

Е.Ю. Агеева, А.Л. Дубов

**Российский опыт реновации
неэксплуатируемых водонапорных башен**



Монография

Нижний Новгород
2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Е.Ю. Агеева, А.Л. Дубов

Российский опыт реновации
неэксплуатируемых водонапорных башен

Монография

Нижегород
ННГАСУ
2023

ББК 85.11
А 23
УДК 72.025.5

Рецензенты:

В. Ю. Шиман – заслуженный строитель РФ, член Союза архитекторов России
Н.Я. Даняев – директор ООО «ПроектНН», лицензированный архитектор

Агеева Е. Ю. Российский опыт реновации неэксплуатируемых водонапорных башен
[Текст]: монография / Е. Ю. Агеева, А.Л. Дубов; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т. –
Н. Новгород: ННГАСУ, 2023. – 72 с. ISBN 978-5-528-00510-2

В монографии представлен анализ и определение архитектурно-конструктивных особенностей реновации водонапорных башен. Выявлены следующие архитектурные приемы преобразований водонапорных башен при реновации: модификация объекта; замена – введение новых форм, функций, конструкций; присоединение или уменьшение форм, конструкций, расширяющих функциональные возможности; комбинаторика идей, свойств; инверсия; аналогия; приспособление к конкретным условиям.

Для специалистов в области архитектуры и строительства. Рекомендуется также преподавателям, аспирантам, студентам строительных и архитектурных специальностей.

ББК 85.11

ISBN 978-5-528-00510-2

© Е. Ю. Агеева,
А.Л. Дубов, 2023
© ННГАСУ, 2023

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. История развития водонапорных башен	8
1.1.Появление водонапорных башен и их распространение в России.....	8
1.2.Конструктивные и объёмно-планировочные решения водонапорных башен	4
Выводы по главе 1	18
Глава 2. Архитектурные и конструктивные решения современных проектов реновации водонапорных башен в России.....	21
2.1.Башня на Плотинке - Екатеринбург – 2018 г.....	21
2.2. Башня-обсерватория – с. Червишево – 2008 г	24
2.3. Скалодром “Башня ” - г. Тольятти – 2012 г.	27
2.4. Гидробашня Политехнического университета – г. Санкт-Петербург – 2005 г. ...	29
2.5. Музей кошек “Мурариум” – г. Зеленоградск – 2012 г.....	31
2.6. Музей воды – г. Ижевск – 2014 г.	34
2.7. “Вселенная воды” – г. Санкт-Петербург – 2002 г.	36
2.8. Кафе “Сациви” – г. Владивосток – 2014 г.....	38
2.9. Офисное здание – г. Пермь – 2000-е.....	40
2.10. Жилой дом – г. Томск – 2018 г.....	42
Выводы по главе 2	44
Глава 3. Перспективы реновации водонапорных башен в России	49
3.1. Водонапорная башня УЗТМ "Белая башня".	49
3.2. Водонапорная башня в Щербинке.....	53
3.3. Воркшоп в МАРХИ “International building challenge – 2019”.	57
Выводы по главе 3	62
Заключение.....	65
Список литературы.....	67

Введение

Актуальность исследования. В Российской Федерации расположено большое количество промышленных объектов, построенных в период наиболее интенсивной индустриализации общества с конца XIX до середины XX века. В настоящее время Россия все ещё является скорее индустриальным обществом, чем постиндустриальным. И в связи с этим многие объекты промышленного наследия чаще всего рассматриваются с функциональной точки зрения, при этом их культурная и эстетическая значимости остаются незамеченными.

Многие постройки, возведенные в тот период, уже не эксплуатируются либо из-за своего возраста, либо из-за утраты своей технической значимости в связи с ростом научного прогресса. К таковым можно отнести и водонапорные башни. Раньше они размещались рядом с заводами, железнодорожными станциями и депо для обеспечения водой близлежащих производственных помещений, мастерских и водозаправочных колонок. Однако с переходом объектов на центральную систему водоснабжения потребность в большом количестве водонапорных башен исчезла.

Неэксплуатируемые промышленные объекты ухудшают экономическое положение района, в котором они расположены. Особенно это актуально для крупных городов, где найти свободную площадку для строительства новых зданий бывает очень непросто. Кроме этого, заброшенные постройки часто становятся местами притяжения криминальных слоев общества или подростков и могут представлять реальную угрозу для жизни и здоровья.

В связи с этим, встает вопрос о необходимости редевелопмента водонапорных башен - реконструкции промышленных объектов с целью изменения их первоначальной функции. Например, они могут

использоваться в качестве жилых помещений, коммерческой недвижимости, социально-культурных объектов, объектов туристического интереса или каких-либо иных общественных пространств.

Однако эти объекты промышленного наследия создавались исключительно с целью производства, поэтому их конструкция заточена под определенную техническую функцию. В связи с этим возникает проблема повторного применения водонапорных башен со сменой их целевого назначения. Именно этот фактор и определяет необходимость проведения исследования в области использования исторического промышленного наследия.

Степень научной проработанности. Проблеме реновации промышленных объектов посвящены труды Цитман Т. О. и Богатыревой А. В. “Реновация промышленной территории в структуре городской среды” (2015). Ими были изучены и проанализированы методы приспособления промышленных объектов под текущие требования и определены возможные новые функции современного использования на примере объектов промышленного наследия г. Астрахань. Также, в их работе были проанализированы перспективы развития в России ревалоризации культурно-исторических зданий.

Существенный вклад в изучение данной проблемы внесли Аксенова И.В. и Мартишин Р.В. своей работой “Современное использование исторических инженерных сооружений (на примере водонапорных башен)” (2018). Основываясь на зарубежном и отечественном опыте реконструкции, в своей работе авторы рассмотрели возможные варианты перепрофилирования водонапорных башен под современные культурно-социальные нужды и выделили наиболее потенциальные направления деятельности в этой сфере.

Данную проблему также рассматривает П.О. Чиркина в своей научной работе “Приспособление памятников промышленной

архитектуры Западной Сибири” (2019). Автором были проведены сравнения промышленных памятников в городах Западной Сибири по объемно-пространственным характеристикам, архитектурным стилям и другим параметрам. На основе проведенного анализа были выдвинуты предложения по приспособлению объектов индустриального наследия в среде современного города под текущие нужды населения.

Данная тема также была раскрыта в трудах Е.С. Лиса “Проблемы и перспективы приспособления памятников промышленной архитектуры г. Челябинска” (2019). Автором были изучены реконструкции промышленных исторических зданий г. Челябинск с точки зрения наиболее быстрого и экономически выгодного способа использования новых площадей. Были рассмотрены возможности приспособления под общественную деятельность местных объектов индустриального наследия с учётом сохранения исторического облика города.

Данной проблеме посвящена работа Агеевой Е.Ю. и Гоголевой Н.А. “Реновация водонапорных башен: типологический анализ” (2019). На основе примеров реконструкции водонапорных башен авторы провели анализ композиционных методов и архитектурных приемов, используемых при их редевелопменте, и выделили из них основные. На базе проведенной работы авторами была составлена сводная типологическая таблица, учитывающая экономические, историко-культурные, социальные и другие факторы.

Значительный вклад в исследование данного вопроса внесли Шипицина О.А. и Солонина О.А. своей статьей “Индустриальное наследие Екатеринбурга: опыт ревалоризации за 50 лет” (2020). Ими были изучены процессы сохранения и повторного использования исторических промышленных объектов на основе опыта ревалоризации индустриальных зданий г. Екатеринбург в период с 1970 по 2020 гг. Авторами были рассмотрены фактические примеры

перепрофилирования промышленных объектов, изучено многообразие функций переоборудованных зданий и определены тенденции дальнейшего развития сферы редевелопмента.

Изучению проблемы реновации промышленных объектов способствовала работа “Редевелопмент городской промышленной территории с целью развития индустриального туризма” Зайцевой Е.В и Азоркина Е.А. (2020). В своей работе они рассмотрели ревалоризацию объектов индустриального наследия с точки зрения привлечения внимания туристов. Были выявлены проблемы целесообразности перепрофилирования промышленных зданий под туристическую функцию, а также определены возможные пути редевелопмента исторических объектов.

В значительной части эти исследования охватывают только анализ объемно-пространственных характеристик объекта, принятых архитектурных и функционально-планировочных решений. Много внимания в работах уделяется изучению возможного перепрофилирования водонапорных башен под современные нужды, определению дальнейших перспектив развития области реновации объектов промышленного наследия. Однако в этих исследованиях не учитываются конструктивные особенности реновации водонапорных башен, технические решения, используемые строительные материалы; не изучается потенциальная коммерческая выгода повторного использования промышленных объектов; недостаточно подробно рассматривается отечественный опыт реновации водонапорных башен.

Целью исследования является выявление особенностей архитектурного и конструктивного решений водонапорных башен в процессе реновации.

Для достижения поставленной цели предполагается решение следующих задач:

- Выявить конструктивно-технические особенности проектирования водонапорных башен, отследить историю их строительства;
- Проанализировать принятые в ходе редевелопмента водонапорных башен архитектурные и конструктивные решения;
- Проанализировать особенности смены целевой функции водонапорных башен при реновации;
- Создать классификацию реконструированных водонапорных башен по архитектурным и конструктивным решениям;
- Определить тенденции в развитии реноваций водонапорных башен.

Объектом исследования является реновация водонапорных башен.

Предметом исследования являются особенности архитектурных и конструктивных решений, принятых в ходе редевелопмента водонапорных башен.

Границы исследования – территория Российской Федерации, XX-XXI вв.

Методология исследования. Исследование опирается на общедоступные методы анализа, обобщения и систематизации теоретических и проектных работ и существующих объектов по данной теме.

Научная новизна работы:

- выделены основные исторические этапы развития строительства водонапорных башен в России;
- создана классификация водонапорных башен с точки зрения конструктивных и объёмно-планировочных характеристик;
- произведен типологический анализ особенностей проектов реновации водонапорных башен;
- определены основные тенденции развития изучаемой области в России.

Глава 1. История развития водонапорных башен

1.1. Появление водонапорных башен и их распространение в России

Человечество довольно давно стало испытывать потребность в создании инженерных сетей водоснабжения для обеспечения бытовой и производственной деятельности. В III веке до нашей эры в Древнем Риме задачу снабжения водой населения являлась система накопительных резервуаров и самотёчных водопроводов [2].

Принципиальная схема подобной сети выглядела следующим образом: рядом с источником воды на возвышенности создавался искусственный водоём, служащий резервуаром для накопления воды. Далее конструировалась система надземных и подземных акведуков из керамики, камня или свинца. Под действием силы тяжести вода стекала по ней и поступала в городскую распределительную башню. Там вода накапливалась и оттуда уже поступала в другие вместилища, бани, фонтаны и частные дома [4].

Подобные гидротехнические системы вполне можно считать предшественниками водонапорных башен. В дальнейшем такое устройство водоснабжения стало недостаточным для эффективного обеспечения водой населения городов. Поэтому в XV-XVII веках стали разрабатываться более продуктивные технологические способы накопления воды и создания напора.

