del castillo de Gauzón (Castrillón, Principado de Asturias) // Virtual Archaeology Review, Vol. 12, № 25, Pp. 158-176.
111. *Bailey B.* The Industrial Heritage of Britain. London: Ebury Press, 1982. 208 p.
112. *Besora I. [et al.]* Portalada: A Virtual Reconstruction of the Entrance of the Ripoll Monastery // Fourth International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission, 2008. Pp. 89–96.
113. *Buchanan R. A.* History and Heritage: The Development of Industrial Archaeology in Britain // The Public Historian. 1989. Vol. 11. № 1. P. 5–16.
114. *Buchanan R. A.* Industrial archaeology in Britain. Harmondsworth: Penguin Books, 1972. 446 p.
115. *De la Portilla de la Nuez J. M., Fernández J. M. d. P.* 3D Modelling and Animation Study of the Industrial Heritage Wonders // History of Machines for Heritage and Engineering Development. History of Mechanism and Machine Science, 2011, Vol. 14. Pp. 139-159.
116. Documentation and 3D modeling of railway industrial heritage: Study of the Cajo-Santander locomotive shed / Cosido Cobos Ó. J. et al. // Digital Heritage 2015, 2015. Pp. 169-172.

117. *Dylla K., Frischer B., Mueller P., Ulmer A., Haegler S.* Rome Reborn 2.0: A Case Study of Virtual City Reconstruction Using Procedural Modeling Techniques [Электронный ресурс] // Computer Graphics World, № 16, 2010. URL: https://www.researchgate.net/publication/267700955_Rome_Reborn_20_A_Case_Study_of_Virtual_City_Reconstruction_Using_Procedural_Modeling_Techniques (дата обращения: 10.03.2025).
118. *Erdogan H. A., Erdogan E.* Reuse of Historical Train Station Buildings: Examples from the World and Turkey [Электронный ресурс] // ATINER'S Conference Paper Series, No: ARC2013-0723. Athens, 2013. URL: https://www.researchgate.net/publication/266672734_Reuse_of_Historical_Train_Station_Buildings_Examples_from_the_World_and_Turkey (Дата обращения: 10.03.2024).
119. *Falconer K.* The Industrial Heritage in Britain – the First Fifty Years [Электронный ресурс] // La revue pour l’histoire du CNRS. 2006. No. 14. URL: <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/1778> (дата обращения: 08.04.2025).
120. *Fetter W. A.* Computer Graphics in Communication, New York, 1964. 110 p.
121. *Frischer B.* The Digital Roman Forum Project of the Cultural Virtual Reality Laboratory: Remediating the Traditions of Roman Topography [Электронный ресурс] // Proceedings of the 2nd Italy-United States Workshop, Rome, Italy, November 3-5, 2003 Berkeley, USA, May 2005, 2005. URL: https://www.academia.edu/109346267/The_Digital_Roman_Forum_Project_of_the_Cultural_Virtual_Reality_Laboratory_Remediating_the_Traditions_of_Roman_Topography (Дата обращения: 10.03.2025).
122. *González-Tennant E.* The Rosewood Massacre: An Archaeology and History of Intersectional Violence. Gainesville, 2018. 242 p.

123. *Gordon R. B., Malone P. M.* The texture of industry: an archaeological view of the industrialization of North America. New York: Oxford University Press, 1994. 442 p.
124. *Guidi G., Lucenti I. Frischer B.* Rome Reborn – Virtualizing the ancient imperial Rome [Электронный ресурс] // Workshop on 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 2007. URL: https://www.academia.edu/52740162/Rome_Reborn_Virtualizing_the_ancient_imperial_Rome (Дата обращения: 10.03.2025).
125. *Hain V., Ganobjak M.* Forgotten Industrial Heritage in Virtual Reality—Case Study: Old Power Plant in Piešťany, Slovakia. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 2018, № 26 (4). Pp 355–365.
126. *Hain V., Hajtmanek R.* Industrial Heritage Education and User Tracking in Virtual Reality [Электронный ресурс] // Virtual Reality and Its Application in Education URL: <https://www.intechopen.com/books/virtual-reality-and-its-application-in-education/industrial-heritage-education-and-user-tracking-in-virtual-reality> (Дата обращения 16.05.2024).
127. *Hudson K.* Industrial Archaeology: An Introduction. London: Routledge, 1963. 218 p.
128. *Hudson K.* World Industrial Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. 247 p.
129. *Hyde C. K.* The Birth of the SIA and Reminiscences by Some of Its Founders // IA. The Journal of the Society for Industrial Archeology, 1991, № 17(1), Pp. 3–16.
130. *Hyde C. K.* The Lower Peninsula of Michigan: an Inventory of Historic Engineering and Industrial Sites. Washington, 1976. 322 p.
131. Industrial Heritage Re-tooled The TICCIIH Guide to Industrial Heritage Conservation / ed. by J. Douet. New York, 2013. 256 p.
132. *Isoda Y., Tsukamoto A., Kosaka Y. [et al.]* Reconstruction of Kyoto of the Edo Era based on arts and historical documents: 3d urban model based

- on historical Gis data // International Journal of Humanities and Art Computing, 2009. № 1–2, vol. 3. Pp. 21–38.
133. *Jones E.* Industrial Architecture in Britain, 1750–1939. London: Batsford, 1985. 239 p.
 134. *Jue C., Chen W.* Restoration and Reuse Design of Industrial Heritage based on Virtual Reality Technology [Электронный ресурс] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, Vol. 825. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/825/1/012021> (Дата обращения: 16.05.2024).
 135. *Kerouanton J. L., Laroche F.* 3D modelization and the industrial heritage // Museums, Collections and Industrial Heritage, International Committee for Museums and Collections of Archaeology and History – Baku, Azerbaïdjan (October 5th 2017), 2019. Pp.71-81.
 136. *Lecocq F.* Reconstitution virtuelle de la Rome antique (Epuise) // Collection Les Cahiers de la M.R.S.H. 1998. № 14.
 137. *Merciu F.-C., Păunescu C., Merciu G.-L., Cioacă A.E.* Using 3D Modeling to Promote Railway Heritage. The Railway Station of Curtea De Argeş Municipality as Case Study // Journal of Applied Engineering Sciences Vo. 11, № 2, 2021. Pp. 121–126.
 138. *Morin B.* Industrial Heritage in Archaeology [Электронный ресурс] // Encyclopedia of Global Archaeology. New York: Springer. 2014. URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4419-0465-2_1919 (Дата обращения: 28.02.2024).
 139. *Nevell M.* Saving Manchester's Industrial Past: Regeneration and New Uses of Industrial Archaeology Structures in Greater Manchester // Transactions of the Lancashire and Cheshire Antiquarian Society. 2020. Vol. 111. P. 99-117.
 140. *Paley S. M., Sanders D. H.* Real-time animation of King Ashur-nasir-pal II (883-859 BC) in the virtual recreated Northwest Palace // Proceedings

- Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia, Berkeley, 2001. Pp. 128-136.
141. *Palmer M.* Industrial archaeology: a thematic or period discipline? // *Antiquity*. 1990. Vol. 64. P. 275-282.
 142. *Palmer M., Neverson P.* Industrial Archaeology: principles and practice. London, New York: Routledge, 1998. 200 p.
 143. *Pannell, J. P. M.* The techniques of industrial archaeology. Newton Abbot: David and Charles, 1974. 200 p.
 144. *Père C., Landrieuet J., Rollier-Hanselmann J.* Reconstitution virtuelle de l'église abbatiale Cluny III: des fouilles archéologiques aux algorithmes de l'imagerie // *Virtual Retrospect*. 2009. Vol. 4. Pp. 151–159.
 145. *Piras M., Di Pietra V., Visintini D.* 3D modeling of industrial heritage building using COTSS system: test, limits and performances. // *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2017. XLII-2/W6. Pp. 281-288.
 146. Recent Evolution of Research on Industrial Heritage in Western Europe and China Based on Bibliometric Analysis [Электронный ресурс] / Zhang J. et al. // *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (13). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5348> (Дата обращения: 26.02.2024).
 147. *Reilly P.* Computer Analysis of an Archaeological Landscape: Medieval Land Divisions on the Isle of Man. Oxford, 1988. 266 p.
 148. *Reilly P.* Three-Dimensional modelling and primary archaeological data // *In Archaeology and the Information Age*. London, 1992. Pp. 147-173.
 149. *Reilly P.* Towards a virtual archaeology // *Computer Applications in Archaeology*. Oxford, 1990. Pp. 133-139.
 150. *Rix M.* Industrial archaeology // *Amateur Historian*. 1955. Vol. 2. No. 8. P. 225–229.
 151. *Rix M.* Industrial archaeology. London: Historical Association, 1967. 28 p.

152. *Rojas-Sola J. I., Castro-Garcia M.* Overview of the treatment of historical industrial heritage in engineering graphics [Электронный ресурс] // Scientific Research and Essays Vol. 6(33). Pp. 6717-6729, 29 December, 2011 Special Review. URL: <http://www.academicjournals.org/SRE> (Дата обращения: 16.05.2024).
153. *Sande T. A.* Industrial Archeology: A New Look at the American Heritage. Brattleboro: the Stephen Greene Press, 1976. 152 p.
154. *Sanders D. H.* Archaeological virtual worlds for public education // Computers in the Social Sciences Journal, 1997, № 5;
155. *Sanders D. H.* Why do Virtual Heritage? [Электронный ресурс] // Archaeology, 2008. URL: <https://archive.archaeology.org/online/features/virtualheritage/> (Дата обращения: 10.03.2025).
156. *Sanders D. H.* From Photography to 3D Models and Beyond: Visualizations in Archaeology. Oxford: Archaeopress, 2023. 202 p.
157. *Sawant-Kulkarni N.* Industrial archaeology: an introduction // Bulletin of the Deccan College Post-Graduate and Research Institute. 2012. Vol. 72/73 P. 297-301.
158. *Sutherland I. E.* Sketchpad: A man-machine graphical communication system // A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy to the Massachusetts Institute of Technology, 1963. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/UCAM-CL-TR-574.pdf> (Дата обращения: 10.03.2025);
159. *Symonds J.* Industrial archaeology future directions. / ed. by E. C. Casella. New York: Springer, 2005. 334 p.
160. *Takamitsu J.* Cultural Heritage and Tourism in Japan. Abingdon, New York, 2022. P. 129-150.
161. *Tipnis A. Singh M.* Defining Industrial Heritage in the Indian Context // Journal of Heritage Management. 2021. Vol. 6 (2). P. 120-139.

Электронные ресурсы

1. Белый город. Виртуальная реконструкция исторического ландшафта центра Москвы. [Электронный ресурс] URL: <http://landscape.vrmsu.ru/> (Дата обращения 28.04.2024).
2. Виртуальная 3D-реконструкция помещений Варни Трехгорного пивоваренного завода – VR [Электронный ресурс] URL: <https://youtu.be/f2OUhKodnWQ?si=ThXVmZjrbbxbJLFP> (Дата обращения: 27.04.2025).
3. Екатеринбург в 1733 г.: историко-антропологическая и архитектурно-пространственная реконструкция [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ekb1733.ru/> (Дата обращения: 6.05.2024).
4. Мир Иммануила Канта [Электронный ресурс] URL: <https://worldkant.ru/> (Дата обращения: 12.05.2025).
5. О корректировке границ зон охраны и утверждении режимов регулирования градостроительной деятельности на территориях зон охраны объекта культурного наследия (памятника истории и культуры) «Трехгорный пивоваренный завод, кон. XIX – нач. XX века, арх. А. Е. Вебер, Р. И. Клейн, А. П. Евланов. Ансамбль» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/3666650> (Дата обращения 26.04.2024).
6. Проект «Виртуальная реконструкция московского Страстного монастыря (середина XVII – начало XX вв.): анализ эволюции пространственной инфраструктуры на основе методов 3D моделирования» [Электронный ресурс] // Исторический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова URL: <http://hist.msu.ru/Strastnoy/> (Дата обращения 28.04.2024).
7. Цифровой ресурс по проекту № 10/2021-И Российского географического общества [Электронный ресурс] // Исторический

- факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. URL: <https://hist.msu.ru/Departments/Inf/Transsib/> (Дата обращения: 12.05.2025).
8. 3D STOA [Электронный ресурс] // URL: <https://3dstoa.com/> (Дата обращения 6.05.2025).
9. Baranchinsky Ironworks 3D [Электронный ресурс] // Unity Play. URL: <https://play.unity.com/en/games/8575069a-304c-403e-a7c4-e3b28ca7e730/baranchinsky-ironworks-3d-demo> (Дата обращения 30.05.2025).
10. Blender Kit [Электронный ресурс] URL: <https://www.blenderkit.com/> (Дата обращения 18.03.2025).
11. Digital Heritage Interactive [Электронный ресурс] URL: <https://www.digital-heritage.net/> (Дата обращения 28.04.2021).
12. European route of industrial heritage. [Электронный ресурс] URL: <https://www.erih.net/> (Дата обращения: 26.02.2024).
13. Flight Over Ancient Rome [Электронный ресурс] URL: <https://www.flyoverzone.com/rome-reborn-flight-over-rome/> (Дата обращения: 10.03.2025).
14. Industrial Archaeology Review [Электронный ресурс] // tandfonline.com URL: <https://www.tandfonline.com/loi/yiar20> (Дата обращения: 28.02.2024).
15. Learning Sites Inc. [Электронный ресурс] URL: <https://www.learningsites.com/> (Дата обращения: 10.03.2025).
16. MR | VR Virtual Tour through Tychy Museum of Brewery from XIX century // YouTube [Электронный ресурс] URL: <https://youtu.be/PP4fhiyZoak> (Дата обращения 28.04.2024).
17. ReSeed [Электронный ресурс] URL: <https://proto.reseed.fr/> (Дата обращения 12.05.2025);
18. Rosewood Heritage & VR Project [Электронный ресурс] URL: <https://www.virtualrosewood.com/> (Дата обращения 6.05.2025).

19. The Museum of Tyskie Browary Książęce [Электронный ресурс] URL: <https://browarytyskie.pl/en/homepage/> (Дата обращения 28.04.2024).
20. Unity Play. [Электронный ресурс] URL: <https://play.unity.com/en> (Дата обращения 30.05.2025).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1



Рис. 1. Реконструкция дома из Вари, Аттика, Греция (около 300 г. до н. э.), изображение с сайта компании Learning Sites Inc. (URL: <https://www.learningsites.com/>).