Первый водопровод с искусственным подъёмом воды в Российском государстве появился в Пскове в начале XVI века, однако первая русская напорная система водоснабжения появилась только в XVII веке [8]. Она была создана инженером Христофором Галовеем в Москве по приказу царя Михаила Федоровича. Основным элементом системы водоснабжения являлась водонапорная башня, на самом нижнем этаже которой располагался колодец, вода в него поступала из реки Москва (Рис. 1.1.1).

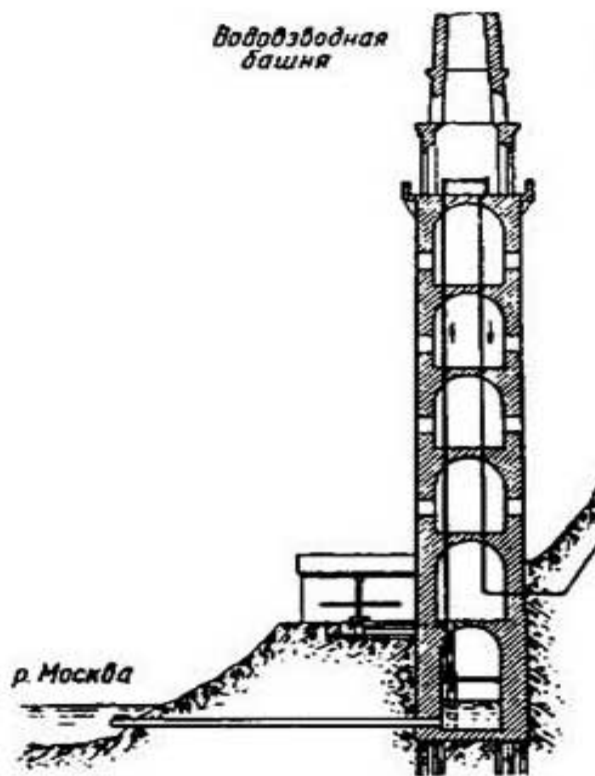


Рисунок 1.1.1 – Схема Водовзводной башни в Московском Кремле

С нижнего этажа вода с помощью механизма на лошадиной тяге поднималась в расположенный наверху свинцовый резервуар. Из-за недостаточного пространства внутри башни часть механизма размещалась снаружи. Далее из верхнего бака вода по свинцовым трубам поступала в многочисленные мануфактуры, дворец и палаты [16]. Водонапорная башня обеспечивала водой близлежащие пивоварни и медоварни, кухни, прачечные, бани и другие объекты.

Строительство водонапорных башен в России встало на новый этап развития в XVIII веке. Инженеры и, в первую очередь архитекторы, стали обращать большое внимание на эстетический вид гидротехнических сооружений. Стали применяться новые объёмно-пространственные и архитектурно-художественные решения, новые различные стили [2]. Более бурное строительство водонапорных башен в тот период было практически обосновано стремительным ростом населения в городах, технологическим и производственным прогрессом.

Следующий этап развития строительства водонапорных башен тесно связан с развитием сети железных дорог во второй половине XIX – начале XX века. Железные дороги в тот период являлись основной движущей силой роста городов. Они были основной точкой притяжения производителей и торговцев, важнейшим фактором экономического роста в Российской империи [12]. В соответствии с необходимостью обеспечения железнодорожных станций, депо, вокзалов, ремонтных мастерских необходимыми для работы ресурсами (в том числе и водой) стала развиваться необходимая для этого инфраструктура. Однако объекты этой инфраструктуры выполняли не только техническую функцию. Рядом с железнодорожными станциями все промышленные постройки рассматривались комплексно и вместе со зданием станции часто составляли одну определенную архитектурную композицию [1].

Научно-технический прогресс принципиально не изменил схему работы башен, однако некоторые процессы были рационализированы путем введения новейших достижений техники. Подъем воды в верхний резервуар стал осуществляться насосами, работающими на паровой тяге. В связи с этим, пространство внутри башен стало разделяться на несколько частей: непосредственно резервуар, машинное отделение и квартира машиниста. Последний две части чаще всего располагались на одном этаже, реже на двух [12].

Новый скачок развития в строительстве водонапорных башен случился уже в СССР в первой половине XX века. В этот период в стране шло восстановление и последующее развитие всех отраслей народного хозяйства и промышленности. Такой стремительный прогресс, который пережила страна в 20-е и 30-е годы, обусловил необходимость создания универсального и быстрого способа возведения водонапорных башен на месте для выстраивания необходимой гидротехнической инфраструктуры [36].

Эта задача была решена советским инженером А.А. Рожновским в 1936 году (Рис. 1.1.2). Конструкция, которую предложил Рожновский, целиком состояла из металла. Детали водонапорных башен производились на заводе, рабочим требовалось только осуществить монтаж, что значительно ускорило время возведения этих гидротехнических сооружений. Кроме того, конструкция башни Рожновского не требовала создания системы обогрева, снижала расход материала на возведение и также обладала некоторыми другими техническими преимуществами [11].



Рисунок 1.1.2 - Башня Рожновского. Источник: <https://fireman.club/>

Постепенно потребность в большом количестве водонапорных башен отпала. Связано это было прежде всего с переходом многих хозяйственных и промышленных объектов на центральную систему водоснабжения. Водонапорные башни до сих пор возводятся и применяются в сельских населенных пунктах и в частных фермерских хозяйствах. Однако теперь их функция исключительно практическая, чаще всего заказчиков не интересует эстетическая сторона сооружения. В городах же многие старые водонапорные башни воспринимаются

только как промышленные памятники, не используются по назначению и не привлекают внимание частных инвесторов.

1.2. Конструктивные и объёмно-планировочные решения водонапорных башен

Водонапорные башни относятся к напорно-регулирующим сооружениям. Основная их функция заключается в создании и поддержании в водопроводной сети заданного напора. Осуществляется это за счёт расположения накопительного резервуара на самом вершине башни, высота которой может достигать порядка 20-30 м. Кроме того, эти гидротехнические сооружения зачастую располагают на высоких отметках местности вблизи распределительной сети водоснабжения [5]. Водонапорные башни могут быть как одиночными, так и иметь рядом пристройку.

Принципиально схему работы водонапорной башни можно описать следующим образом (Рис. 1.2.1): из ближайшего источника (надземного или подземного) вода поступает в резервуар на верхний этаж с помощью электрической насосной станции; затем из верхнего резервуара вода идёт к потребителям [9].

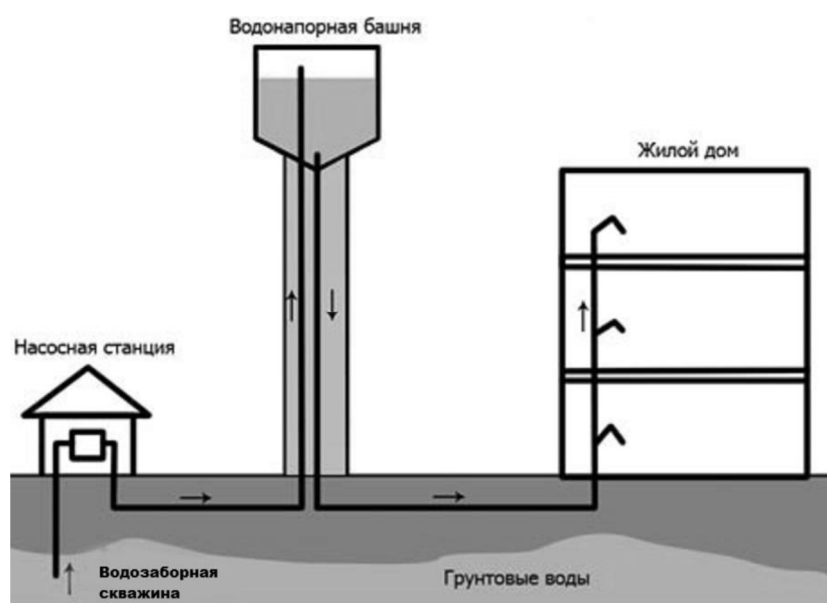
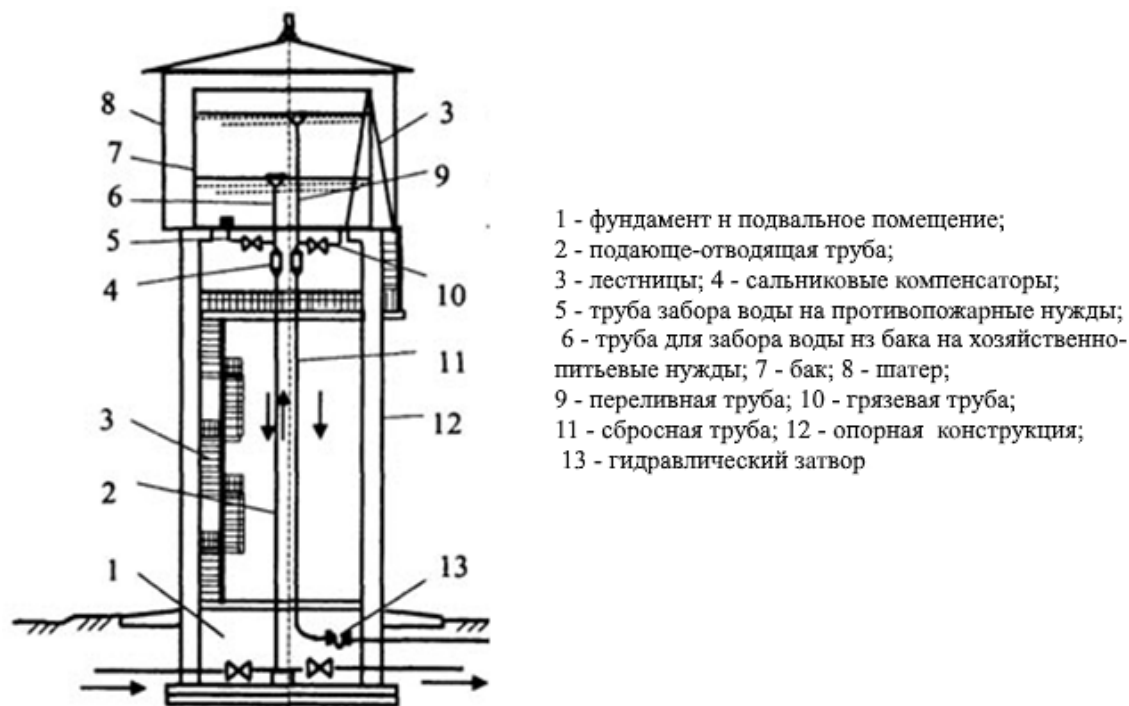


Рисунок 1.2.1 – Принципиальная схема работы башни

Техническая сторона вопроса работы водонапорной башни несколько сложнее. На рисунке 1.2.2 представлена схема водонапорной башни, используемой для создания необходимого напора в сети и для хранения противопожарного запаса воды [5].



- 1 - фундамент и подвальное помещение;
- 2 - подающе-отводящая труба;
- 3 - лестницы; 4 - сальниковые компенсаторы;
- 5 - труба забора воды на противопожарные нужды;
- 6 - труба для забора воды из бака на хозяйственно-питьевые нужды; 7 - бак; 8 - шатер;
- 9 - переливная труба; 10 - грязевая труба;
- 11 - сбросная труба; 12 - опорная конструкция;
- 13 - гидравлический затвор

Рисунок 1.2.2 – Схема водопроводной башни

Конструктивно же водонапорную башню можно разделить всего на три части: резервуар (бак), опору (ствол) и фундамент.