Рис. 2. Кадр из демонстрационной версии «Rosewood: An Interactive History», виртуальная реконструкция поселения Розвуд, Флорида, США на начало XX в.

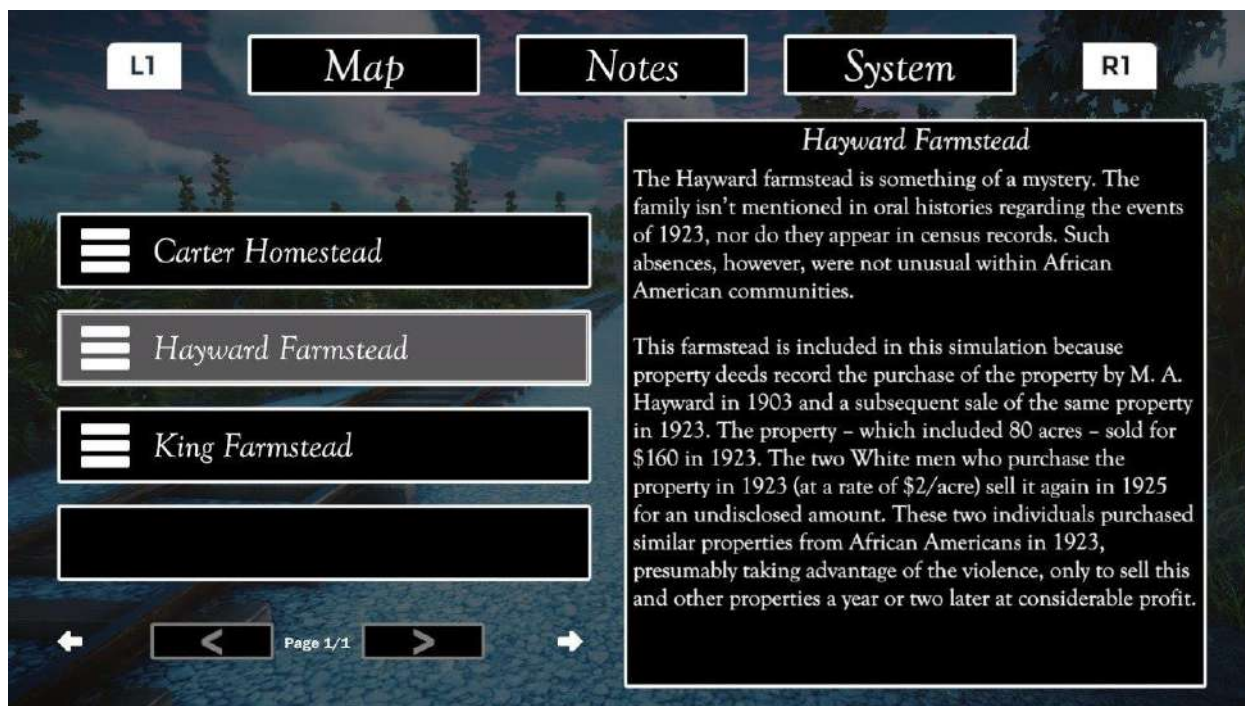


Рис. 3. Кадр из демонстрационной версии «Rosewood: An Interactive History», виртуальная среда сообщает пользователю об исторических событиях и позволяет просматривать ранее полученную информацию.



Рис. 4. Вид с высоты птичьего полета виртуальной реконструкции древней Гисоны, Каталония во времена Римской империи. Изображение с сайта компании 3D STOA (URL: <https://3dstoa.com/>).



Рис. 5. 3D-реконструкция собора Страстной иконы Божьей Матери на 1910 г., визуализация в программе Lumion. Изображение с сайта проекта «Виртуальная реконструкция московского Страстного монастыря (середина XVII – начало XX вв.): анализ эволюции пространственной инфраструктуры на основе методов 3D моделирования» (URL: <http://hist.msu.ru/Strastnoy/>).



Рис. 6. Палаты княгини Н. С. Щербатовой, виртуальная 3D-реконструкция, изображение с сайта проекта «Белый город. Виртуальная реконструкция исторического ландшафта центра Москвы» (URL: <http://landscape.vrmsu.ru/>).



Рис. 7. Пример виртуальной 3D-реконструкции подмосковных усадеб. Усадьба Петровское-Алабино из публикации С. А. Пошевелия «Виртуальная реконструкция подмосковной усадьбы Петровское-Алабино: источники, методы и технологии исследования».

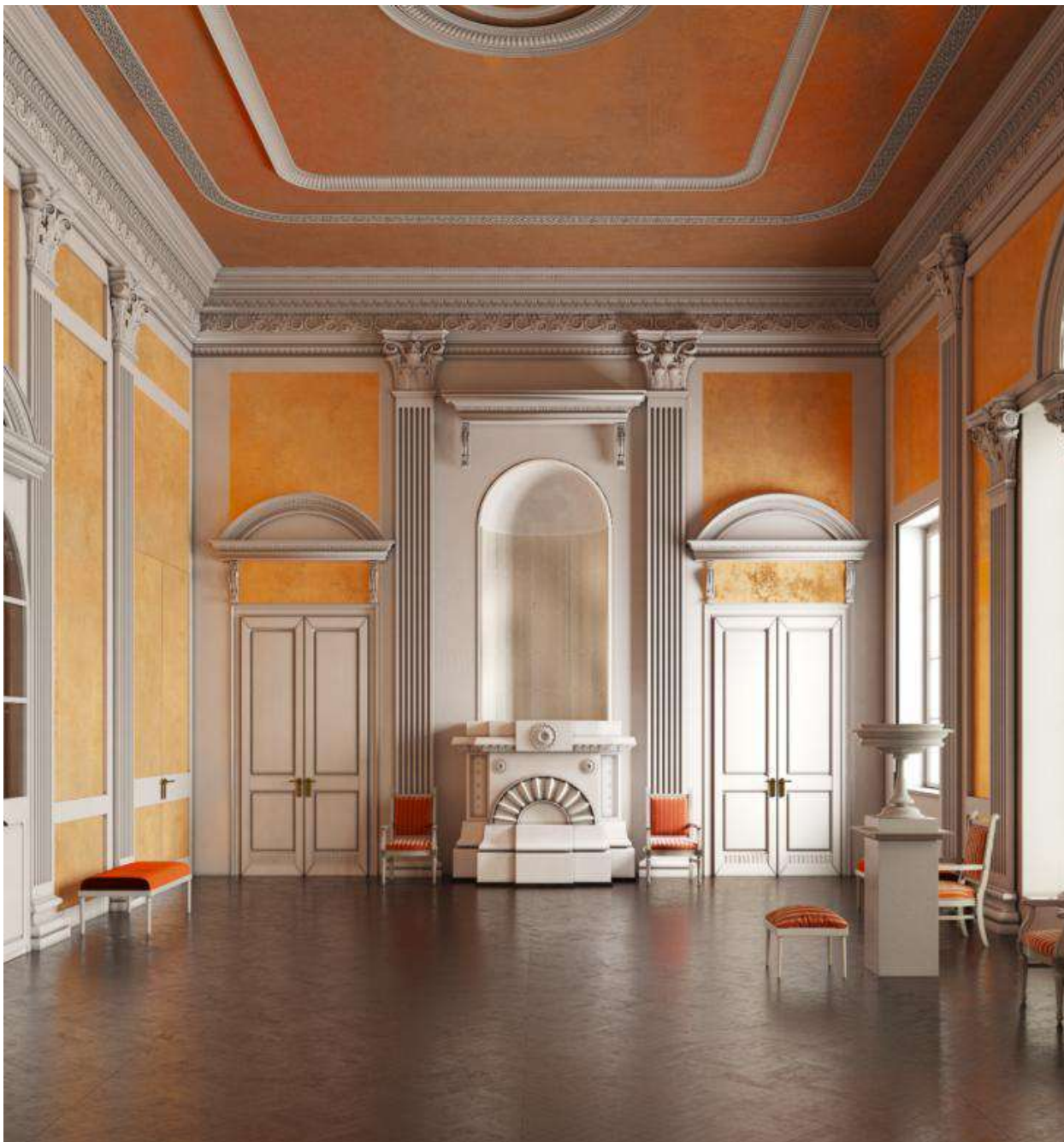


Рис. 8. Пример виртуальной реконструкции исторического интерьера подмосковной усадьбы. Усадьба Никольское-Урюпино. Из публикации Т. В. Маландиной «Виртуальная 3D-реконструкция интерьеров подмосковных усадеб XVIII – начала XX веков: парадные интерьеры усадебного комплекса Никольское-Урюпино».



Рис. 9. Виртуальная реконструкция улицы Кенигсберга начала XVIII в., изображение с сайта проекта «Мир Иммануила Канта» (<https://worldkant.ru/>).



Рис. 10. Производственный процесс Мазуевского завода, виртуальная реконструкция, из публикации Е. А. Курлаева «Реконструкция облика металлургического завода XVIII в. в виде компьютерной модели».

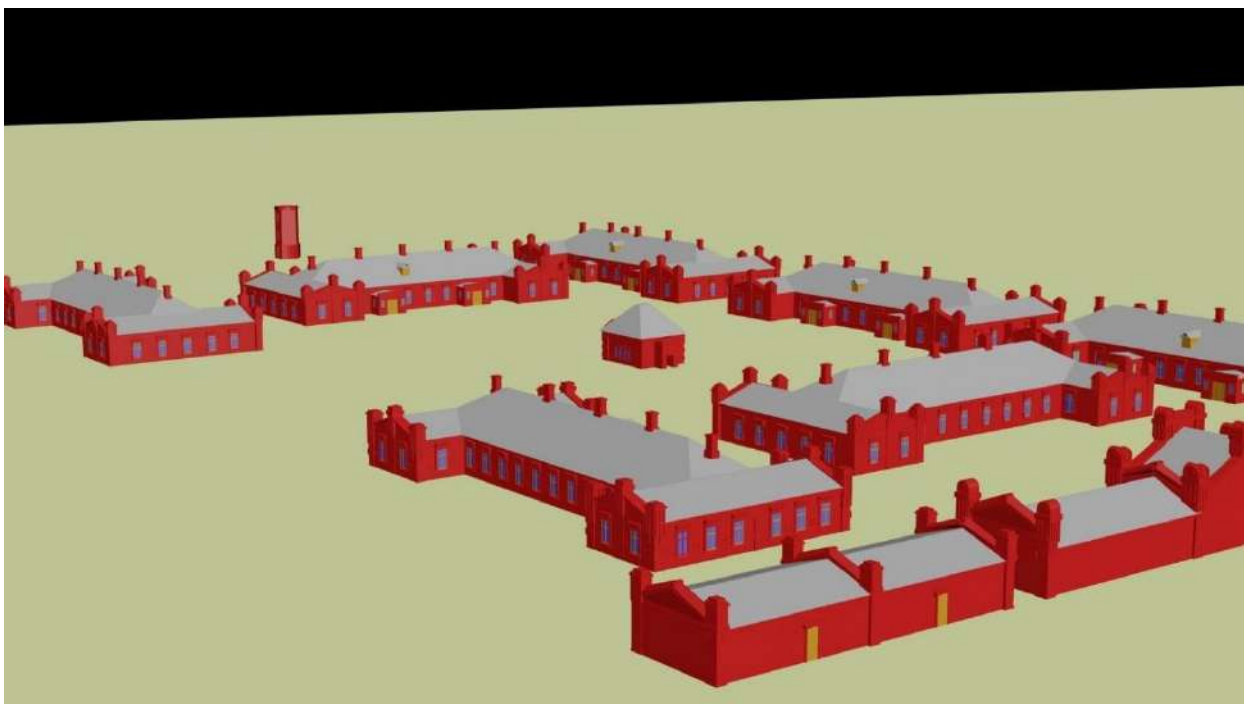


Рис. 11. Общий вид заводского поселка Ново-Покровского завода. Виртуальная реконструкция Р. М. Житина из публикации «Виртуальная реконструкция комплекса хозяйственных и жилых построек Ново-Покровского имения».



Рис. 12. Промышленные постройки из виртуальной реконструкции Екатеринбурга на 1733 г. Результаты виртуальной реконструкции с сайта проекта «Екатеринбург в 1733 г.: историко-антропологическая и архитектурно-пространственная реконструкция» (URL: <https://www.ekb1733.ru>).



Рис. 13. Виртуальная реконструкция комплекса горной канцелярии с изображением фрагмента визуального источника. Изображение с сайта проекта «Екатеринбург в 1733 г.: историко-антропологическая и архитектурно-пространственная реконструкция» (URL: <https://www.ekb1733.ru>).



Рис. 14. 3D-визуализация пассажирского здания станции IV класса Великого Сибирского пути начала XX в. в программе Lumion, изображение из статьи Л. И. Бородкина и Д. И. Жеребятёва «Виртуальная реконструкция типовых железнодорожных станций Великого Сибирского пути конца XIX – начала XX вв.».



Рис. 15. Пример оцифровки исторического оборудования, изображения из виртуального тура на сайте проекта ReSeed (<https://proto.reseed.fr>).



Рис. 16. Виртуальная реконструкция старой электростанции в Пьештяни, Словакия. Изображение из статьи Vladimír Hain, Michal Ganobjak «Forgotten Industrial Heritage in Virtual Reality».



Рис. 17. Виртуальная реконструкция производственных процессов при помощи 3D-анимации. Изображение из статьи José Ignacio Rojas-Sola, Miguel Castro-García «Overview of the treatment of historical industrial heritage in engineering graphics».



Рис. 18. Музейная VR-реконструкция пивоваренного оборудования. The Museum of Tyskie Browary Książęce, кадр из видеоролика на платформе YouTube (<https://youtu.be/PP4fhiyZoak>).

Приложение 2



Рис. 1. Фрагмент иллюстрированного плана Москвы 1885 г., скриншот с электронного ресурса Retromap. В центре Трехгорный завод указан как «Пивовар. зав.». (URL: https://retromap.ru/_0818851_z15_55.749663,37.559552)



Рис. 2. Фрагмент плана города Москвы с пригородами 1914 г., скриншот с электронного ресурса Retromap. (URL: https://retromap.ru/_0719121_z15_55.749663,37.559552)



Рис. 3. Бродильня, Варня и Солодовня на плане. ЦГА Москвы. Оп. 54. Ф. 145. Д. 29. Л. 12 (1).