Резервуар чаще всего изготавливается из металла, за рубежом для этих целей широко применяется железобетон. Объем бака может достигать 2000 м³ и более, эта характеристика зависит от назначения объекта, условий эксплуатации и т.д. Самый распространенный вариант формы резервуара водонапорной башни – цилиндрический, однако существует также конический, гиперболический и другие (Рис 1.2.3). Толщина стенок металлического бака колеблется от 120 до 300 мм. Днище бака выполняется с уклоном минимум 5% к подающе-отводящей трубе. Оно может иметь различную форму: плоскую, коническую, сферическую, или более сложную [3].

Для подъёма к баку и на его покрытие для осмотра и обслуживания водонапорные башни оснащаются металлическими лестницами и площадками. Внутри круглых в плане резервуаров иногда делают вертикальную цилиндрическую стенку. В днище также проделывают отверстие и таким образом создают шахту длиной 1.5-1.8 м, которая обеспечивает вход в бак [3].

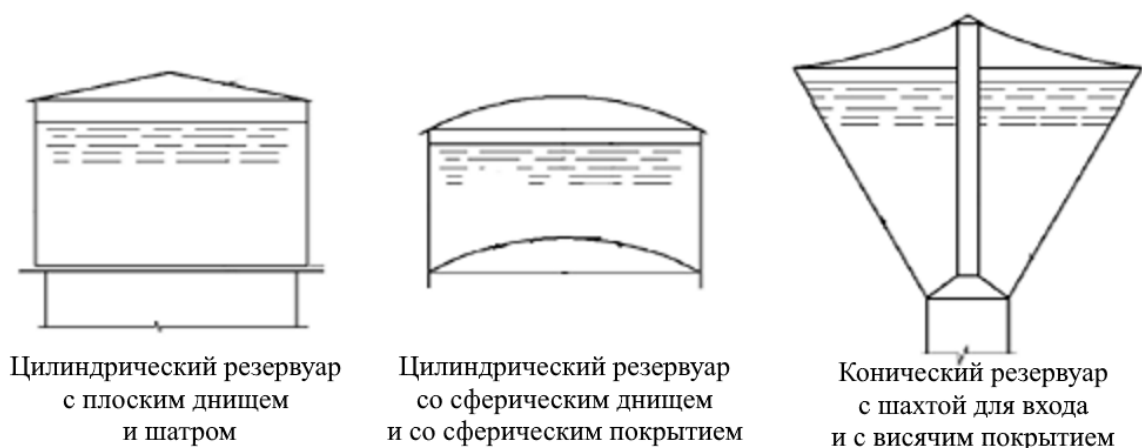


Рисунок 1.2.3 – Схемы резервуаров водонапорных башен

Резервуары могут быть открытыми, в этом случае над ними устраивается шатёр. Могут быть закрытыми и иметь собственное покрытие — плоское или пространственное: коническое, сферическое, висячее.

Для защиты резервуара от температурных и механических воздействий устанавливается ограждение с утеплителем. Различают несколько видов ограждений (Рис. 1.2.3). Бак может просто покрываться утеплителем (а); кроме утеплителя, над ним может устанавливаться шатёр (б); вместо шатра может устраиваться галерея (в), называемая также полушатром [3].

Каждые 3-5 лет резервуар нуждается в обслуживании, заключающемся в удалении ржавчины, обеззараживании, покраске и других мероприятиях [6].

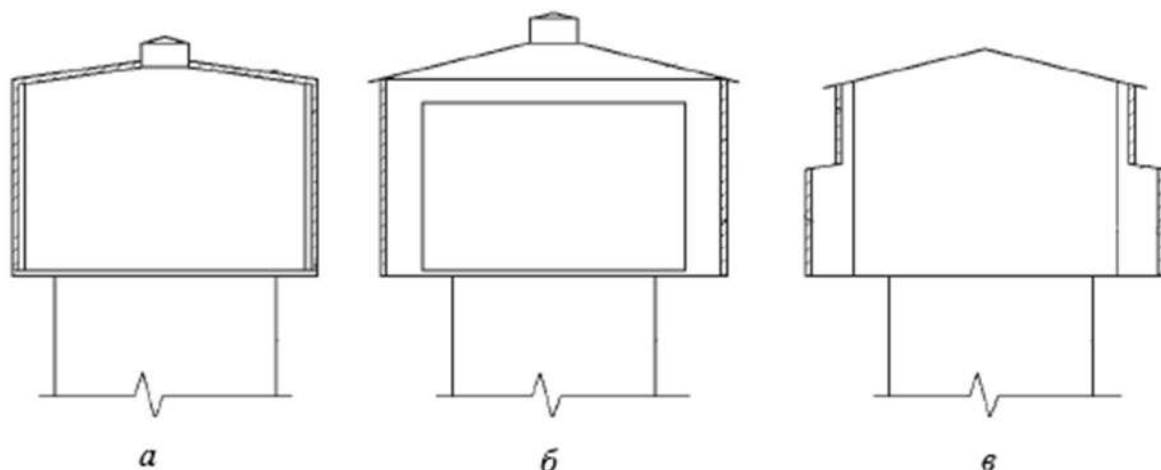


Рисунок 1.2.4– Виды ограждений резервуаров водонапорных башен

Опоры водонапорных башен чаще всего изготавливаются из кирпича, железобетона или металла. В зависимости от вида конструкции опоры можно разделить на три типа: сплошные, сквозные и комбинированные опоры (Табл. 1.2.1).

Таблица 1.2.1

Виды опор водонапорных башен по конструкции



Выбор вида опоры зависит от многих факторов: высоты опоры, объёма и диаметра резервуара и т.д. При высоте опоры >25 м чаще всего применяются сплошные опоры; при меньшей высоте и при диаметре резервуара >10 м предпочтение отдаётся сквозным или комбинированным опорам [3].

Форма опор водонапорных башен бывает различна (Рис. 1.2.4): чаще всего применяется форма цилиндра (а), довольно редко - форма усеченного конуса с расширением (б) или с сужением (в) к основанию или форма гиперboloида (г).

Внутри опор располагают лестницы, металлические или железобетонные площадки. Пространство внутри опоры может быть использовано для размещения служебных, конторских, технических, производственных и других помещений [3].

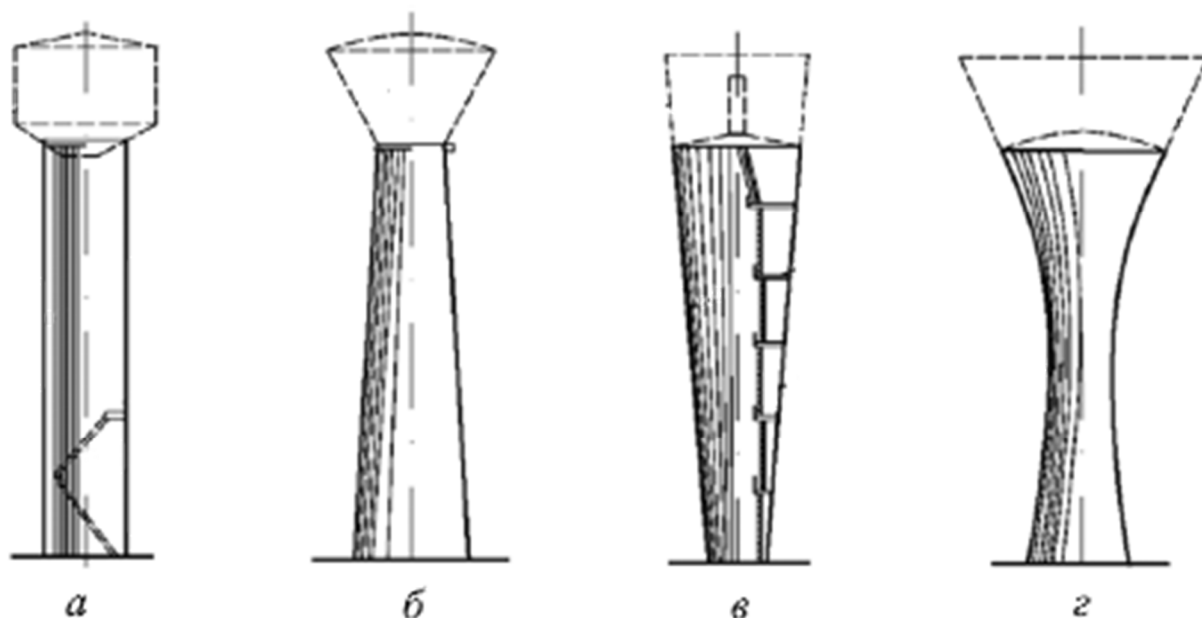


Рисунок 1.2.5– Виды опор водонапорных башен по форме

В водонапорных башнях применяются круглые в плане или кольцевые фундаменты, так как такая форма является наиболее рациональной с точки зрения использования материалов и с точки зрения сопротивления нагрузке (Табл. 1.2.2). Иногда форма фундамента в плане бывает многоугольной [14].

Таблица 1.2.2

Виды фундаментов водонапорных башен по форме в плане



По конструкции фундаменты водонапорных башен делятся на фундаменты с повышенной частью (а) и фундаменты без повышенной части (б) (Рис. 1.2.5). Повышенная часть зачастую представляет из себя цилиндрическую стенку, которая соединяется с опорой башни. В том случае, когда внешний диаметр фундамента значительно больше диаметра опоры в крайнем нижнем сечении, повышенная часть конструируется в виде одной (в) или нескольких (г) конических оболочек. При опоре комбинированного типа под различные части опоры могут устраиваться различные фундаменты.

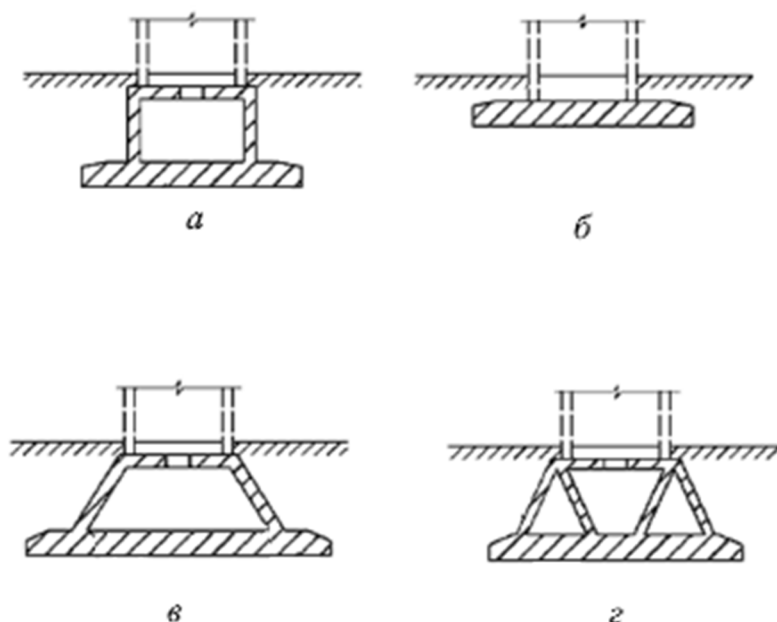


Рисунок 1.2.6– Виды фундаментов водонапорных башен по конструкции

Выводы по главе 1

Таким образом, в истории развития строительства водонапорных башен в России можно выделить следующие этапы:

1) XVI-XVII век. Появление первых водонапорных башен в крупнейших городах.

2) XVIII век. Активное строительство водонапорных башен в городах. Большое внимание уделялось не только практической, но и эстетической функции.

3) XIX – начало XX века. Бурное строительство водонапорных башен в связи с необходимостью создания развитой инфраструктуры для производственных и объектов.

4) XX век. Унификация строительства водонапорных башен, создание способа наиболее быстрого и дешевого возведения гидротехнических сооружений.

5) Конец XX – начало XXI века. Вывод многих водонапорных башен из производственного процесса. Реновация гидротехнических сооружений, их преобразование в пространства с другим назначением.

На основании вышеизложенной информации, с точки зрения конструктивных и объёмно-планировочных характеристик можно создать следующую классификацию водонапорных башен:

Таблица 1.3.1

Классификация водонапорных башен

I) По композиции	одиночные башни	
	башни с пристройкой	
II) По материалу	деревянные	
	каменные	
	железобетонные	
	металлические	
III) По виду резервуара	По форме резервуара в плане	круглой формы
		многоугольной формы
	По форме ограждения	со слоем утеплителя
		с шатром
		с галереей (полушатром)
	По форме покрытия	с плоским покрытием
		с коническим покрытием
		со сферическим покрытием
		с висячим покрытием
	По форме стенок	с плоскими стенками
		с наклонными стенками
		со сферическими стенками
	По форме днища	с плоским днищем
		с коническим днищем
		со сферическим днищем
		с гиперболическим днищем

IV) По виду опоры	По форме опоры	с цилиндрической опорой
		с опорой формы усеченного конуса с расширением к основанию
		с опорой формы усеченного конуса с сужением к основанию
		с гиперболической опорой
	По конструкции опоры	со сплошной опорой
		со сквозной опорой
с комбинированной опорой		
V) По виду фундамента	По форме фундамента	с круглым фундаментом
		с кольцевым фундаментом
	По конструкции фундамента	с повышенной частью
		без повышенной части

Итак, из таблицы можно ясно увидеть все разнообразие конструктивных и объемно-планировочных решений водонапорных башен: архитектурных композиций; основных материалов, используемых в строительстве; форм, конструкций и иных характеристик основных конструктивных элементов башни.

Глава 2. Архитектурные и конструктивные решения современных проектов реновации водонапорных башен в России

В данной главе будет проанализировано 10 проектов реновации водонапорных башен, выполненных на территории России в XXI веке. Особое внимание будет уделено конструктивным, архитектурным и объёмно-планировочным решениям, особенностям изменения целевой функции здания и сохранению исторических элементов сооружения.

2.1. Башня на Плотинке – г. Екатеринбург – 2018 г.

Башня на Плотинке (Рис. 2.1.1) располагается в г. Екатеринбург на берегу р. Иреть. Была возведена в 1890-х годах и применялась для водоснабжения железнодорожных мастерских, которые были расположены на месте нынешнего Исторического сквера, а также для противопожарных целей. По своему прямому назначению башня перестала использоваться в 1946 г. после упразднения мастерских. Она стала жильём для людей, потерявших свой дом во время войны. Позднее в разные годы башня становилась сувенирным магазином и помещением для выставок. Однако полноценная капитальная реконструкция была произведена только в 2018 г. под руководством Нинель Бритвиной и Натальи Хохоновой [21].



Рисунок 2.1.1– Водонапорная башня на Плотинке – Екатеринбург. Источник: <https://commons.wikimedia.org/>

Здание представляет из себя двухэтажную шестиугольную в плане башню высотой 13.5 м. Шатровое ограждение резервуара выполнено из брёвен, уложенных “в лапу”. Оно было переложено в 1970-х годах, когда башню реконструировали для создания сувенирной лавки. Сплошная опора водонапорной башни состоит из тесаных гранитных блоков, уложенных с перевязкой [27]. Фундамент - бутовый кольцевой, с повышенной частью (Рис. 2.1.2). Кровля башни – фальцевая шестискатная, выполнена из кровельного железа.

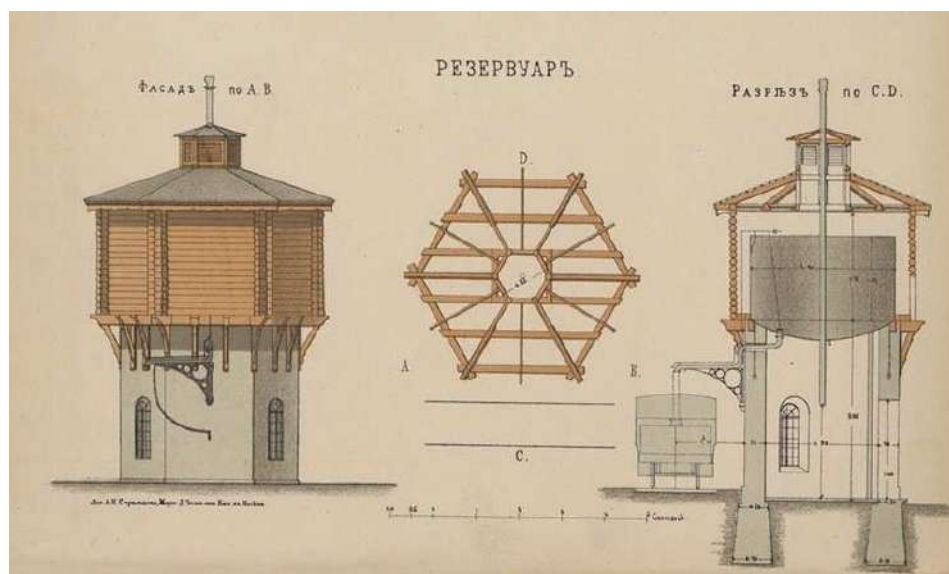


Рисунок 2.1.2– Фасад, план кровли и разрез башни. Источник: <https://vk.com/bashnyanaplotinke>

В настоящее время на первом этаже расположилась кофейня и сувенирная лавка. Там же можно купить билет для прохода на второй этаж, где находится постоянная выставка, посвященная истории этой водонапорной башни. Башня является объектом культурного наследия.

Главный интерес представляет сферическое днище металлического клепанного резервуара, оставшееся в башне с момента постройки (Рис. 2.1.3). Когда в 1946 г. сооружение было выведено из эксплуатации и возникла необходимость переоборудовать второй этаж в жилой, металлические стенки бака спилили, а днище закрыли деревянными досками. Вплоть до 2018 года оно было скрыто, пока не началась капитальная реконструкция. Дно резервуара оказалось в

хорошем состоянии, и таким образом его решили сделать главным экспонатом открывающегося музея [33]. Увидеть его можно как с первого этажа кофейни, так и со второго. Для этого на втором этаже был смонтирован стеклянный участок пола. Также в полу был установлен люк, открыв который можно прикоснуться к металлическому днищу (Рис 2.1.4).



Рисунок 2.1.3– Дно резервуара – вид с 1 этажа. Источник: <https://ekaterinburg.flamp.ru/>



Рисунок 2.1.4– Дно резервуара – вид с 2 этажа. Источник: <https://ekaterinburg.flamp.ru/>

Кроме того, в процессе реновации башня была подключена к центральной системе отопления, таким образом кофейня, сувенирная лавка и музей могут быть открыты для посещения круглый год. Также в процессе реконструкции была установлена новая металлическая наружная лестница для доступа на второй этаж [33].

Таким образом, в данном объекте мы можем увидеть сохранение и реставрацию основных элементов конструкции, незначительные архитектурные изменения и активное использование истории и образа башни.

2.2. Башня-обсерватория – с. Червишево – 2008 г.

Водонапорная башня в с. Червишево была построена в 1950-е годы и использовалась для обеспечения водой жителей, однако уже в 1980 г. в село провели централизованный водопровод и башню перестали эксплуатировать. Медленно она стала приходить в негодное состояние, там начали собираться группы подростков. В начале 2000-х башню собирались сносить, тогда-то её и выкупил предприниматель Куракин В.И. (Рис 2.2.1) [40].



Рисунок 2.2.1– Башня-обсерватория. Источник: <https://atmr.ru/>

Здание представляет из себя пятиэтажную круглую в плане башню высотой 25 м, опора которой выполнена в виде сплошной оболочки. Ствол башни вместе с ограждением резервуара целиком сложены из глиняного кирпича.

На данный момент в этой башне расположились библиотека, керамическая мастерская для детей и астрономическая обсерватория. Основная современная функция водонапорной башни – создание астрономических снимков и проведение экскурсий в обсерватории – здание стало одной из главных достопримечательностей села [15].

В процессе реновации к водонапорной башне была добавлена пристройка, а фасад был несколько обновлён. Были добавлены некоторые декоративные элементы – вывеска с часами, фигура астронома на окне, подсветка ограждения резервуара. Металлический бак башни был разрезан и демонтирован. Внутреннюю винтовую лестницу было решено оставить, немного обновив её внешний вид (Рис. 2.2.2). Был укреплен фундамент 4 металлических внутренних колонн, на которые опирались перекрытия и лестница [40].



Рисунок 2.2.2– Металлические колонны и винтовая лестница. Источник: <https://rayon72.ru/>

Для создания в водонапорной башне обсерватории необходимо было полностью заменить кровлю. Старая крыша была демонтирована с помощью крана, а на её место установлена новая на металлическом

каркасе с раскрывающимися створками (Рис 2.2.3). За счёт электродвигателей конический купол башни способен поворачиваться на 360 градусов, управление осуществляется с пульта [29]. Для устройства светопрозрачной кровли применялся поликарбонат (Рис. 2.2.4).



Рисунок 2.2.3 – Металлический каркас купола. Источник: https://vk.com/astro_tower



Рисунок 2.2.4– Устройство купола башни-обсерватории. Источник: https://vk.com/astro_tower

На примере данного проекта реновации мы можем увидеть полную замену такого элемента башни как крыша, небольшие изменения внешнего вида здания и отсутствие эксплуатации истории водонапорной башни.

2.3. Скалодром “Башня” - г. Тольятти – 2012 г.

Водонапорная башня в г. Тольятти расположена на самой окраине микрорайона Портовый, в сосновом лесу. Она была построена в конце 1950-х годов предположительно для обеспечения пожарной безопасности района [38]. Точное время вывода башни из эксплуатации неизвестно, точно можно сказать только то, что она была полностью заброшена до 2012 г.

Башня представляет из себя круглое в плане сооружение высотой 20 м со сплошным стволом в виде оболочки и шатровым ограждением резервуара, выполнена целиком из глиняного кирпича [48].

В настоящий момент основной и единственной функцией башни является полигон для тренировок скалолазов и альпинистов (Рис 2.3.1).



Рисунок 2.3.1– Скалодром “Башня”. Источник: <https://travelworld.biz/>

Для этого на фасаде башни было пробито несколько скалолазных маршрутов при помощи шлямбуров; организованы точки страховки; по всей цилиндрической поверхности созданы “долбленки” – искусственные углубления для облегчения маршрута. Основным препятствием для скалолазов на данном объекте является метровый карниз, преодолев который можно через окно забраться на

оборудованную смотровую площадку [37]. Внутри башни частично сохранилась металлическая лестница, однако доступа наверх непосредственно к резервуару, где располагается смотровая площадка, нет (Рис 2.3.2).