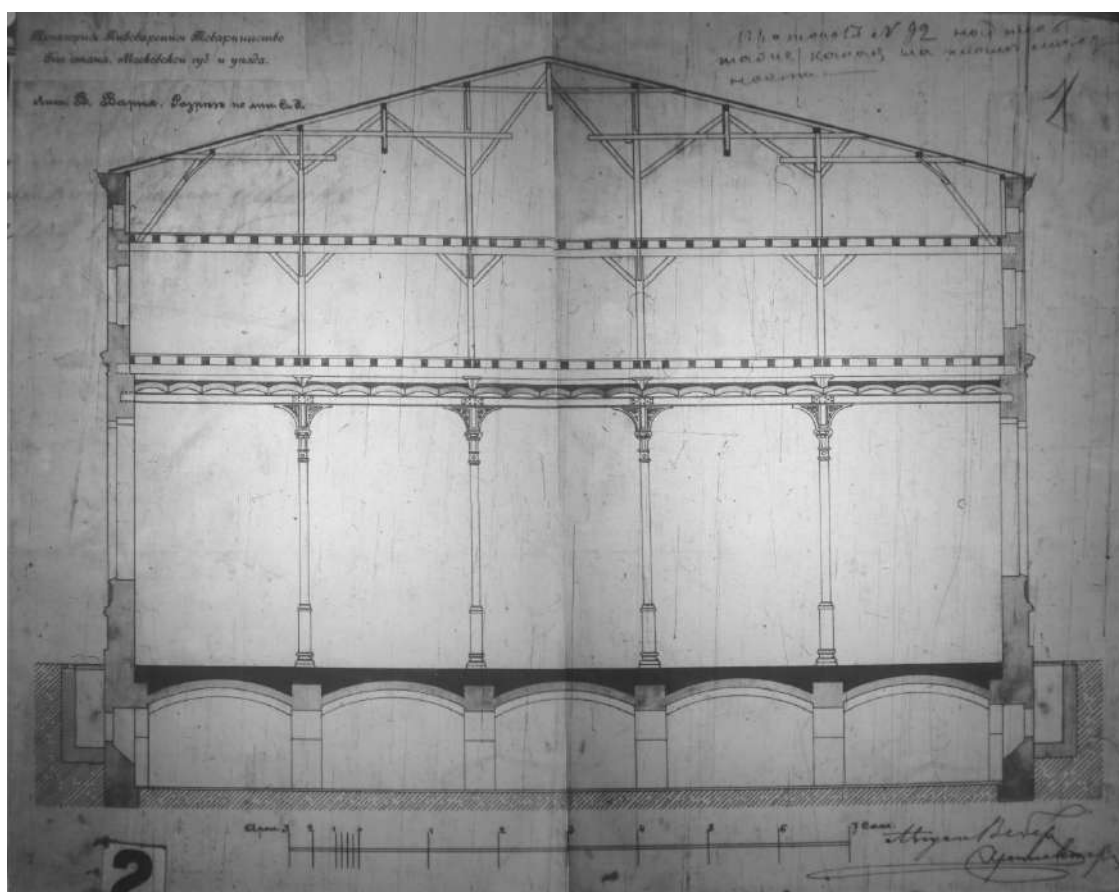


Рис. 4. Прорисовка внутренней структуры корпуса Варни. ЦГА Москвы. Оп. 54. Ф. 149. Д. 45. Л. 7.

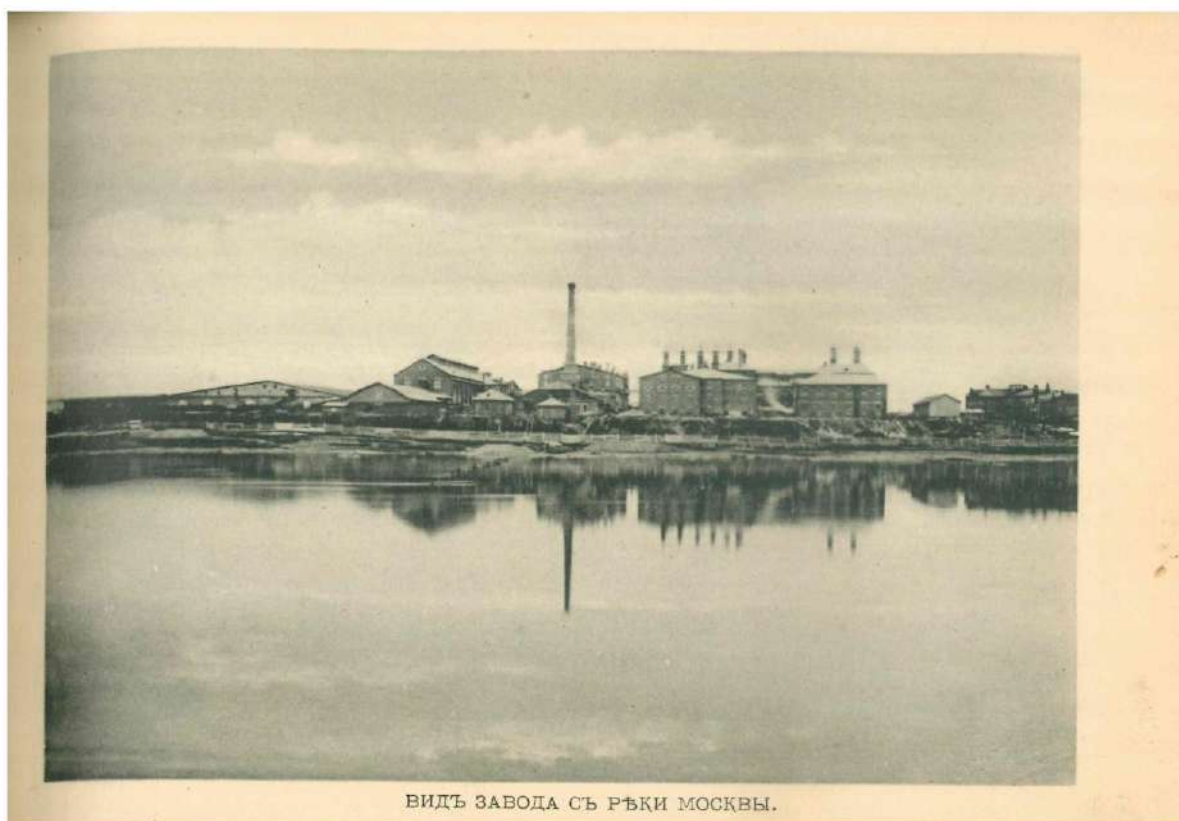


Рис. 5. Фотография Трехгорного завода с тыльной стороны. При приближении можно рассмотреть, что на верхнем этаже Варни имелись окна, а нижний закрыт стоящими вплотную котельной и машинным отделением. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 17.

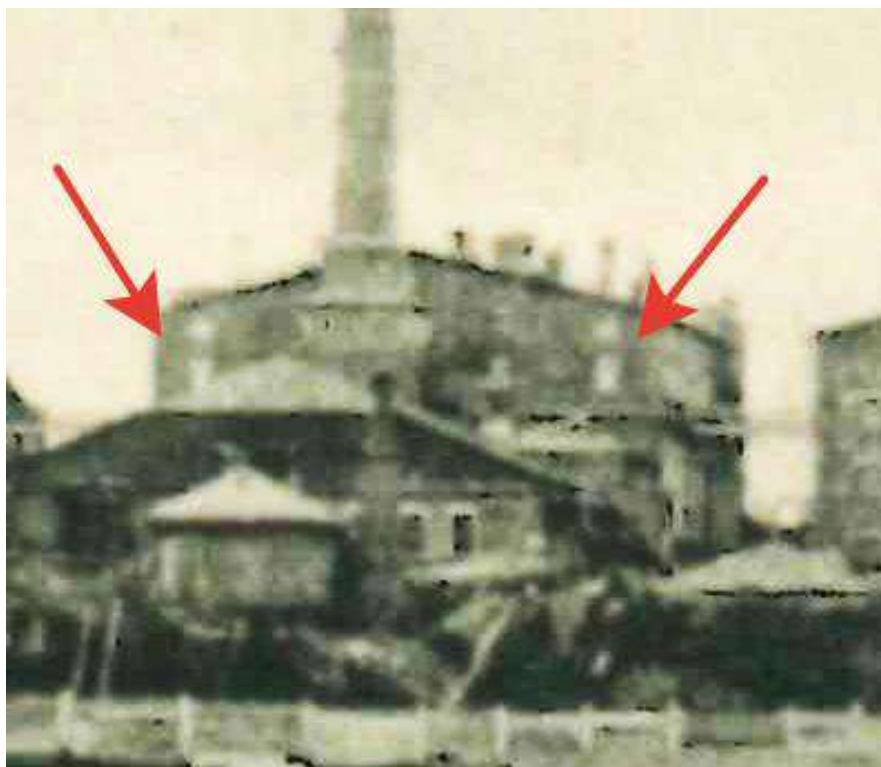


Рис. 6. Фрагмент изображения Трехгорного завода с тыльной стороны с увеличенной контрастностью. Стрелками указаны окна. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 17.

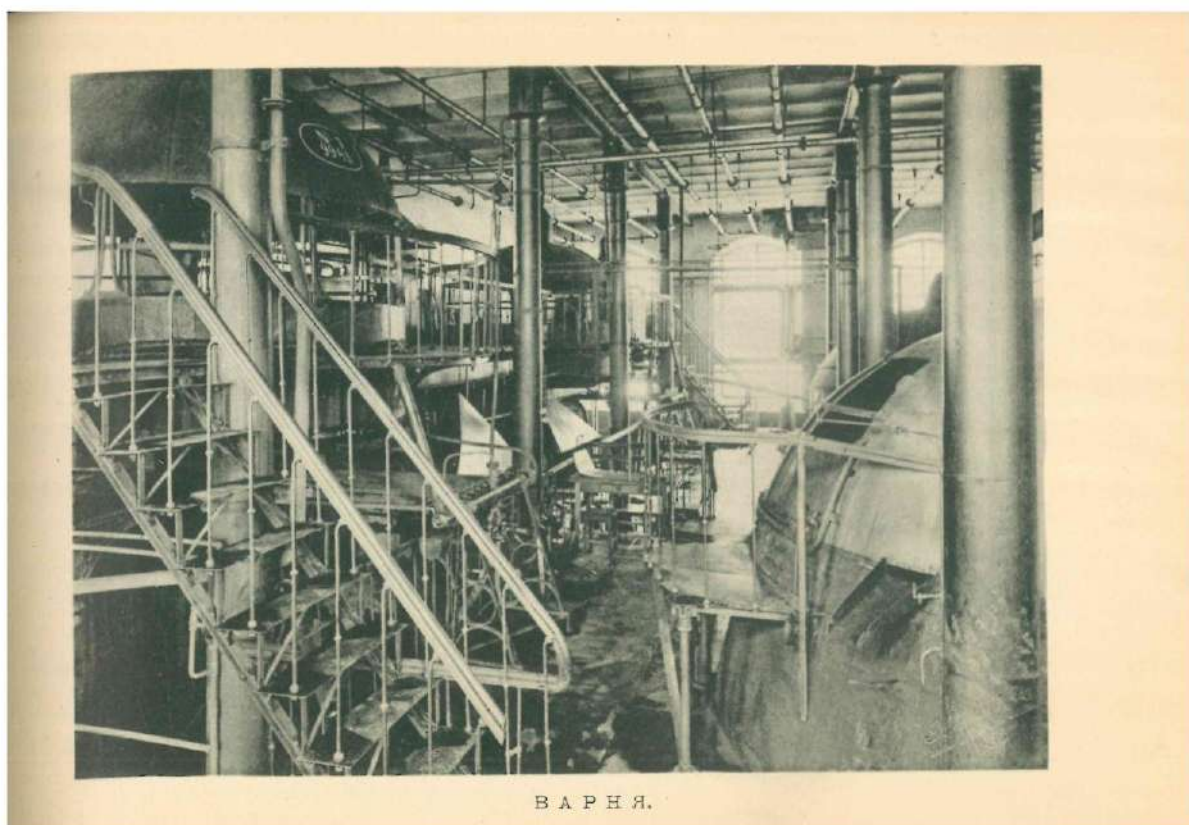


Рис. 7. Вспомогательное изображение внутренних помещений Варни. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 35.

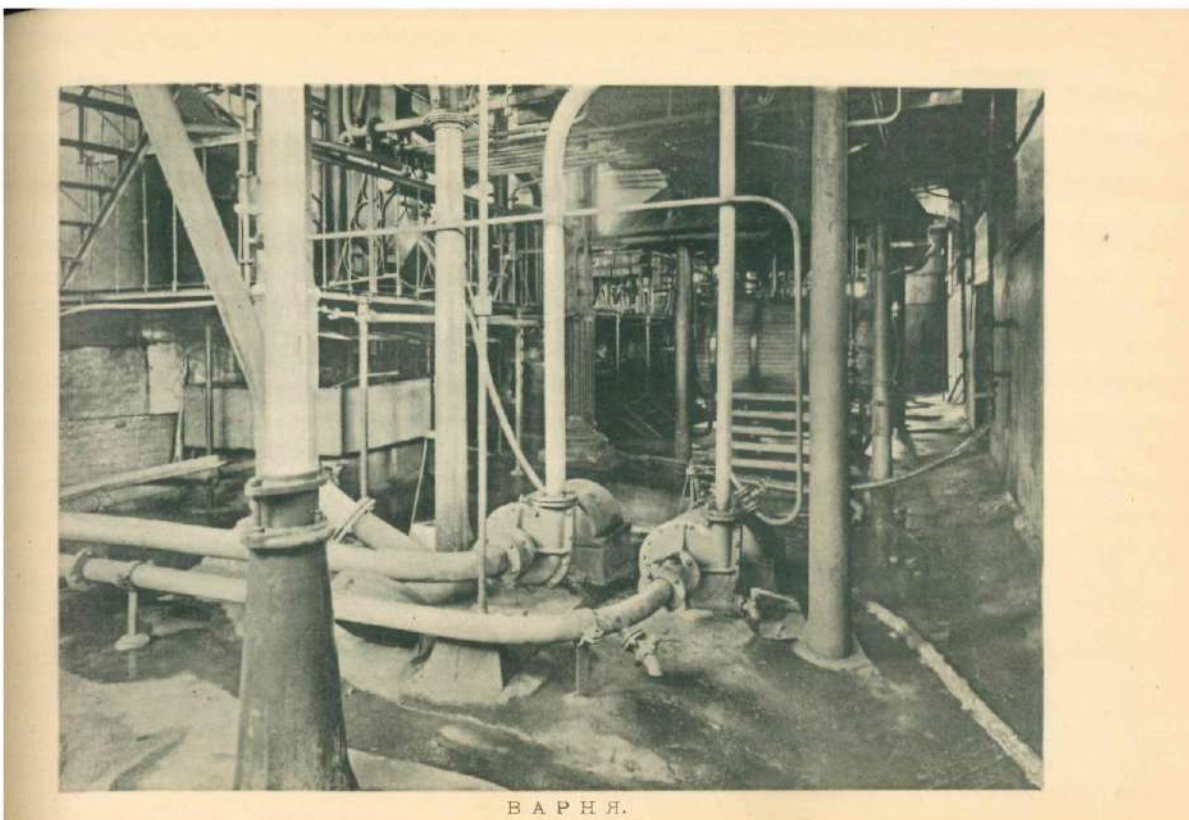


Рис. 8. Вспомогательное изображение внутренних помещений Варни. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 36.