Стоит отметить, что материал, из которого построена башня, является очень важным фактором для альпинистов. А конкретно для тех, кто занимается драйтулингом – скалолазанием с использованием ледолазного оборудования по неледяным поверхностям. Драйтулинг является довольно опасным видом скалолазания, в процессе восхождения есть вероятность получить серьезные травмы. Однако стена данной водонапорной башни является весьма удобным и безопасным полигоном, так как клюв ледоруба достаточно прочно и легко входит в относительно мягкий глиняный кирпич [38].

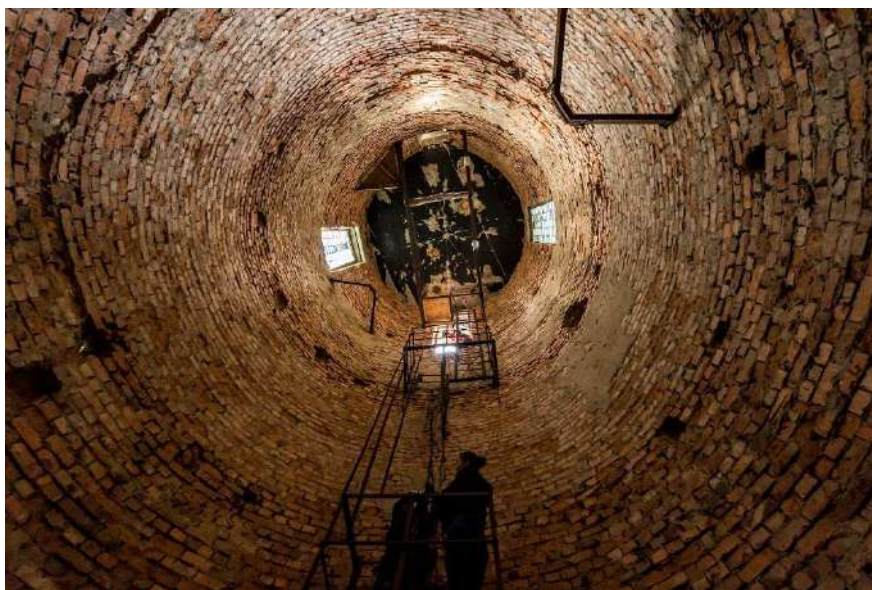


Рисунок 2.3.2– Скалодром “Башня” – вид изнутри. Источник: <https://travelworld.biz/>

Таким образом, в данном объекте ревалоризации мы можем увидеть полное сохранение архитектурно-объемной композиции башни и её внешнего вида с некоторыми дополнительными конструктивно-техническими решениями для выполнения современной целевой функции сооружения.

2.4. Гидробашня Политехнического университета – г. Санкт-Петербург – 2005 г.

Водонапорная башня Политехнического института в Санкт-Петербурге (Рис. 2.4.1) была построена в 1905 г. и первоначально использовалась для обеспечения водой института. Ещё во время строительства было принято решение об устройстве рядом с башней в отдельных зданиях гидравлических лабораторий для тестирования различного оборудования. В дальнейшем к башне добавлялись и другие пристройки с различными учебными помещениями [42].



Рисунок 2.4.1– Гидробашня Политехнического университета. Источник: <https://krasivodel.ru/>

Гидробашня высотой 46 метров представляет собой башню формой правильного восьмиугольника в плане с каменной сплошной опорой и деревянным шатровым ограждением резервуара (Рис 2.4.2). В 15-ти этажной башне находится бак объёмом 200 м³, пройти к которому можно через цокольные этажи по винтовой лестнице [41].

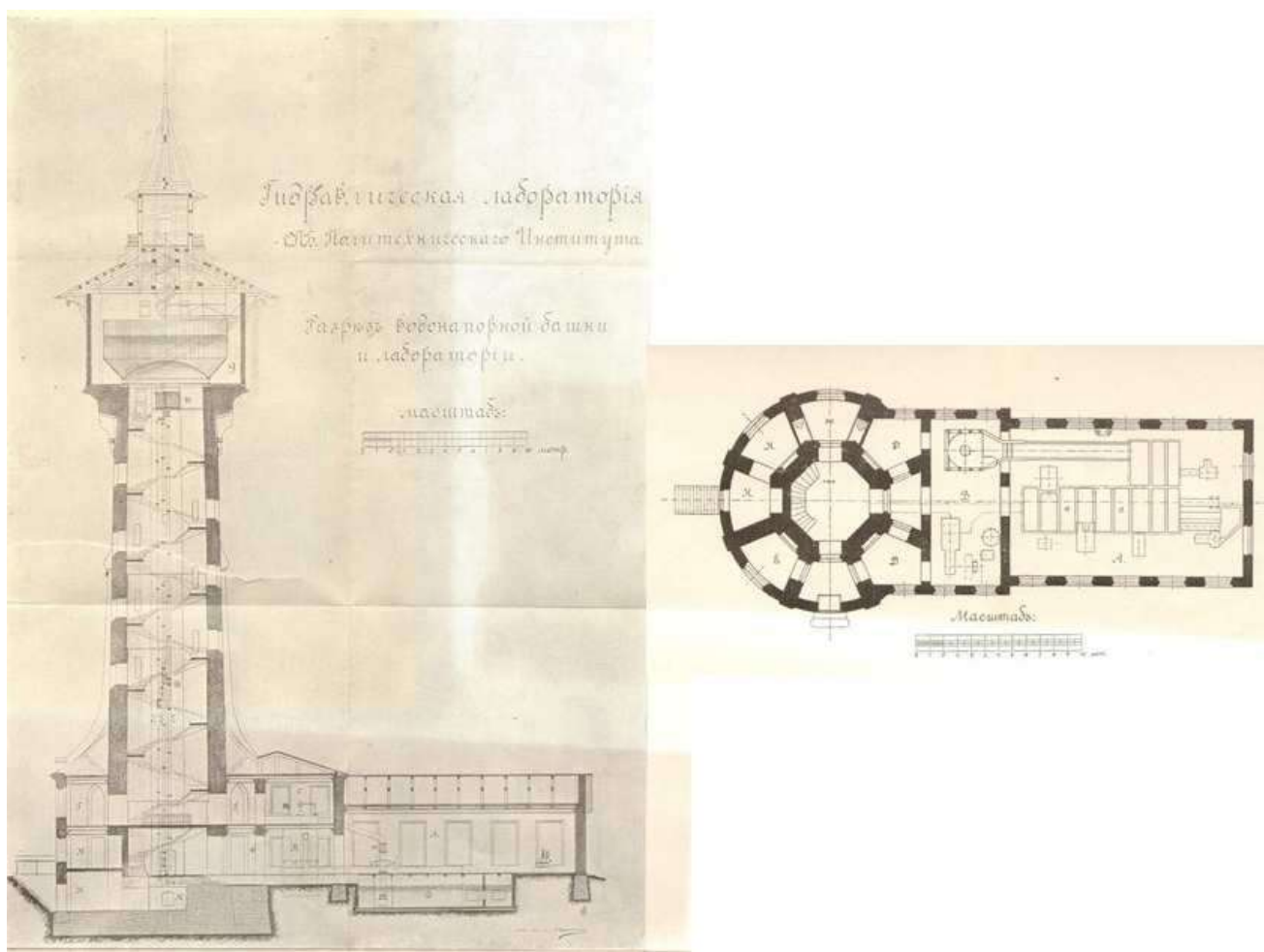


Рисунок 2.4.2 – Разрез и план гидробашни. Источник: <https://museum.spbstu.ru/>

Сейчас в водонапорной башне располагаются ФабЛаб Политеха – центр проектной деятельности молодёжи; Центр патриотического воспитания молодежи «Родина»; коворинг пространство «Точка кипения – Политех», где собираются для работы учебные команды, проводят свои мероприятия студенческие объединения и т.д. Кроме этого, в первой пристройке башни до сих пор находится лаборатория гидромашиностроения [34].

Капитальная реконструкция башни проводилась в период 2003 – 2005 гг. ООО «Рест-Арт». В процессе ремонта башни были заменены верхние и нижние венцы деревянного сруба ограждение резервуара. Это было связано прежде всего с конденсатом, который в течение долгого времени скапливался на стенках резервуара, а также с протекающей кровлей фонарика и верхней части крыши водонапорной башни. Для

осуществления задуманного реставраторами была создана уникальная деревянная конструкция (Рис 2.4.3) весом более 150 т, которая позволила устойчиво подвесить сруб над опорой башни [39].



Рисунок 2.4.3 – Процесс реставрации башни. Источник: <https://museum.spbstu.ru/>

Кроме того, командой реставраторов был обновлён фасад водонапорной башни, убрано цементное железнение и восстановлен штукатурный слой [39].

Таким образом, на примере данного объекта мы можем увидеть сохранность конструктивных, архитектурных и технических элементов водонапорной башни и в то же время изменение колористического решения фасада. В процессе реконструкции была применена уникальная деревянная конструкция.

2.5. Музей кошек “Мурариум” – г. Зеленоградск – 2012 г.

Музей кошек “Мурариум” находится в здании водонапорной башни в г. Зеленоградск (Рис. 2.5.1). Башня была построена в 1905 г. для

водоснабжения жителей. Водонапорная башня перестала эксплуатироваться ещё в советские годы, а к 2000 году окончательно пришла в упадок и начала создать реальную угрозу для окружающих. В 2006-2012 была проведена полная реконструкция здания [47].



Рисунок 2.5.1 – Музей кошек “Мурариум”. Источник: <https://visit-kaliningrad.ru/>

Башня представляет из себя круглое в плане 7-ми этажное сооружение высотой 40 м (Рис 2.5.2). Ствол здания выполнен из глиняного кирпича, наверху башни расположена широкая смотровая площадка с обзором 360 градусов [32].



Рисунок 2.5.2 – Разрез водонапорной башни г. Зеленоградск. Источник: <https://murarium.ru/>

Сейчас помещение водонапорной башни занимает музей кошек. Экспонаты занимают всю внутреннюю поверхность стен башен, витрины располагаются на лестничных площадках и перекрытиях. Кроме винтовой лестницы, доступ на вершину башни осуществляется через лифт [32]. На вершине башни располагается пентхаус общей площадью 110 м² с частично остекленным куполом, который можно арендовать на небольшой срок [47].

В процессе реновации в 2000-х годах были реконструированы многие исторические архитектурные элементы: рустовка, ковка, лепнина и т.д. Старая кирпичная кладка была полностью сохранена. Также в процессе реновации на ограждении резервуара появилась смотровая площадка, была установлена подсветка фасада [32].

Крыша водонапорной башни была практически полностью разрушена и требовала полной замены. В связи с этим был сконструирован и установлен новый каркасный купол - частично металлический, частично стеклянный (Рис. 2.5.3). Для большего комфорта была смонтирована многосекторная система затемнения, управление которой может осуществляться как автоматически, так и с помощью пульта [32].



Рисунок 2.5.3 – Устройство кровли Зеленоградской башни. Источник: <https://murarium.ru/>

На примере данного объекта реновации можно увидеть значительное изменение некоторых конструктивных элементов, устройство смотровой площадки, лифта. В то же время авторы попытались сохранить большинство архитектурных элементов башни.

2.6. Музей воды – г. Ижевск – 2014 г.

Водонапорная башня в г. Ижевск была построена в 1915 г. для водообеспечения прилегающего Арсенала и складов. Башню перестали использовать по назначению в 1970-е годы, было разрешено её использование в качестве тренировочного полигона для скалолазов [46].

В 2000-е годы башню признали аварийной, позже было решено её отреставрировать (Рис. 2.6.1). В 2014 г. в здании был открыт Музей воды, авторами проекта были МБОУ ДО «МИРЦ» и арт-группа «Творческая дача».



Рисунок 2.6.1 – Музей воды г. Ижевск. Источник: <https://vk.com/muzaqua>

Башня представляет из себя пятиярусное восьмиугольное здание, возведенное из кирпича. Каждый ярус башни обладает собственной толщиной стен. Низкая восьмискатная фальцевая крыша выполнена из кровельного железа, оборудована парапетом [26].

Как уже было отмечено выше, помещения водонапорной башни приспособлены под музей воды. Водонапорная башня г. Ижевск - объект культурного наследия, предметом охраны являются фасады, наружная отделка, декор, некоторые конструктивные особенности и т.д. [26]. Поэтому при реновации внешний вид башни не был значительно изменён.

Интерьер промышленного объекта виртуозно используется создателями музея для создания необходимого антуража (Рис. 2.6.2). Металлическая винтовая лестница, необработанные кирпичные стены, деревянные перекрытия дополняют собой экспозицию.



Рисунок 2.6.2 – Музей воды – вид изнутри. Источник: <https://vk.com/muzaqua>

Таким образом, в этом объекте мы можем увидеть полное сохранение внешнего вида и интерьера водонапорной башни, умелую эксплуатацию образа сооружения для художественных целей.

2.7. “Вселенная воды” – г. Санкт-Петербург – 2002 г.

Музей “Вселенная воды” расположен в здании водонапорной башни в г. Санкт-Петербург, которое было построено в 1859–1861 гг. (Рис. 2.7.1). Однако уже в XX веке башня оказалась ненужной вследствие развития науки и техники. В 2001-2002 гг. архитектурным бюро «Интерколумниум» при содействии ГУП Водоканал была проведена полная реконструкция здания [43].



Рисунок 2.7.1 – Музейный комплекс “Вселенная воды”. Источник: <http://kanoner.com/>

Водонапорная башня высотой 54 м представляет из себя восьмиугольное в плане здание из красного кирпича с цилиндрической стеклянно-металлической пристройкой (Рис. 2.7.2). Восьмискатная кровля из листового железа оборудована парапетом. Интерес также представляют исторические конструкции в башне: металлические клёпаные большепролетные фермы; клепаные двутавровые балки; кирпичные своды с распалубками и деревянными балками и т.д. [28].

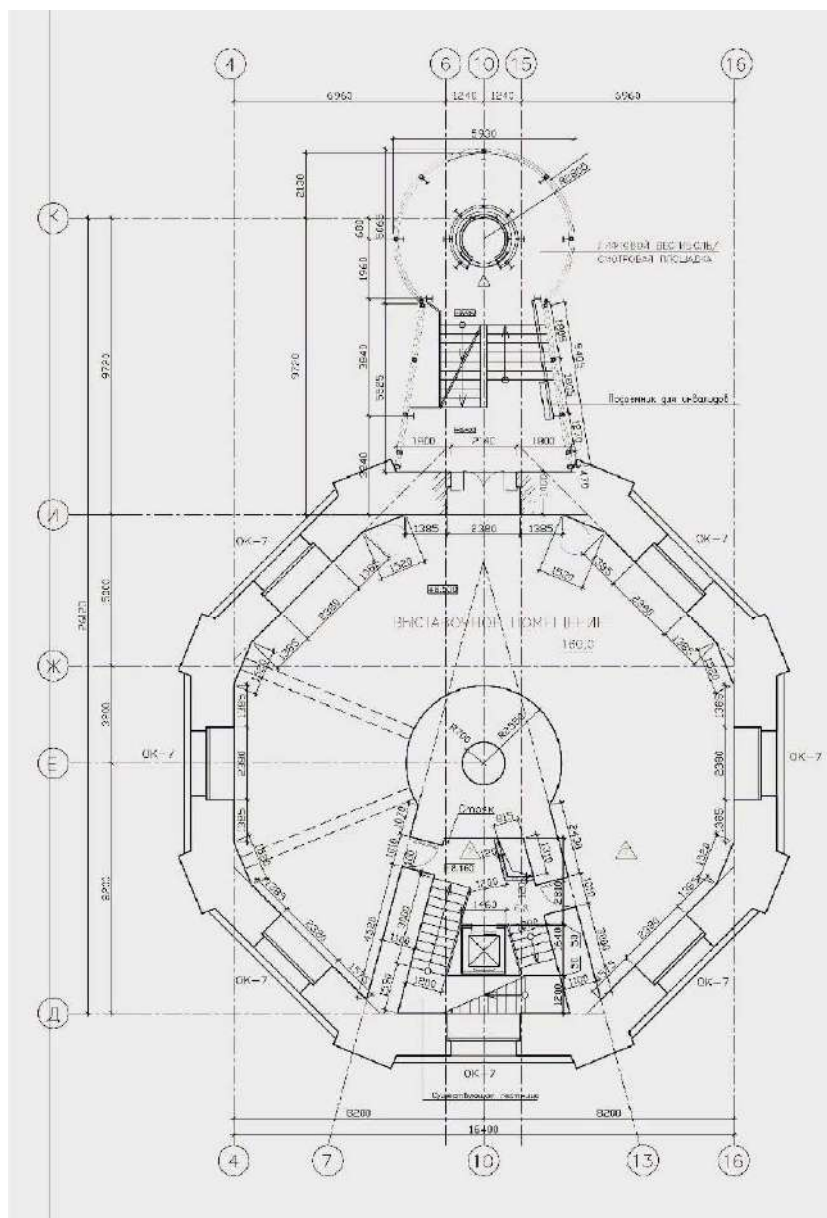


Рисунок 2.7.2 – План музейного комплекса. Источник: <https://dwgformat.ru/>

В процессе реновации и приспособлении помещений под новую функцию (музейный комплекс) основной целью бюро являлось сохранение вида внутреннего пространства башни – своды, перекрытия,

балки и т.д. (Рис. 2.7.3). Именно этот фактор и стал причиной выноса лифта и лестницы в отдельную пристройку. С другой стороны, с помощью формы и материалов пристройки авторам реновации удалось создать запоминающийся архитектурный образ “ледяного столпа” [45].



Рисунок 2.7.3 – Кирпичный свод и деревянные балки. Источник: <https://dwgformat.ru/>

Особый интерес этот проект реновации представляет ввиду полного сохранения таких конструктивных элементов, как фермы, балки, своды и в то же время значительного изменения архитектурной композиции водонапорной башни.

2.8. Кафе “Сациви” – г. Владивосток – 2014 г.

Водонапорная башня была построена в г. Владивосток в 1893 г. и первоначально служила для заправки паровозов на прилегающей железнодорожной станции [10]. С вытеснением паровозов другими более технологичными видами транспорта башня стала ненужной и начала постепенно рушиться. В 2014. башня подверглась реновации по проекту, разработанному ООО "Проект 2.0" (Рис 2.8.1).



Рисунок 2.8.1 – Проект реновации от ООО "Проект 2.0". Источник: <https://primamedia.ru/>

Архитектурную композицию башни составляют соединенные друг с другом два объёма, шестиугольные в плане (Рис 2.8.2). Стены выполнены из красного кирпича [10]. Сложная многоскатная крыша с несколькими фонарями покрыта черепицей.



Рисунок 2.8.1 – Кафе “Сациви” г. Владивосток. Источник: <https://www.google.ru/maps>

В процессе реновации к водонапорной башне была добавлена двухэтажная пристройка. Как раз в ней и размещается большая часть пространства кафе грузинской кухни “Сациви”. Дизайн внутренних

помещений современной части был стилизован под кирпичную кладку водонапорной башни. Таким образом, изнутри помещения водонапорной башни и пристройки ничем не отличаются. На первом этаже кафе расположено 70 посадочных мест, на втором – 200. Имеются также летние площадки [23].

Таким образом, в данном объекте ревалоризации мы можем увидим сохранение архитектурно-художественного оформления фасада башни с изменением композиции в виде добавления двухэтажной пристройки. Интерес представляет также стилизация интерьера пристройки под интерьер водонапорной башни.

2.9. Офисное здание – г. Пермь – 2000-е гг.

Водонапорная башня в г. Пермь на ул. Анри Барбюса была построена в 1905 г. для обеспечения водой близлежащих завода, госпиталя и жилых домов. В 1960-е годы башня перестала использоваться из-за нового Чусовского водозабора и стала постепенно разрушаться. В 2000-е годы башней заинтересовались частные инвесторы и она была реконструирована (Рис 2.9.1) [24].



Рисунок 2.9.1 – Водонапорная башня на ул. Анри Барбюса. Источник: <https://commons.m.wikimedia.org/>

Четырёхэтажная башня высотой 45 м и диаметром 33 м имеет в плане форму восьмиугольника. Сплошная опора и ограждение резервуара выполнены из красного кирпича. Конусообразная восьмискатная крыша с фонарем сделана из металла [24]. Интерес также представляют арочные витражные окна на всю высоту башни.

В настоящее время в водонапорной башне располагаются офисные помещения – владелец башни ООО «Опти» сдаёт помещения в аренду. В процессе реновации башня получила современную двухэтажную пристройку (Рис. 2.9.2). Два самых высоких этажа башни являются самыми просторными. Внутреннее пространство занимают стены, перекрытия поддерживают только 4 колонны квадратного сечения [17].



Рисунок 2.9.2 – Современная пристройка. Источник: <https://www.google.ru/maps>

Таким образом, в этом проекте редевелопмента мы можем увидеть сохранение таких исторических элементов здания, как фасадная поверхность, шатровая крыша, оконные рамы и др. Архитектурная композиция постройки была значительно изменена добавлением двухэтажной пристройки высотой практически в саму башню.

2.10. Жилой дом – г. Томск – 2018 г.

Водонапорная башня на ул. Гвардейской Дивизии в г. Томск была построена в 1895 г. Сложно сказать, когда башня перестала использоваться, однако к 2012 г., когда А. Лунев выкупил её у города, башня уже находилась в весьма плачевном состоянии: перекрытия, крыша и другие деревянные части сгнили [49]. Именно А. Лунев и занялся реконструкцией башни (Рис. 2.10.1).



Рисунок 2.10.1 – Башня Лунева. Источник: <https://tomsk.bezformata.com/>

Башня представляет из себя 6-ти этажное восьмиугольное в плане здание высотой 23 м с общей внутренней площадью 62 м² (Рис. 2.10.2, рис. 2.10.3). Сплошная опора выполнена из глиняного кирпича, ограждение резервуара – деревянное [49].