In größern Brauereien dient eine besondere Pfanne lediglich zum Maischen, eine andre nur zum Kochen

sonst übliche Überschöpfen der Maische findet nur noch in kleinern Brauereien statt. Zum Abziehen der Würze von den Trebern erhält der Maischbottich einen doppelten Boden. Der obere Boden besteht aus gelochtem Metallblech und liegt einige Zoll über dem

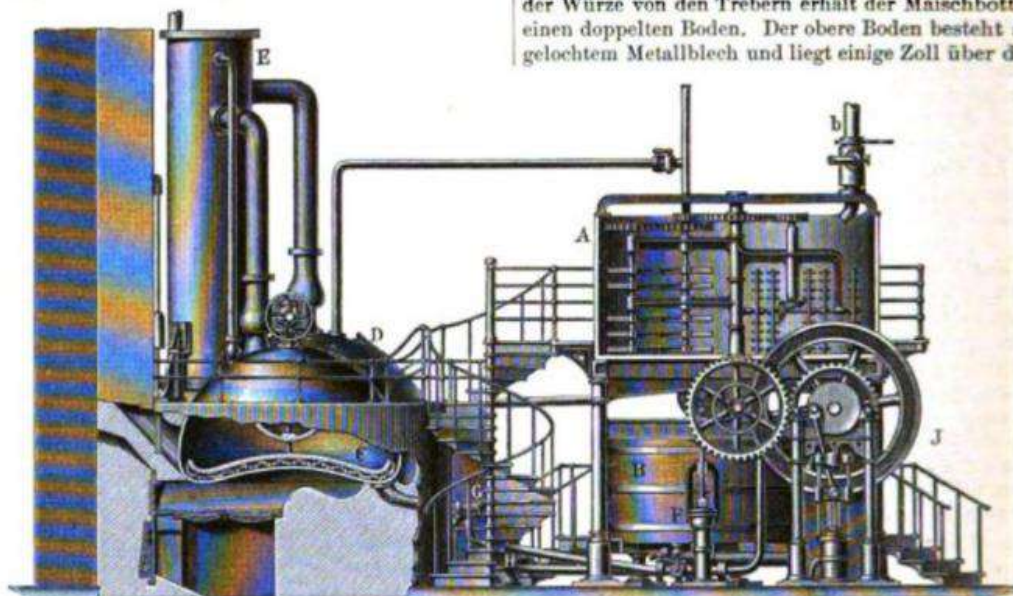


Fig. 6. Sudhauseinrichtung.

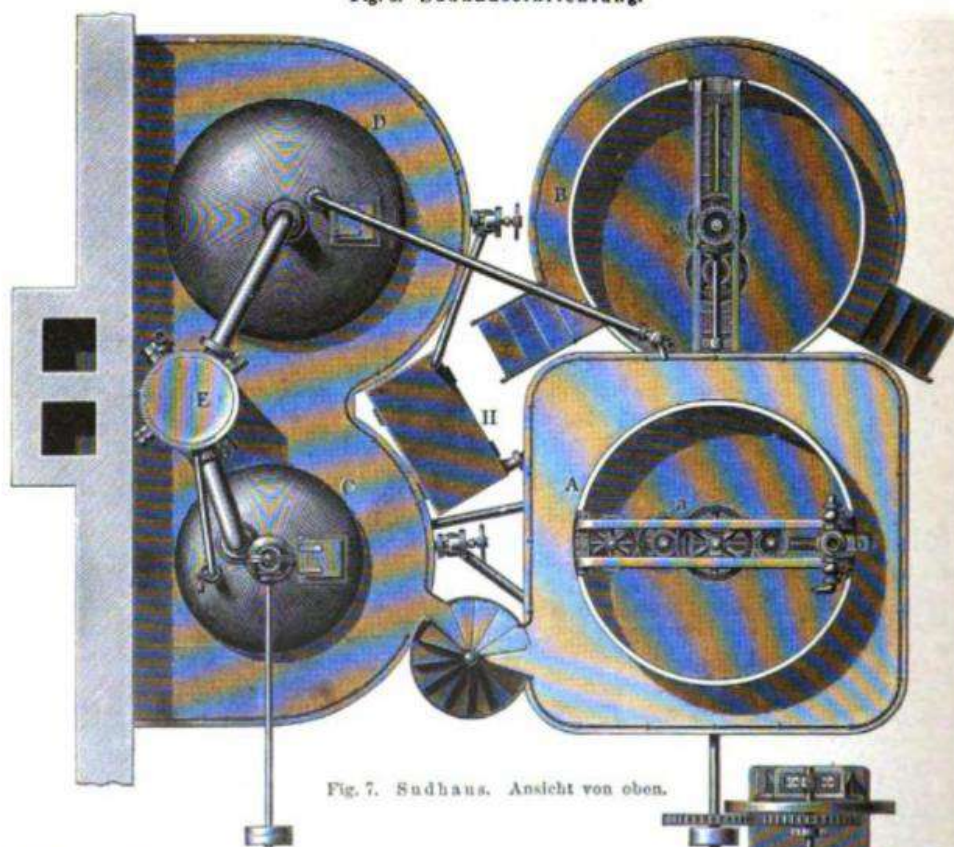


Fig. 7. Sudhaus. Ansicht von oben.

der fertigen Würze mit dem Hopfen, und in einer Vorwärmfpfanne wird das zu verwendende Wasser erhitzt. Die Pfannen stehen entweder so hoch, daß ihr Inhalt direkt in den Maischbottich abgelassen werden kann, oder es sind Pumpen vorhanden, welche auch die dicke Maische zu fördern vermögen. Das

untern, zwischen beiden Böden befindet sich ein Ab-
laßhahn. Gegenwärtig wird die Maische gewöhn-

lich nach vollendeter Zuckerbildung in den *Läuterbottich* (Fig. 6) gefördert, welcher speziell zum Ziehen der Würze dient. Die letztere sammelt sich in dem *Grand-, Grund- oder Würzstock* und wird von da in die Braupfanne gepumpt, oder man leitet sie direkt aus dem Raum unter den Seihplatten mittels besonderer Apparate in die Pfanne. Die in dem *Läutermaischbottich* zurückgebliebenen Treber werden durch eine *Aufhackmaschine* (Fig. 5), welche der Maischmaschine ähnlich konstruiert und mit senkrecht verstellbaren Zinken versehen ist, aufgelockert und mittels eines *schottischen Drehkreuzes* (im wesentlichen ein Segnersches Wasserrad) sehr gleichmäßig mit Wasser übergossen, um die darin noch enthaltene Würze zu gewinnen.

Die Braugeräte werden meist mit direkter Feuerung geheizt; in neuerer Zeit aber errang die Anwendung der indirekten Dampfheizung in mehreren Brauereien die Alleinherrschaft. Man legte in die

Rührvorrichtungen besitzt, und dem Vormaischapparat b. B ist der *Läuterbottich* mit der *Aufhack-*

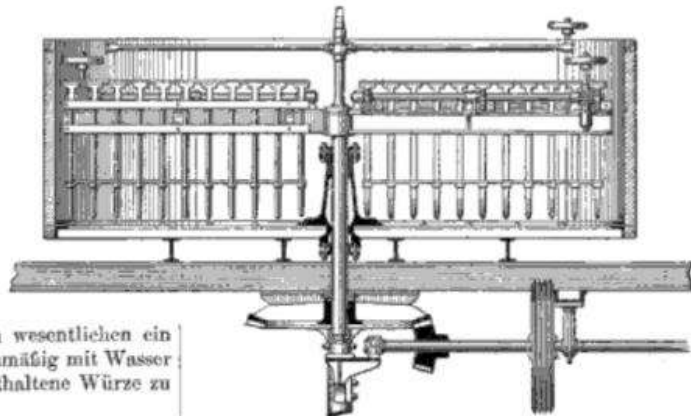


Fig. 5. Treberaufhackmaschine.

maschine c. C ist eine runde geschlossene Dickmaischpfanne mit Rührwerk zum Kochen der Maische, D die runde geschlossene Hopfensudpfanne und E ein Kondensator mit einem Röhrensystem, durch welches die aus den Pfannen abziehenden Dämpfe strömen, um das die Röhren umgebende Wasser zu erhitzen. Der Kondensator dient also als Vorwärmer und liefert das benötigte heiße Wasser. F ist die Dickmaischkolbenpumpe, G die Würzepumpe, H der Hopfenseiher, J die Dampfmaschine.

Die *Kühlschiffe* sind meist große, sehr flache, eiserne Gefäße und werden mit Ventilatoren oder Wellen mit Windflügeln

(Fig. 8) versehen, die durch Zahnräder oder Treibriemen in Thätigkeit gesetzt werden, um die Abkühlung zu befördern. Zur schnellern und energischeren

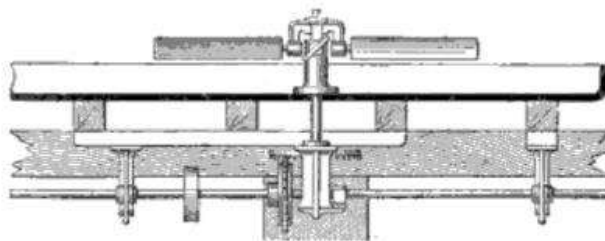


Fig. 8. Kühlschiff mit Windflügeln.

Gefäße Schlangenrohre, in welchen der Dampf zirkulierte, oder wandte Gefäße mit doppeltem Boden an, in welchem Falle der Dampf zwischen beide Böden trat. So große Vorteile diese Methode im allgemeinen auch bietet, so scheint doch mancherlei für die direkte Feuerung zu sprechen; so soll bei letzterer eine Veränderung des Malzextrakts stattfinden, welche den daraus erzeugten Bieren einen feinern, lieblichem Geschmack erteile und das eigentümliche Malzaroma auf der empfindlichen Zunge des Konsumenten deutlicher hervortreten lasse. Dies würde der Einwirkung der bei direkter Feuerung stärker erhitzten Kesselwandung zuzuschreiben sein, welche auch die schnellere und vollständigere Ausscheidung der Eiweißstoffe bewirken soll. Auf direktem Feuer gekochte Würzen sollen schneller und schöner brechen, langsamer und ruhiger vergären und Biere liefern, welche sich schneller klären und glanzhell werden. Die Vollmundigkeit und Haltbarkeit solcher Biere ist ungleich größer als jener, welche mit Dampfheizung bereitet wurden, und so scheint letztere wenig Aussicht zu haben, die direkte Feuerung in der Bierbrauerei vollständig zu verdrängen.

Fig. 6 u. 7 zeigen eine vollständige Sudhauseinrichtung. A ist der Maischbottich mit der Maischmaschine a, welche in entgegengesetzter Richtung arbeitende

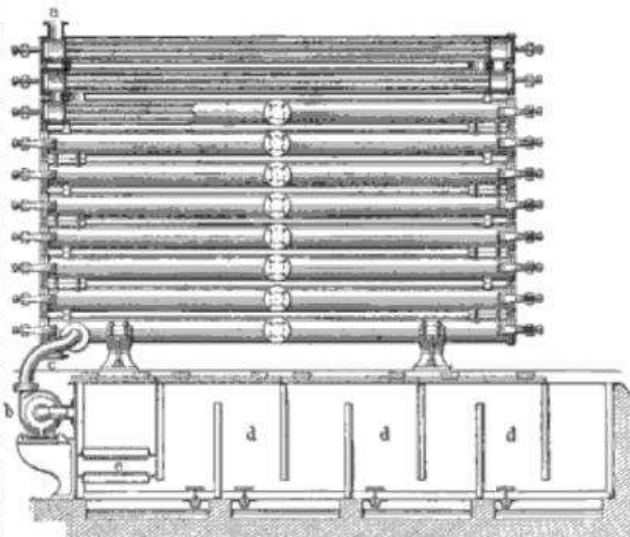


Fig. 9. Röhrenkühler.

Kühlung benutzt man *Kühlapparate*, welche mit Eiswasser gespeist und entweder neben den Kühlschiffen benutzt werden oder dieselben entbehrlich machen. Fig. 9 zeigt einen Röhrenkühler, bei welchem das



Рис. 11. Пример некорректного отображения кирпичной кладки на элементах декора, поскольку данные элементы не были проработаны при создании UV-развертки. Скриншот из движка Unreal Engine 4.



Рис. 12. Пример корректного отображения кирпичной кладки на элементах декора, соответствующего данным источников. Для достижения такого эффекта использовалось создание UV-разверток для данных элементов «вручную».