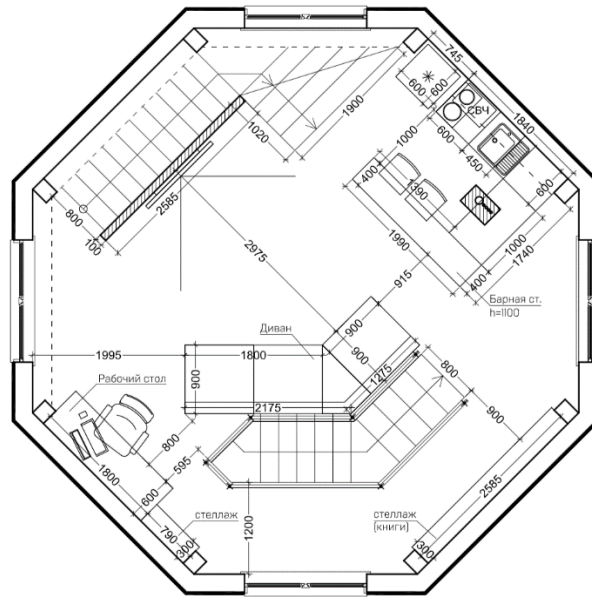


Рисунок 2.10.2 – План 5-го этажа. Источник: <https://zen.yandex.ru/blogstroitelja>

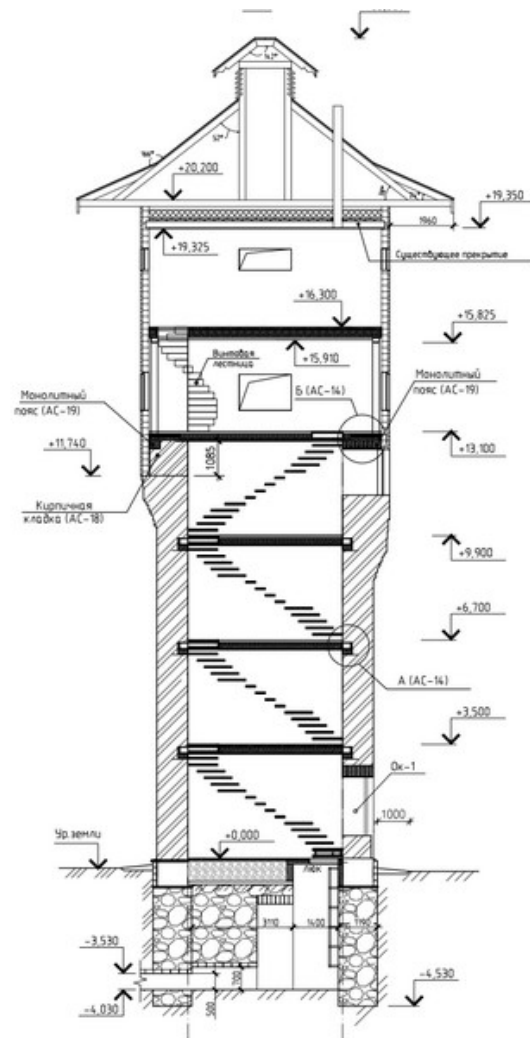


Рисунок 2.10.3 – Разрез водонапорной башни. Источник: <https://zen.yandex.ru/blogstroitelja>

Процесс реновации башни длился 8 лет – с 2012 г. по 2018 г. Были смонтированы новые перекрытия, консольная и винтовая лестницы, металлическая кровля, установлен бетонный пол на первом этаже. Шатёр из деревянного бруса на верху был сохранен, утеплён и облицован. Сохранились также перекрытие чердака и стропила (Рис 2.10.4). Пристройка к башне, созданная в 1990-х, также подверглась капитальному ремонту. Были подведены водопровод, утепление и другие необходимые для комфортной жизни коммуникации [25].



Рисунок 2.10.4 – Монтаж новой кровли, исторические стропила. Источник: <https://zen.yandex.ru/blogstroitelja>

На примере данного объекта мы можем увидеть сохранение некоторых элементов конструкции сооружения – стропила, перекрытие чердака, а также некоторое изменение внешнего вида здания, принятие нового цветового решения фасада.

Выводы по главе 2

Нами были проанализированы 10 осуществленных проектов реновации водонапорных башен. Результаты главы 2 сведены в типологическую таблицу (Табл. 2.11.1).

№	Название объекта	Год строительства (год реновации)	Высота	Город	Авторы	Фотография	Функциональное назначение	Сохраненные исторические элементы конструкции	Конструктивные решения	Архитектурные решения	Эксплуатация истории или образа башни	Статус ОКН
1	Башня на Плотинке	1890-е (2018)	13.5 м	Екатеринбург	Н. Бритвина		Кофейня, музей	Опора, ограждение, фундамент, кровля, дно резервуара	Частично остекленный пол	Наружная металлическая лестница, обновление фасада	+	+
2	Башня-обсерватория	1950-е (2008)	25 м	Червишево	В. Куракин		Обсерватория, библиотечка, детская керамическая мастерская	Опора, ограждение, винтовая лестница, внутренние колонны	Пристройка, демонтаж бака, установка астрономического купола, укрепление фундамента	Декоративные элементы, подсветка фасада,	-	-
3	Скалодром "Башня"	1950-е (2012)	20 м	Толяпти	-		Скалодром	Полное сохранение	Монтаж скалолазных маршрутов, точек страховки, создание "долблёнок"	-	-	-

Типологическая таблица проектов реновации водонапорных башен

№	Название объекта	Год строительства (год реновации)	Высота	Город	Авторы	Фотография	Функциональное назначение	Сохраненные исторические элементы конструкции	Конструктивные решения	Архитектурные решения	Эксплуатация истории или образа башни	Статус ОКН
4	Гидробашня Политехнического университета	1905 (2005)	46 м	Санкт-Петербург	ООО "Рест-Арт"		Лаборатория, учебные помещения, коворкинг	Опора, частично ограждение, некоторое техническое оборудование, резервуар	Замена кровли, фонаря, верхних и нижних венцов сруба	Изменение фасада, убрано цементное железнение, восстановлен слой штукатурки	+	-
5	Музей кошек "Мурариум"	1905 (2012)	40 м	Зеленоградск	-		Музей	Опора, частично ограждение, архитектурные элементы фасада, винтовая лестница	Устройство лифта, частичное остекление купола	Добавлена смотровая площадка, подсветка, обновление фасада	+	-
6	Музей воды	1915 (2014)	-	Ижевск	МБОУ ДО "МИРЦ", арт-группа «Творческая»		Музей	Опора, ограждение, оформление фасадов, цветовые решения, внешний	Реконструкция внутренних деревянных перекрытий	-	+	+

					дача»			вид в целом				
--	--	--	--	--	-------	--	--	-------------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 2.11.1

№	Название объекта	Год строительства (год реновации)	Высота	Город	Авторы	Фотография	Функциональное назначение	Сохраненные исторические элементы конструкции	Конструктивные решения	Архитектурные решения	Эксплуатация истории или образа башни	Статус ОКН
7	"Вселенная воды"	1859–1861 (2002)	54 м	Санкт-Петербург	Архбюро бюро «Интерколумниум»		Музей	Опора, ограждение, фермы, балки, кирпичные своды, перекрытия	Пристройка, устройство новых лестниц и лифта	Стекло-металлическая пристройка в виде "ледяного столпа"	+	+
8	Кафе "Сациви"	1893 (2014)	-	Владивосток	ООО "Проект 2.0"		Кафе	Опора, ограждение, фасад, интерьеры	Замена кровли, стилизация внутренних помещений современной пристройки	Двухэтажная пристройка	+	+
9	Офисное здание	1905 (2000-е)	45 м	Пермь	-		Офисные помещения	Опора, ограждение, фасад, оконные рамы	Изменение внутренней планировки, установка внутренних колонн, замена кровли	Двухэтажная пристройка	-	+

Продолжение таблицы 2.11.1

№	Название объекта	Год строительства (год реновации)	Высота	Город	Авторы	Фотография	Функциональное назначение	Сохраненные исторические элементы конструкции	Конструктивные решения	Архитектурные решения	Эксплуатация истории или образа башни	Статус ОКН
10	Башня Лунева	1895 (2018)	23 м	Томск	А. Лунев		Жилой дом	Опора, ограждение, стропила, перекрытие чердака	Замена перекрытий и кровли, устройство лестницы, бетонного пола 1 этажа	Новая облицовка фасада, изменение цветового решения	-	+

Глава 3. Перспективы реновации водонапорных башен в России

В заключительной главе приводится анализ некоторых проектов реновации водонапорных башен, находящихся в разработке и на момент написания исследования не завершенных. Некоторые из рассмотренных объектов находятся на заключительном этапе проектирования: все необходимые инженерные изыскания уже произведены, разработана часть проектной документации.

Большое внимание уделяется современным тенденциям реновации водонапорных башен России, оцениваются перспективы дальнейшего развития реновации объектов индустриального наследия в городской среде.

3.1. Водонапорная башня УЗТМ "Белая башня"

Первая железобетонная постройка в г. Екатеринбург - водонапорная Белая башня - была построена в 1931 г. для снабжения водой соцгорода работников завода Уралмаш (Рис. 3.1.1). Водонапорная башня в стиле конструктивизма изначально проектировалась как архитектурная доминанта района, образец советского авангарда [7].



Рисунок 3.1.1 – Белая башня УЗТМ.

Источник: <https://nashural.ru/dostoprimechatelnosti-urala/sverdlovskaya-oblast/belaya-bashnya/>

Сооружение представляет собой круглую в плане башню высотой 35 м со сквозной опорой (Рис. 3.1.2 – рис. 3.1.3). Сверху на покрытии бака есть смотровая площадка и небольшой прямоугольный объём – бывшая пожарная каланча. Фундамент преимущественно состоит из гранитных камней; прямоугольное помещение 1 этажа выполнено из керамического кирпича; все колонны сооружения выполнены из монолитного железобетона; лестничная клетка и ограждение резервуара – из бетонных блоков. Фасад покрыт защитным слоем бетона и штукатурки [22].