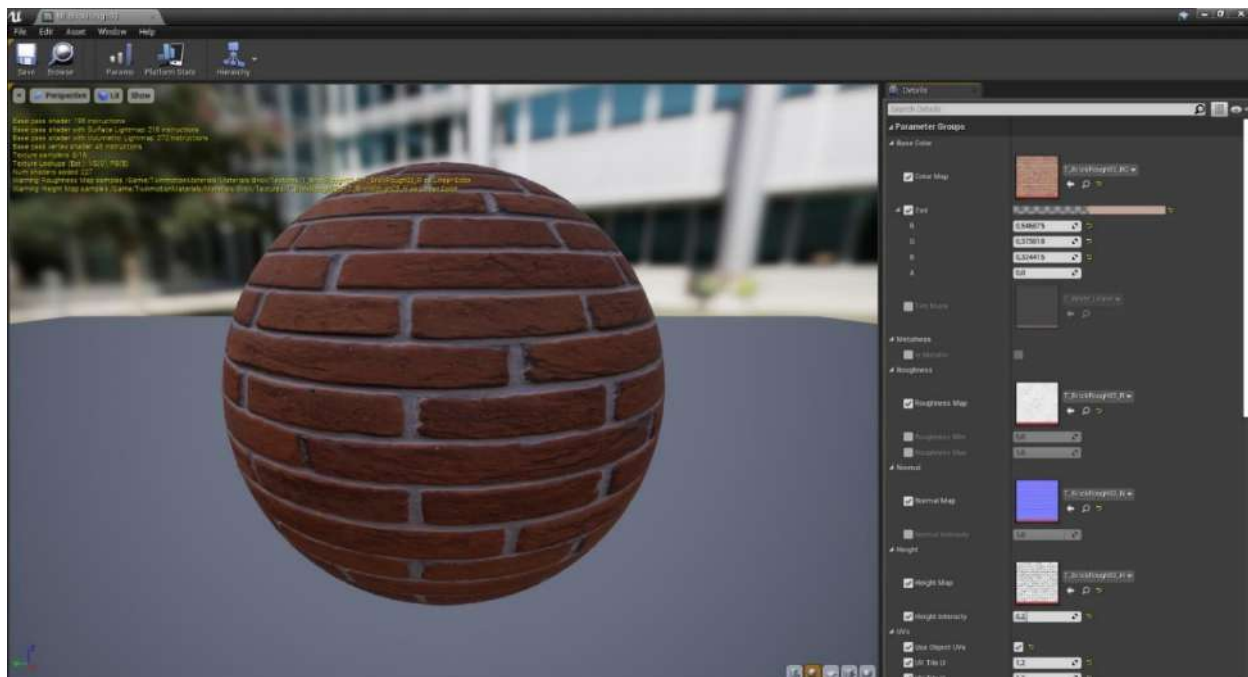


Рис. 13. Настройка процедурного экземпляра материала в Unreal Engine 4. Под экземпляром в данном случае понимается уникальный материал, работающий по общей логике с рядом других, но отличающийся значениями отдельных параметров.



Рис. 14. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода. Рендер в Unreal Engine 4.



Рис. 15. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода. Рендер в Unreal Engine 4, вид сзади.



Рис. 16. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода. Рендер в Unreal Engine 4. Более близкий ракурс на вход в корпус, в окнах можно заметить силуэты размещенного внутри оборудования.

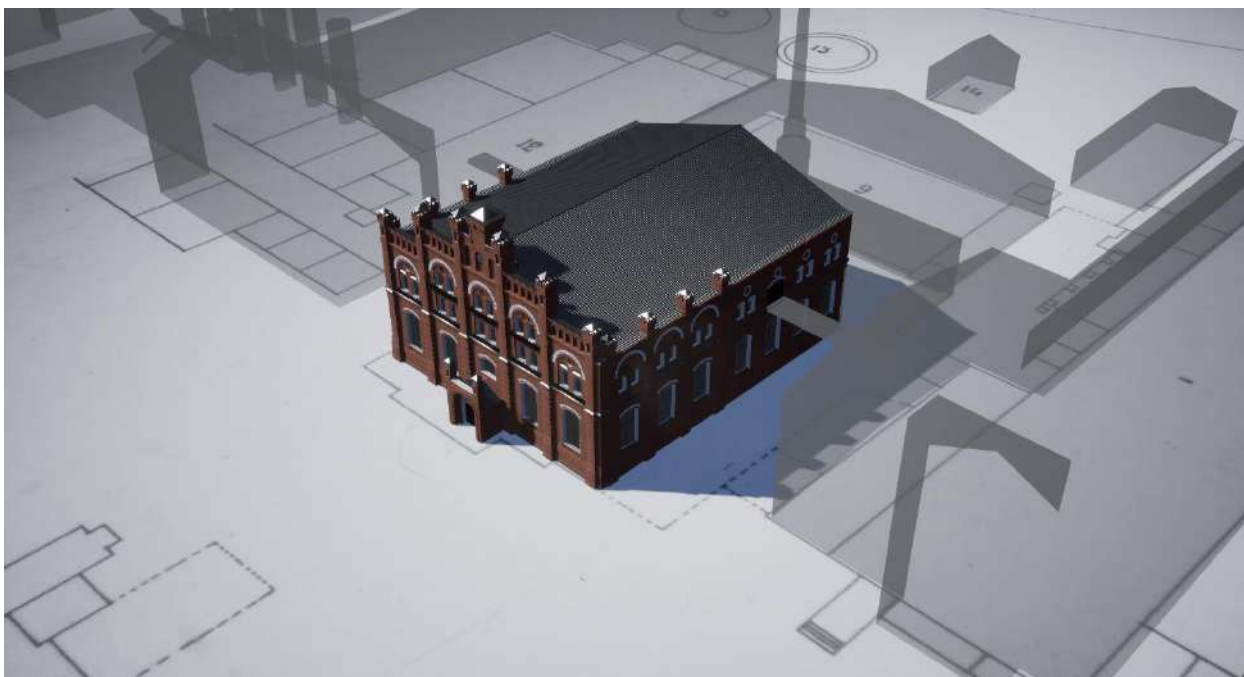


Рис. 17. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода. Рендер в Unreal Engine 4. Вид сверху в ансамбле с другими корпусами, обозначенными полупрозрачными силуэтами.

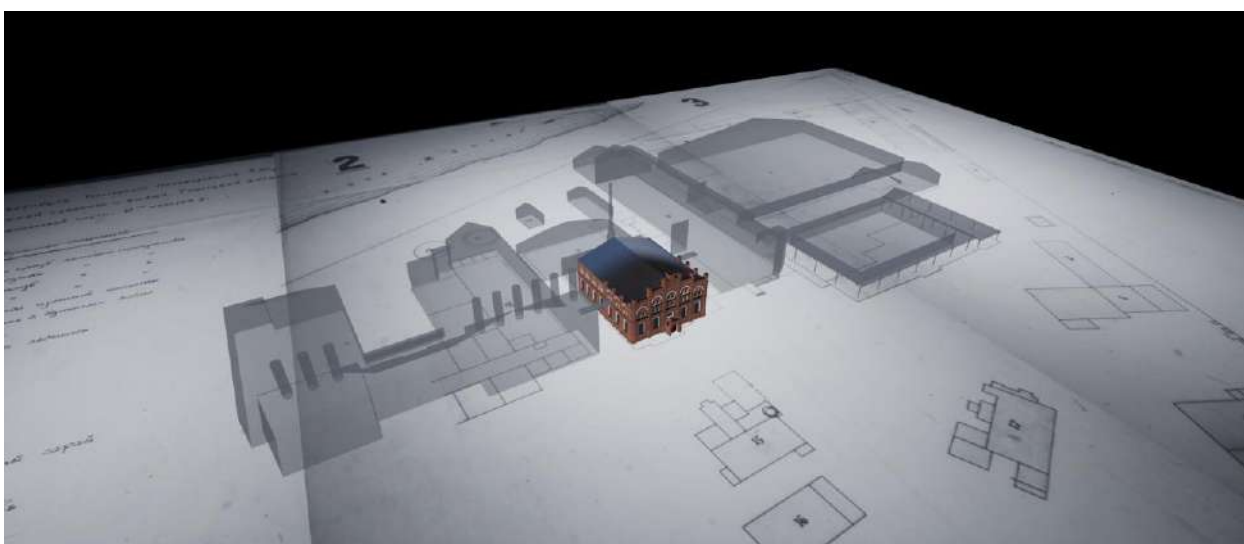


Рис. 18. Виртуальная реконструкция корпуса Варни Трехгорного пивоваренного завода. Рендер в Unreal Engine 4. Вид сверху в ансамбле с другими корпусами, обозначенными полупрозрачными силуэтами.

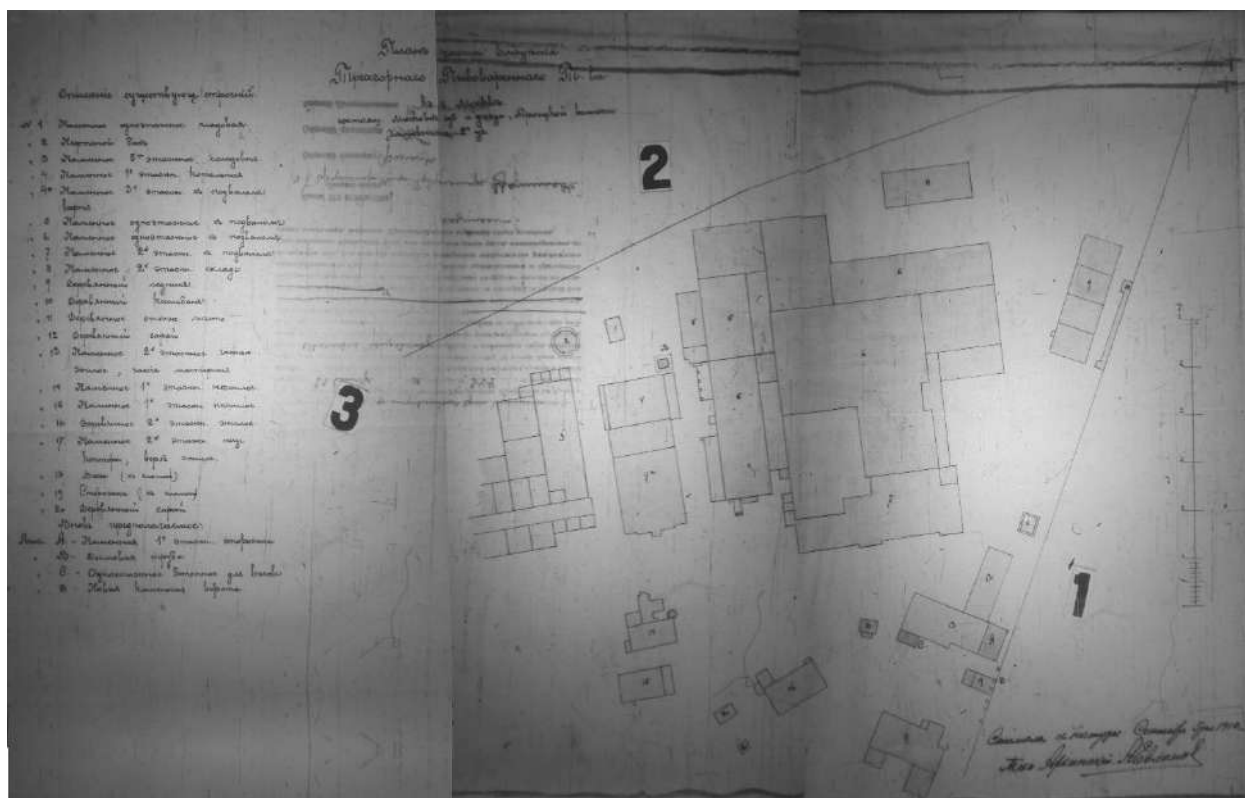


Рис. 19. План строений Трехгорного пивоваренного завода. ЦГА Москвы. Оп. 54. Ф. 164. Д. 62. Л. 10.

Приложение 3

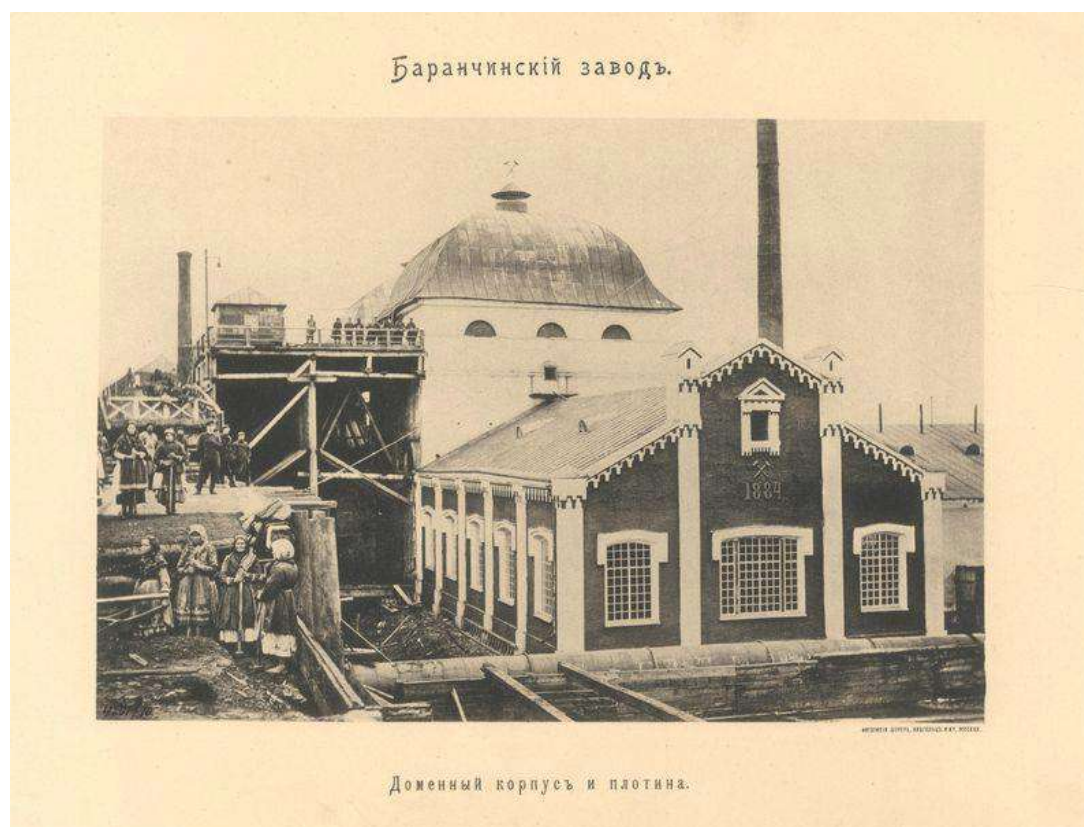


Рис. 1. Фотография здания паровой машины и одной из доменных печей. Можно видеть, что доменная печь и механическая фабрика (маленькая часть справа) еще покрашены в белый. Взято с электронного ресурса «Госкаталог»

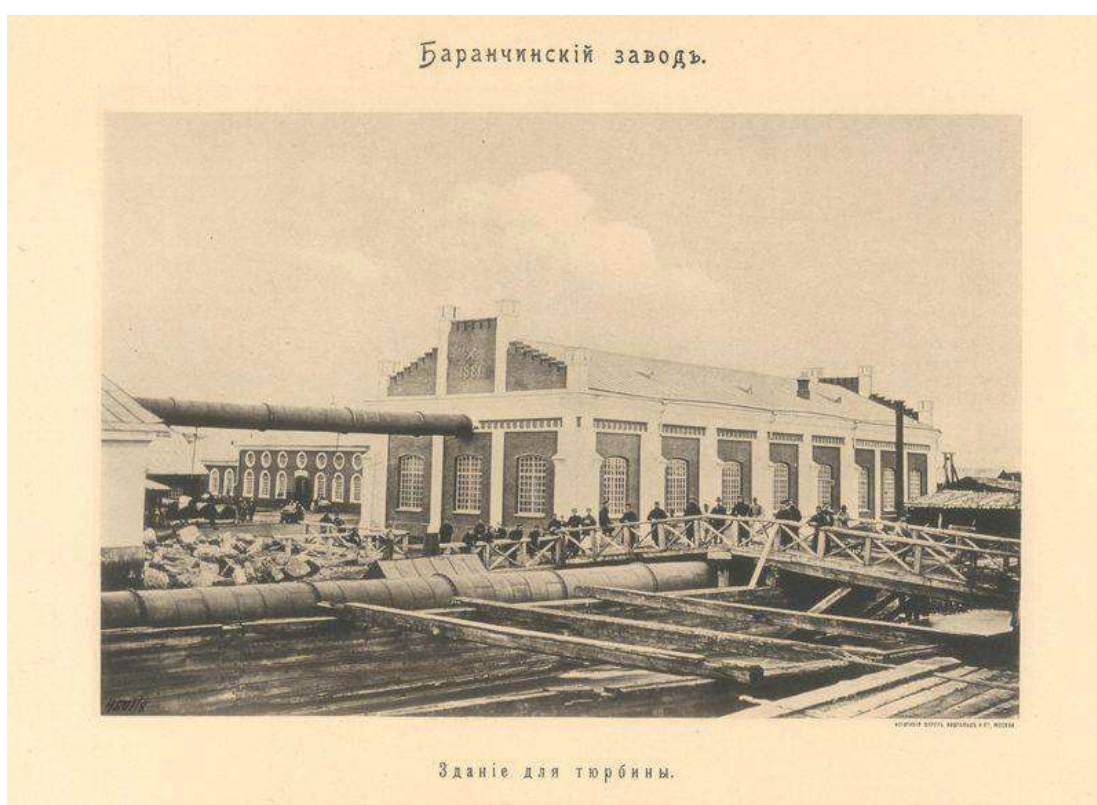
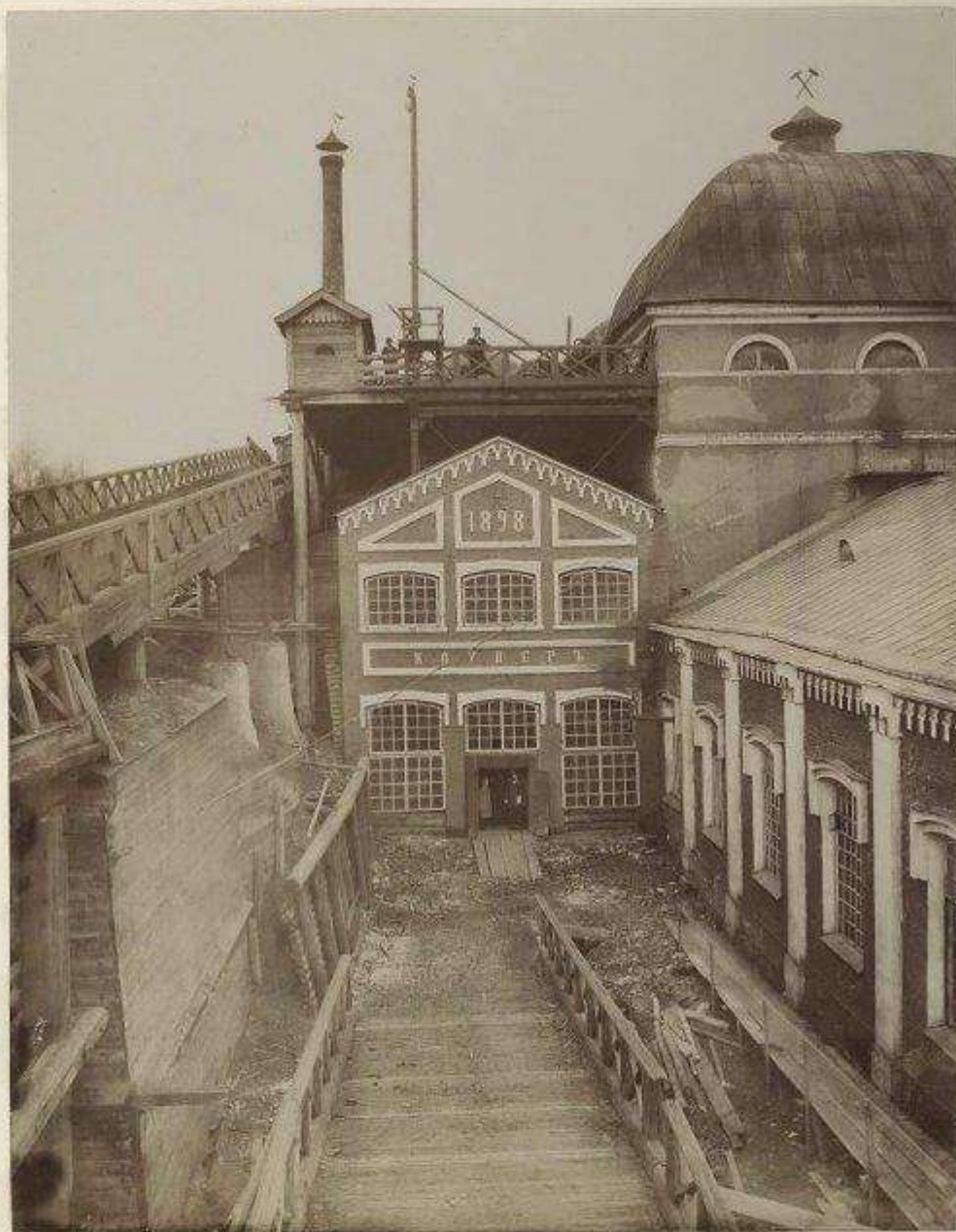


Рис. 2. Здание турбины Жирарда, соединенное трубой с механической фабрикой (еще не перестроенной). Госкаталог.

Баранчинскій казенный заводъ, Гороблагодатскаго Округа
существ. съ 1747 года.



ЗДАНІЕ ВОЗДУХОНАГРѢВАТЕЛЬНЫХЪ АППАРАТОВЪ КОУПЕРА.

ФОТОГР. И. М. БОЧКАРЕВЪ, КУШВА.

Рис. 3. Здание машины Каупера, можно разглядеть тыльную сторону здания генератора. Госкаталог.

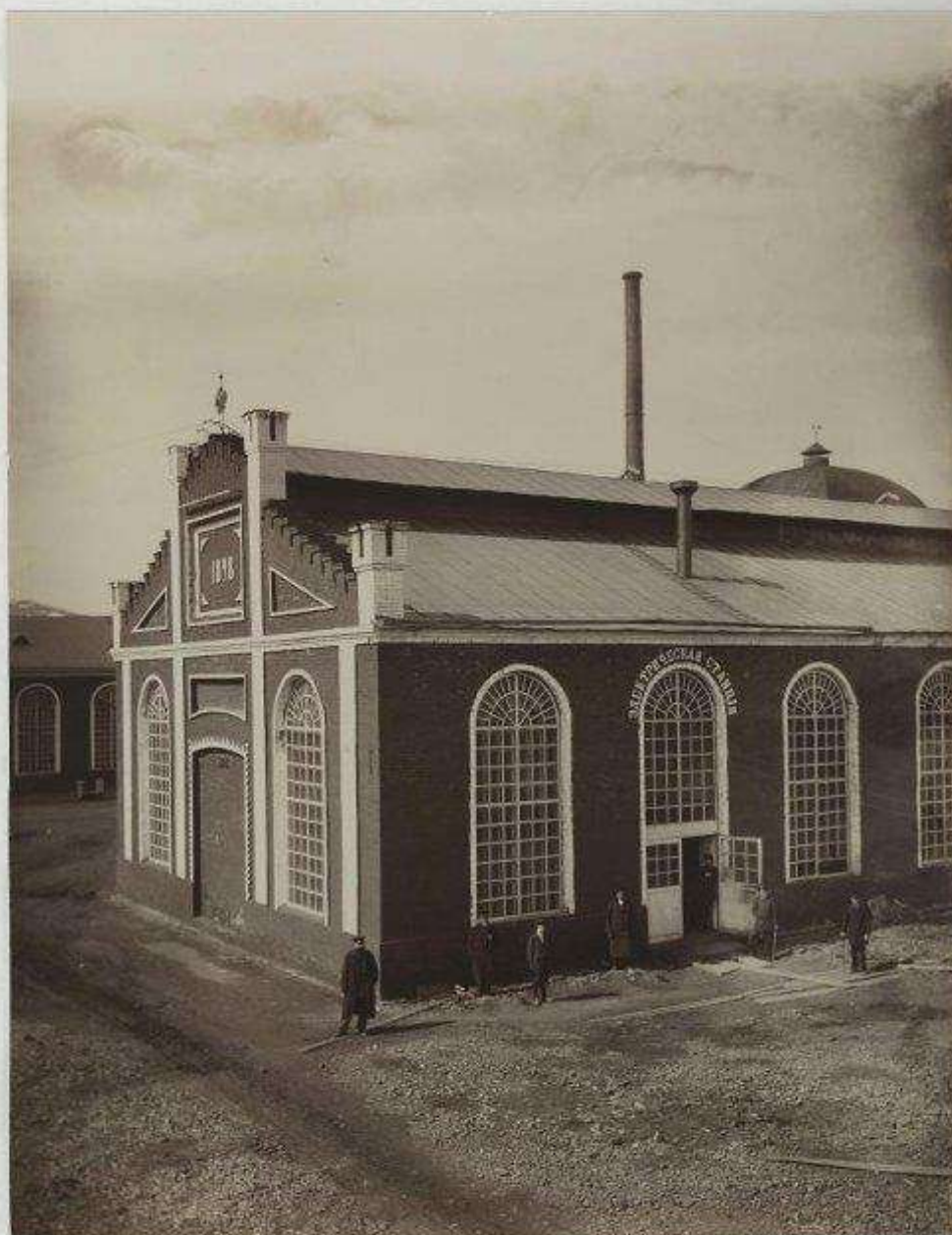


Рис. 4. Здание турбины Жирарда, труба перенесена выше после перестройки механической фабрики. Госкаталог.



Рис. 5. Снарядолитейная фабрика после перестройки в 1898 г. Госкаталог.

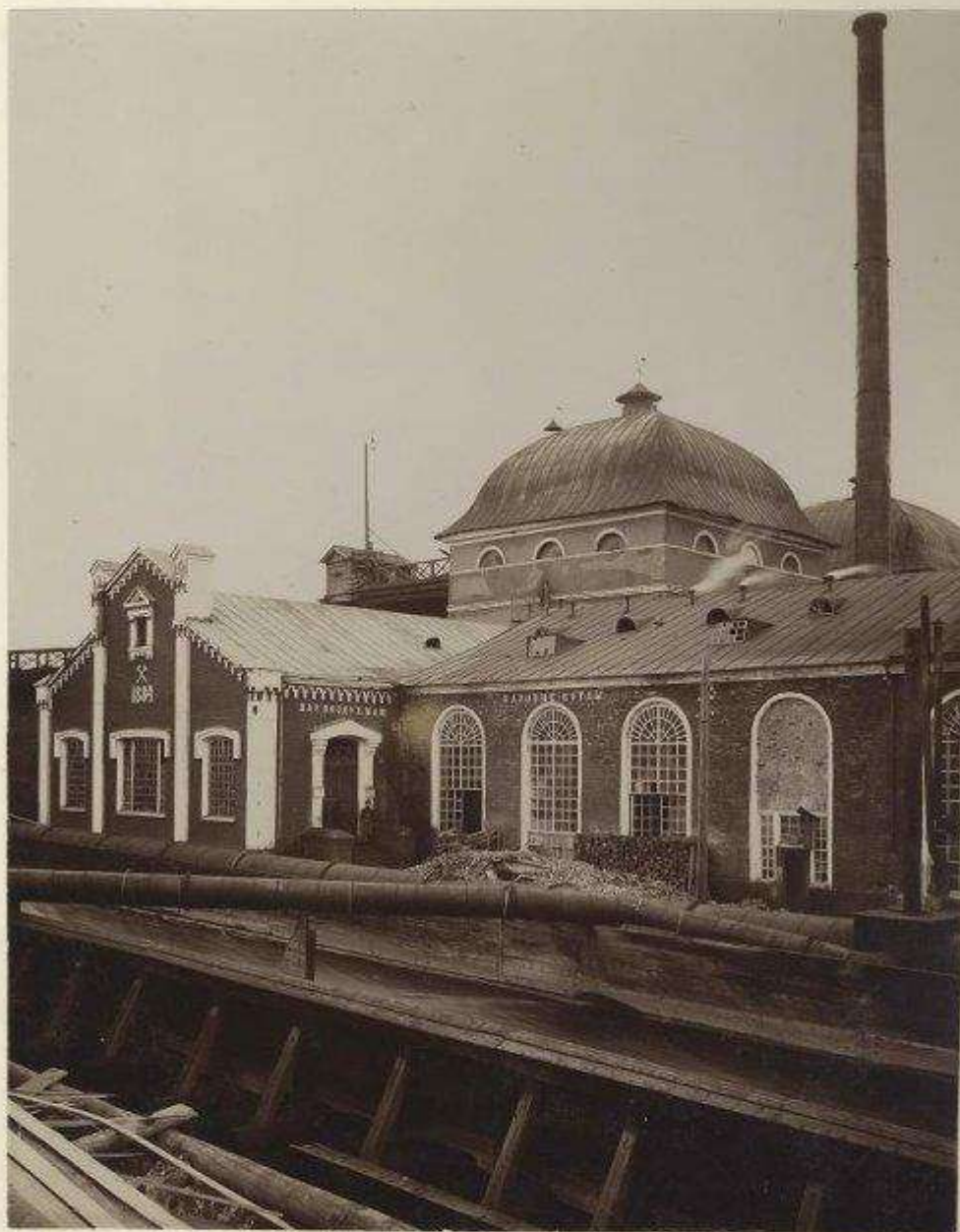
Баранчинскій казенный заводъ, Гороблагодатскаго Округа
существо, съ 1747 года.



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦІЯ.

Рис. 6. Вход в электрическую станцию корпуса снарядолитейной фабрики. Госкаталог.

Баранчинскій казенный заводъ, Гороблагодатскаго Округа
сущест. съ 1747 года.



ЗДАНИЕ ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ И 115-ти СЛЪН. ПАРОВ. ВОЗДУХОД. МАШИНЫ.

ФОТОГР. И. М. БОНКАРЕНЪ. КНИЖКА

Рис. 7. Здания паровой машины и часть механической фабрики (вход к паровым котлам), видны доменные печи.
Здание механической фабрики было перестроено. Госкаталог.



Рис. 8. На фотографии изображены перестроенное здание механической фабрики, труба между механической фабрикой и зданием турбины Жирарда, доменный двор и доменная печь. Госкаталог.



Рис. 9. Панорама Баранчинского завода с высоты. На переднем плане – здание конторы завода (не вошло в виртуальную реконструкцию). Госкаталог.



Рис. 10. Вид на механическую фабрику после перестройки, фотография с электронного ресурса PastVu.



Рис. 11. Вид на угол механической фабрики и здание паровой машины.



Рис. 12. Снарядолитейная фабрика, реконструкция надписи «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ».



Рис. 13. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. Реконструированы корпуса литейной и механической фабрик, доменных печей и доменного двора, ваграночного корпуса, корпуса паровой машины, здание турбины Жирарда, здание машины Каупера. Рендер из ПО Blender при использовании алгоритма рендеринга «Cycles».



Рис. 14. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. На изображении представлены корпуса паровой машины и машины Каупера, видны доменные печи и часть механической фабрики. Рендер из ПО Blender.



Рис. 15. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. На изображении представлен ваграночный корпус, видны доменные печи и часть снарядолитейной фабрики. Рендер из ПО Blender.



Рис. 16. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. На изображении представлена снарядолитейная фабрика, видна одна из доменных печей и часть доменного двора. Рендер из ПО Blender.

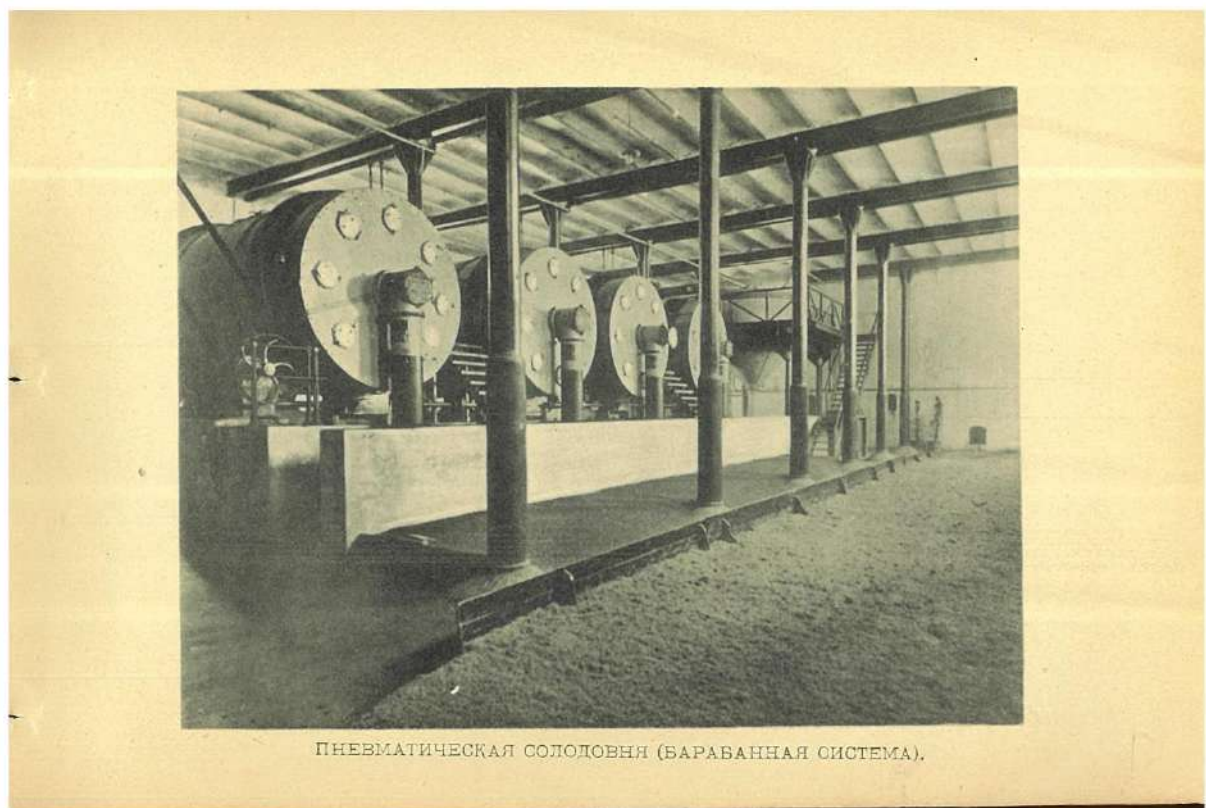


Рис. 17. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. На изображении представлен корпус турбины Жирарда. Рендер из ПО Blender.



*Рис. 18. Финальные рендеры строений Баранчинского завода. Вид на доменный двор с высоты человеческого роста.
Рендер из ПО Blender.*

Приложение 4



ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СОЛОДОВНЯ (БАРАБАННАЯ СИСТЕМА).

Рис. 1. Фотография внутренних помещений солодовни. В верхней части изображения можно разглядеть электрический светильник, который был положен в основу изображению источников освещения в реконструкции. Двадцатипятилетие Трехгорного пивоваренного товарищества в Москве. Л. 32.

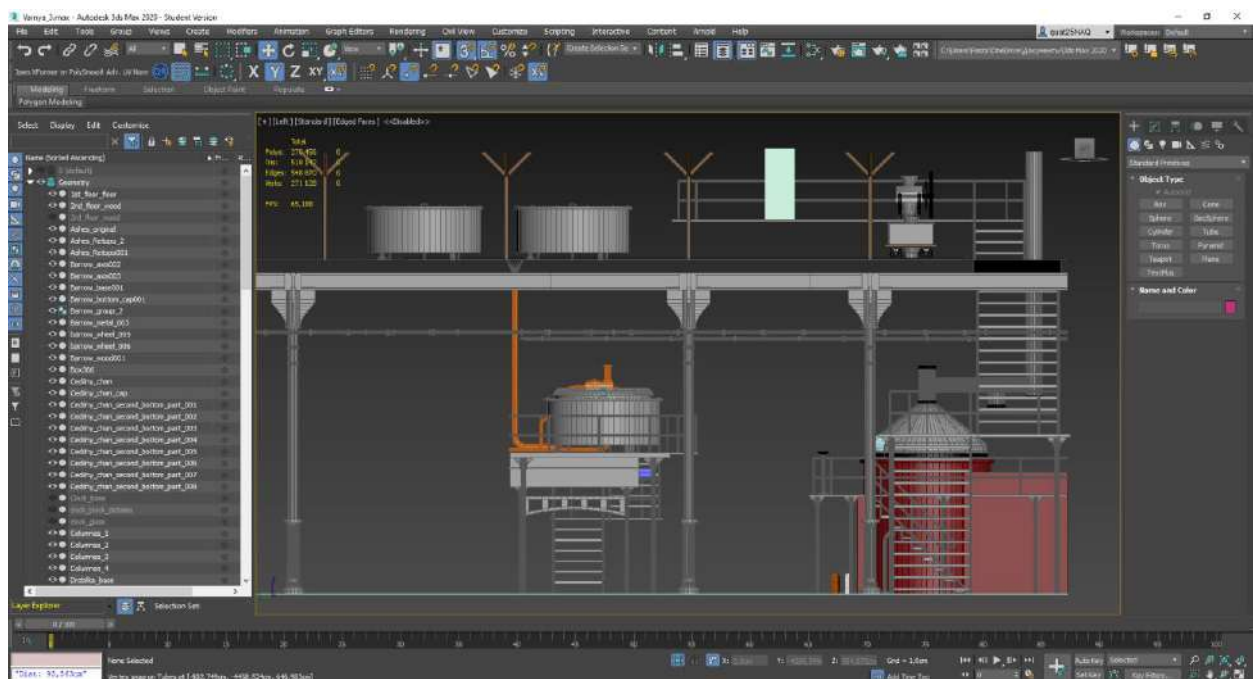


Рис. 2. Процесс моделирования оборудования Варни Трехгорного пивоваренного завода в программе 3ds-Max. Вид сбоку.

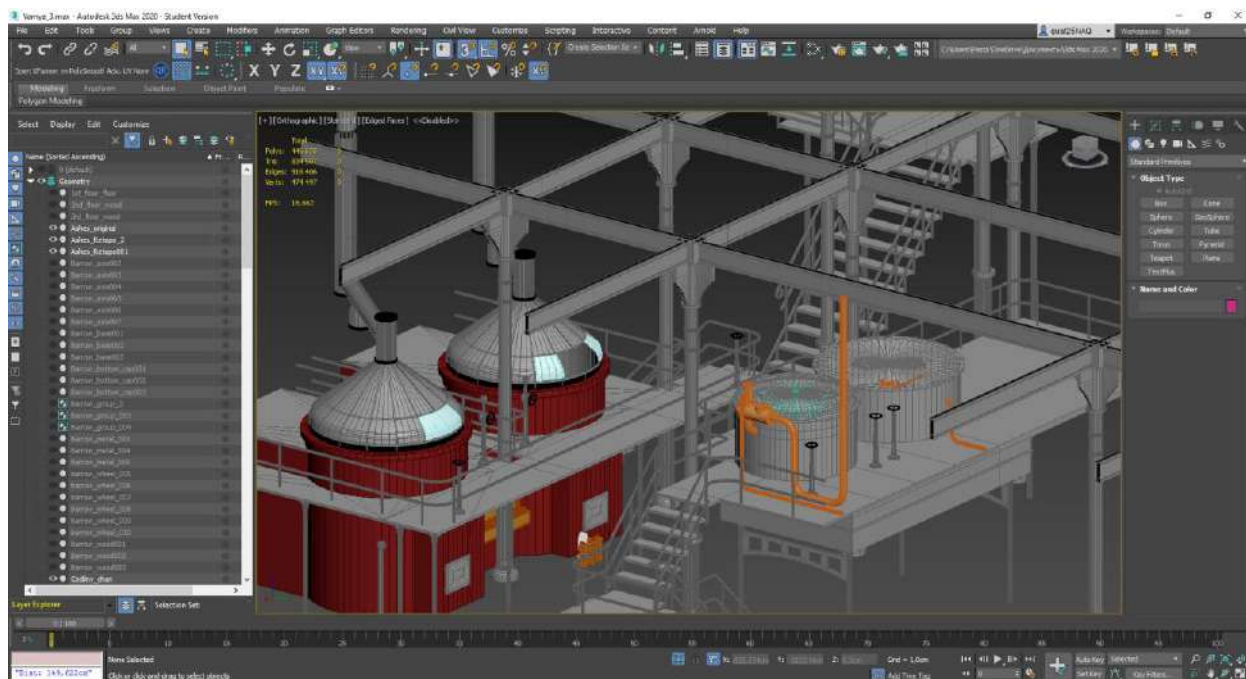


Рис. 3. Процесс моделирования оборудования Варни Трехгорного пивоваренного завода в программе 3ds-Max. Вид в перспективе.



Рис. 4. Виртуальная реконструкция первого этажа Варни, рендер в движке Unreal Engine 4.

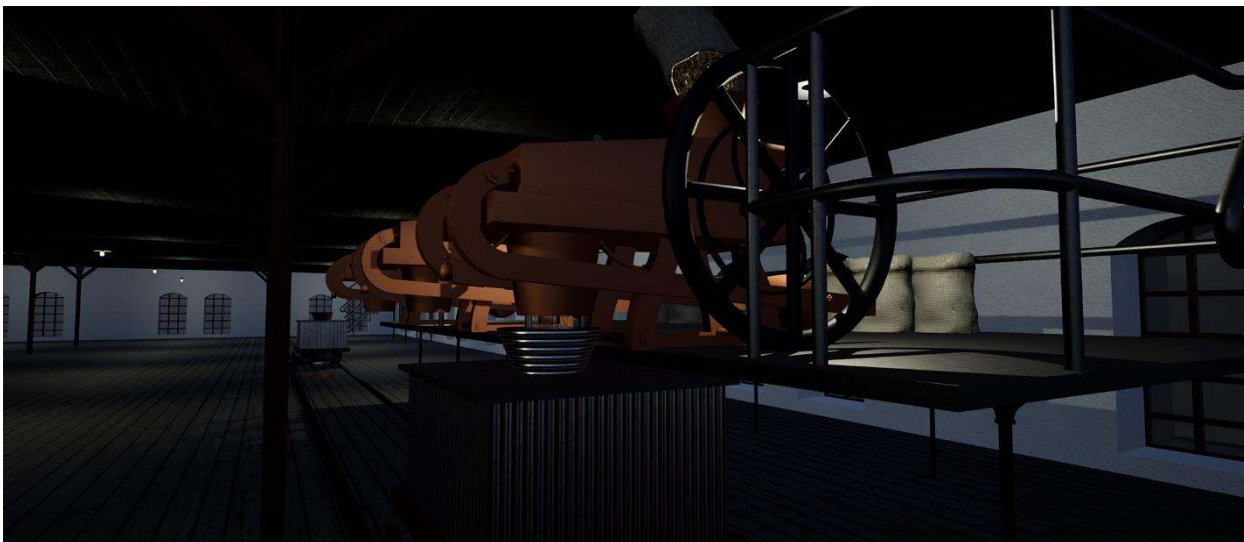


Рис. 5. Виртуальная реконструкция второго этажа Варни, процедура дробления, рендер в движке Unreal Engine 4.



Рис. 6. Виртуальная реконструкция первого этажа Варни, заторный чан и предзаторный аппарат, рендер в движке Unreal Engine 4



Рис. 7. Виртуальная реконструкция первого этажа Варни, засыпание хмеля в пивоваренный котел, рендер в движке Unreal Engine 4.



Рис. 8. QR-код для доступа к видеоролику «Виртуальная реконструкция Варни Трехгорного пивоваренного завода VR (без звука)» (URL: <https://rutube.ru/video/3226ce99e352cbce414522ff794aa34d/?r=wd>).



Рис. 9. QR-код для доступа к видеоролику «Виртуальная реконструкция Варни Трехгорного пивоваренного завода Mobile VR» (URL: <https://rutube.ru/shorts/0118cc11ab73e1291288d6cbaa88daee?r=wd>).

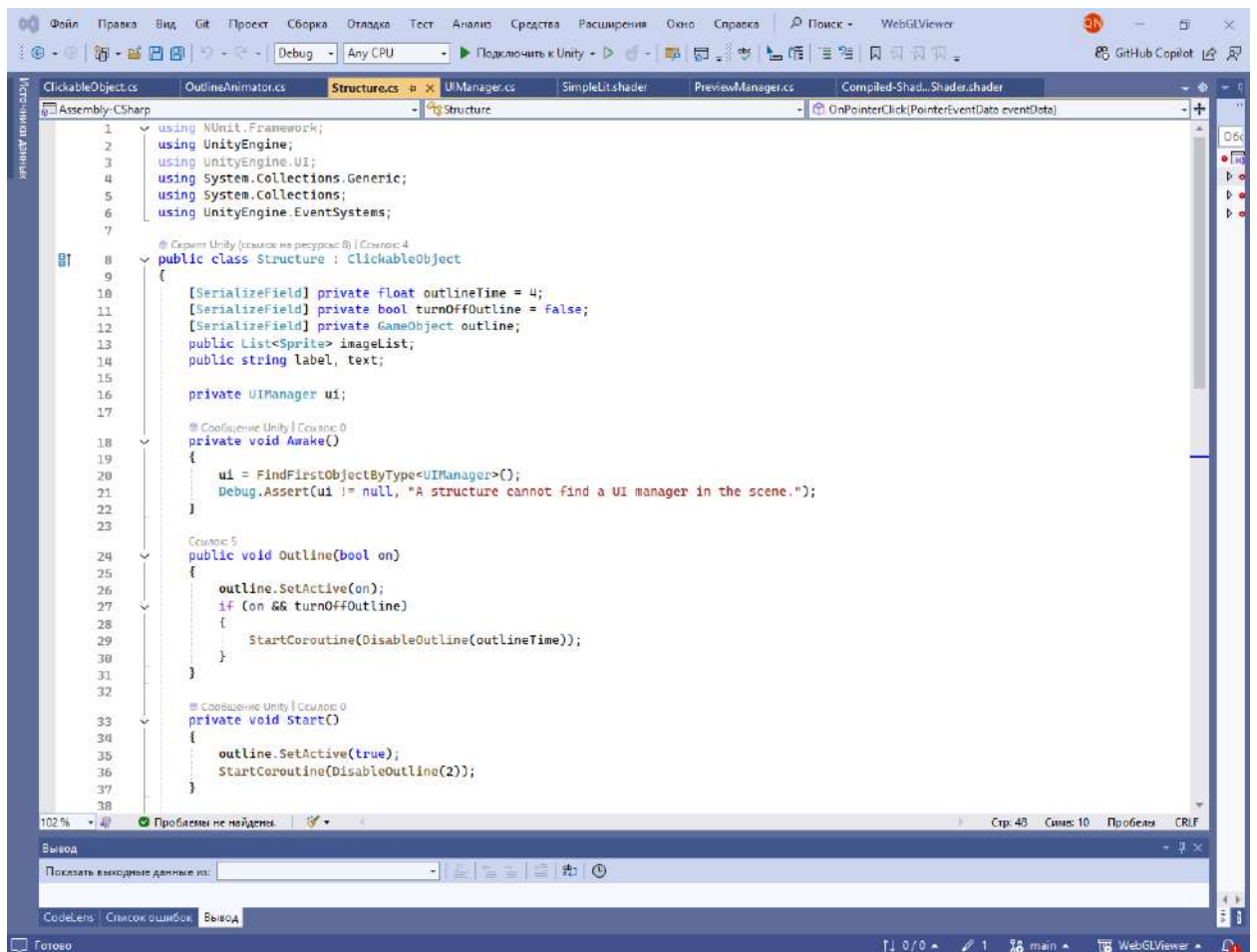


Рис. 10. Пример кода на языке C# в программе Visual Studio. Данный скрипт обеспечивает хранение информации о корпусах завода и обращение к ней.

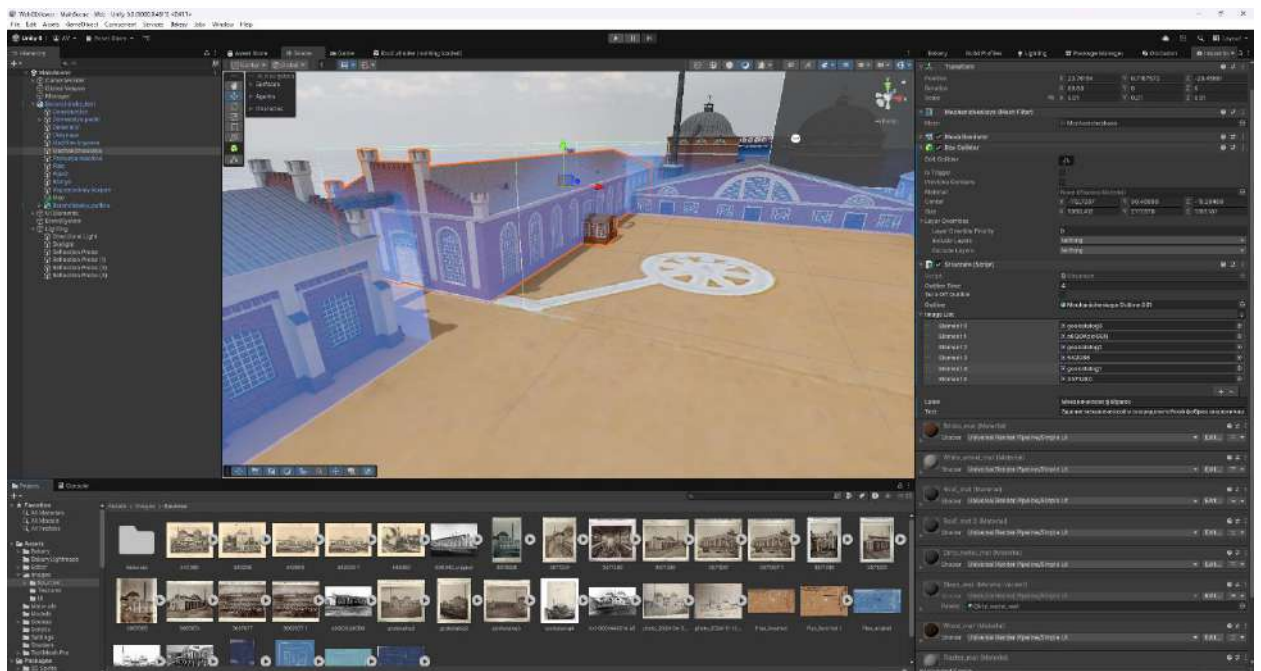


Рис. 11. Интерфейс движка Unity. Слева – иерархия объектов в сцене, справа – сведения о выбранном объекте, снизу – списки файлов проекта, посередине – окно сцены.



Рис. 12. QR-код для доступа к виртуальной среде «Baranchinsky Ironworks 3D» (URL: <https://play.unity.com/en/games/8575069a-304c-403e-a7c4-e3b28ca7e730/baranchinsky-ironworks-3d-demo>).

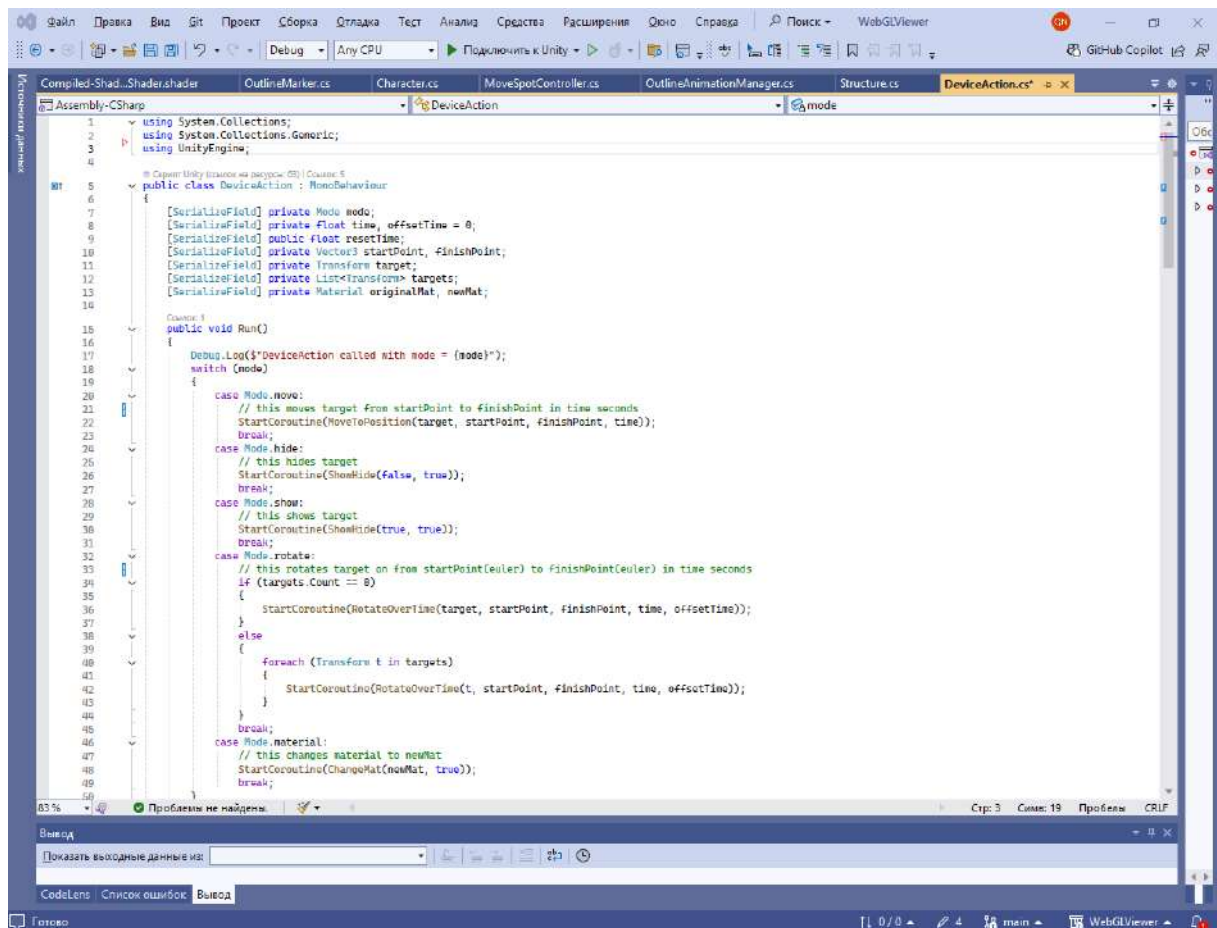


Рис. 13. Пример кода на языке C# в программе Visual Studio. Класс DeviceAction, обеспечивающий взаимодействие с объектами, такие как перемещение, вращение, отображение и скрытие.

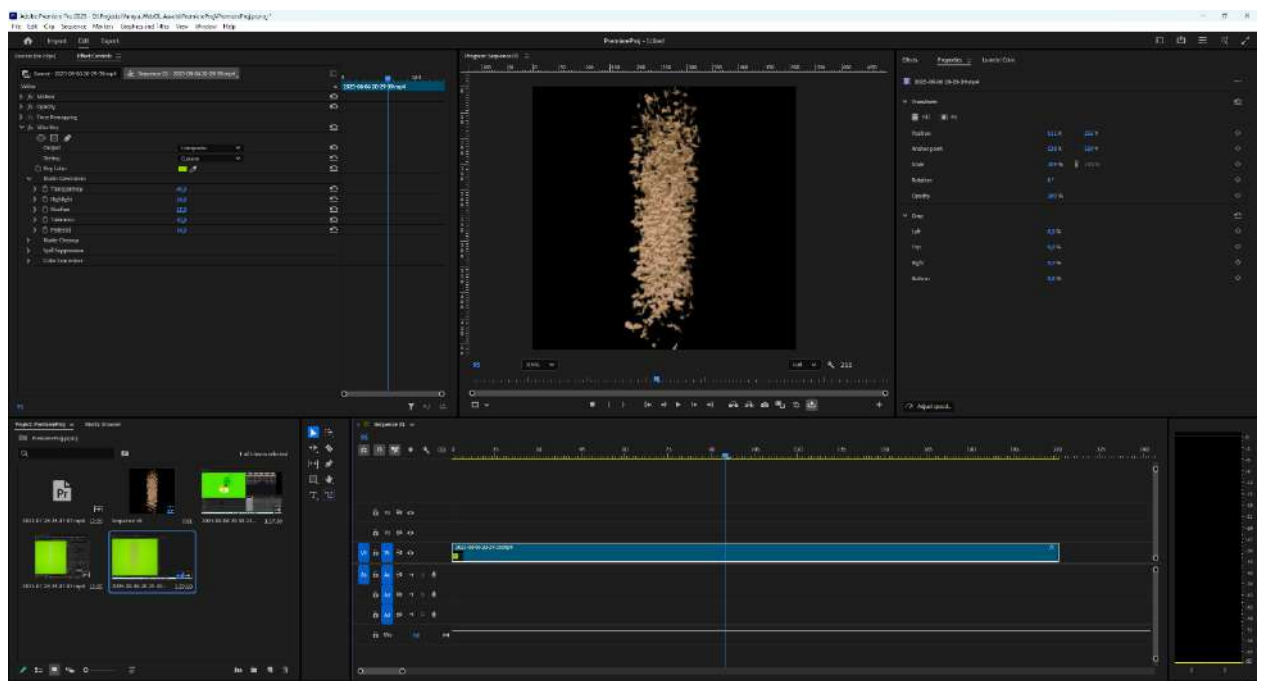


Рис. 14. Оптимизация эффектов в программе Adobe Premiere Pro. Трехмерные системы частиц из Unreal Engine были превращены в двухмерные анимации в Unity.



Рис. 15. QR-код для доступа к виртуальной среде «Trekhgorny Brewery XIX Virtual Tour» (URL: <https://play.unity.com/en/games/fed50e5c-c861-4c62-8be3-82cdb11bd469/trekhgorny-brewery-xix-virtual-tour>).