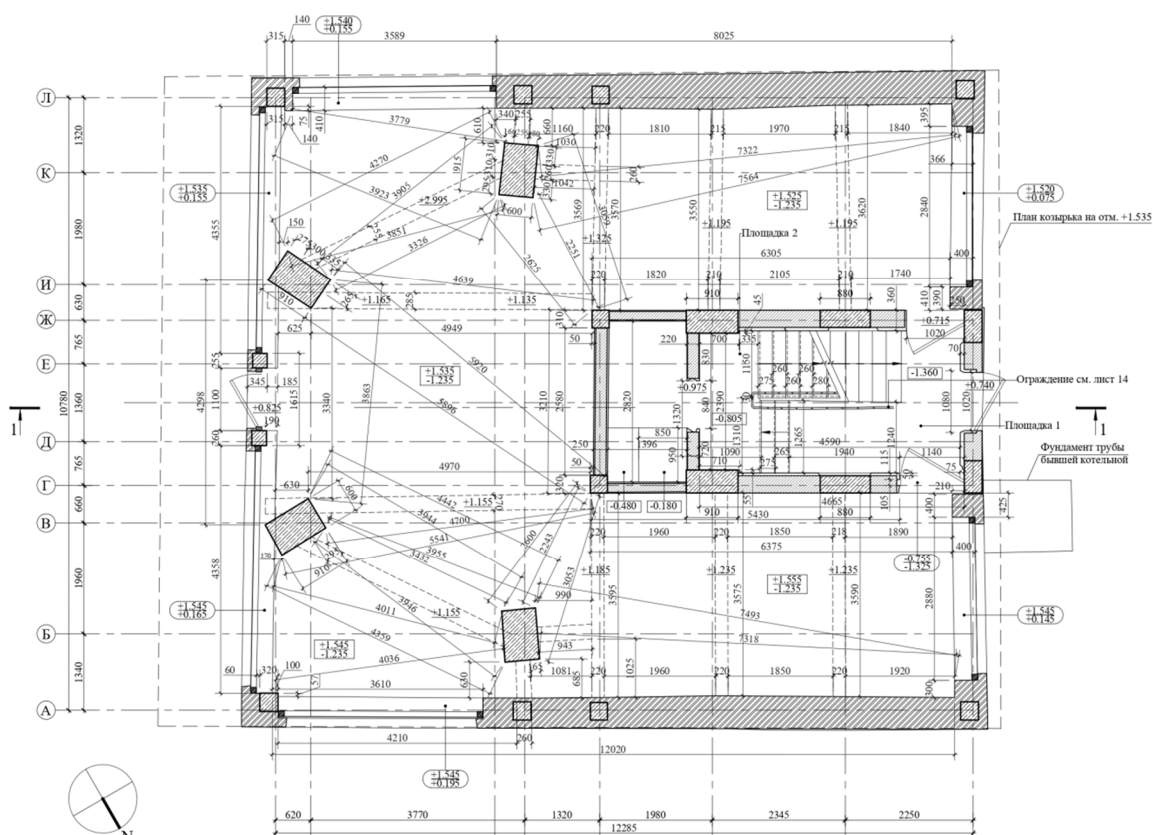


Рисунок 3.1.2 – План на отм. -1.235. Источник: <https://tower1929.ru/restoration>.

Жёсткость здания обеспечивается за счёт работы элементов каркаса и монолитных железобетонных ребристых перекрытий (Рис. 3.1.4). Все покрытия совмещенные, покрытие первого этажа выполнено по ребристой плите, покрытие каланчи – плоское, покрытие над баком – купольные. Кровля – мягкая, рулонная и из гибкой

черепицы. Лестница в подвальном помещении монтирована из стали, межэтажные – из монолитного железобетона [22].

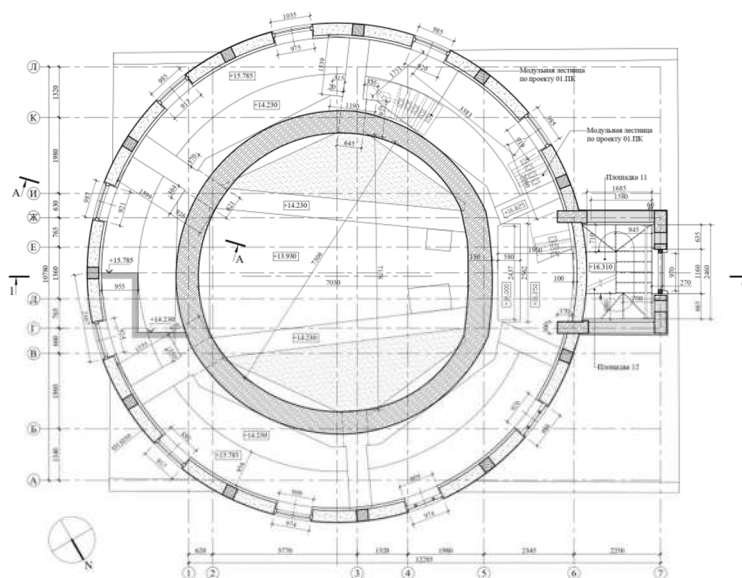


Рисунок 3.1.3 – План на отм. +15.785. Сечение I-I. Источник: <https://tower1929.ru/restoration>

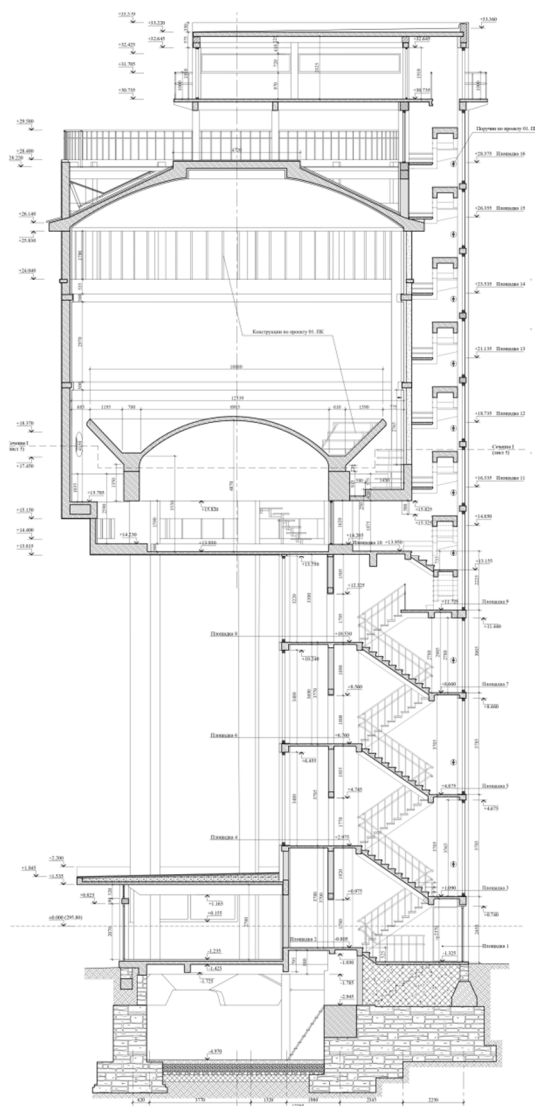


Рисунок 3.1.4 – Разрез. Источник: <https://tower1929.ru/restoration>

Восстановлением водонапорной башни УЗТМ занимается общественная организация «Группа архитектурных инициатив, событий и коммуникаций», она же арх-группа Podelniki, с 2012 года. Именно тогда башня была передана на правах безвозмездного пользования инициативной группе [18].

В башне начали проводиться регулярные субботники, были выполнены некоторые ремонтные работы и работы по консервации объекта. Таким образом, в 2016 году внутреннее пространство башни стало открыто для широкой публики и в нём начали проводиться различные культурные и образовательные мероприятия. Кроме того,

внутри ограждения резервуара водонапорной башни открылась круговая медиапанорама, где показывался фильм, посвященный строительству Уралмаша [31].

Несмотря на множественные успехи группы Podelniki, из-за недостатка финансирования полноценная реставрация объекта не была проведена. Только в 2020 году благодаря благотворительному Фонду Гетти архитектурной группе было выделено достаточно средств для проведения полноценных работ по полному обследованию Белой башни, подготовки проекта реставрации и его осуществления [30].

Таким образом, на данный момент исследования башни завершены, архитектурная группа готовит эскизный проект реставрации, на основе которого в дальнейшем будет выполнен рабочий проект и смета. Сооружение является объектом культурного наследия, в связи с чем можно сделать вывод, что каких-либо изменений архитектурной композиции или объёмно-планировочных решений ожидать не стоит. Скорее всего проект реновации будет сосредоточен на реконструкции и консервации охраняемых элементов здания, улучшении технического оснащения и изменении интерьера [22].

Можно отметить, что значительная часть усилий в современных проектах отводится на сохранение промышленного наследия и открытия к нему доступа всем желающим. Работа с историческими элементами конструкции является важнейшим фактором при создании проекта редевелопмента водонапорной башни. Эта тенденция характерна для многих текущих проектов в России.

3.2. Водонапорная башня в Щербинке

Водонапорная башня в районе Москвы Щербинка расположилась на пересечении ул. Кирова и ул. Мостотреста (Рис. 3.2.1). На основании договора аренды от 2016 г. зданием распоряжается Международный Фонд искусств имени С.Д. Эрзи. Именно он в 2018 г. стал

организатором конкурса проектов реновации водонапорной башни под современный культурный центр Egzia с помещениями для выставок, для проведения лекций и мастер-классов, для коворкинга, бизнес-встреч и так далее [44].



Рисунок 3.2.1 – Водонапорная башня в Щербинке. Источник: <https://watertowers.ru/>

Победу в конкурсе одержал проект реновации, разработанный московской архитектурной студией IND Architects (Рис. 3.2.2.).



Рисунок 3.2.2 – Проект реновации. Источник: <https://archi.ru/>

В данном проекте архитектурная композиция башни подверглась значительному изменению. Так, второй этаж башни был значительно расширен за счёт создания нового парящего объёма, при этом общая форма башни осталась как бы неизменной благодаря открытому для взгляда основанию сооружения (Рис 3.2.3). Также было принято решение лифтовую шахту вынести наружу, в то время как внутри смонтировать небольшую полукруглую лестницу [19].



Рисунок 3.2.3 – Разрез башни. Источник: <https://archi.ru/>

Создание наверху башни дополнительного яруса и расширение второго этажа позволило значительно увеличить функциональную площадь комплекса (Рис. 3.2.4). При этом создателям проекта удалось подчеркнуть аутентичность старой постройки с помощью контраста с современными элементами конструкции.

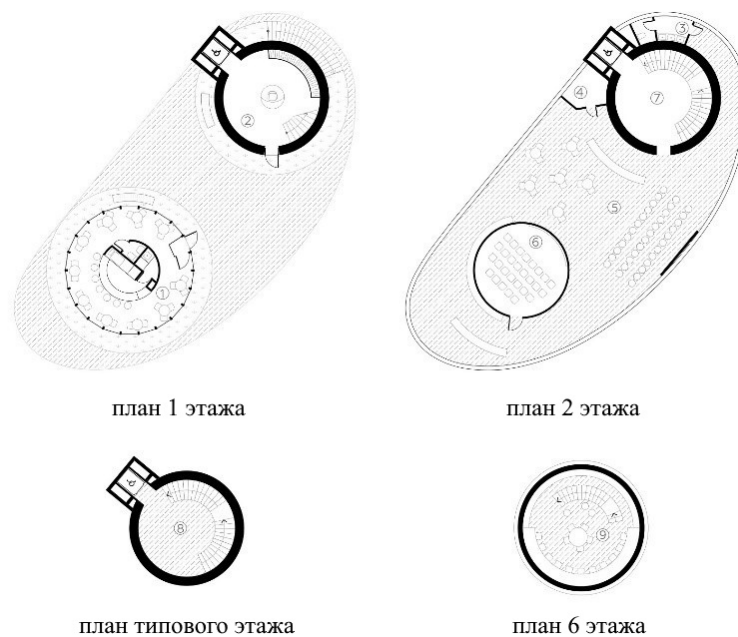


Рисунок 3.2.4 – Проектные планы водонапорной башни. Источник:
<https://archi.ru/>

Контраст старого с новым отражён и в используемых строительных материалах (Рис. 3.2.5). Красная кирпичная кладка и гранитная брусчатка ярко выделяются среди металлических элементов конструкции и стеклопрофилита – матового светопрозрачного материала, которым облицованы второй этаж и верхний ярус [19].

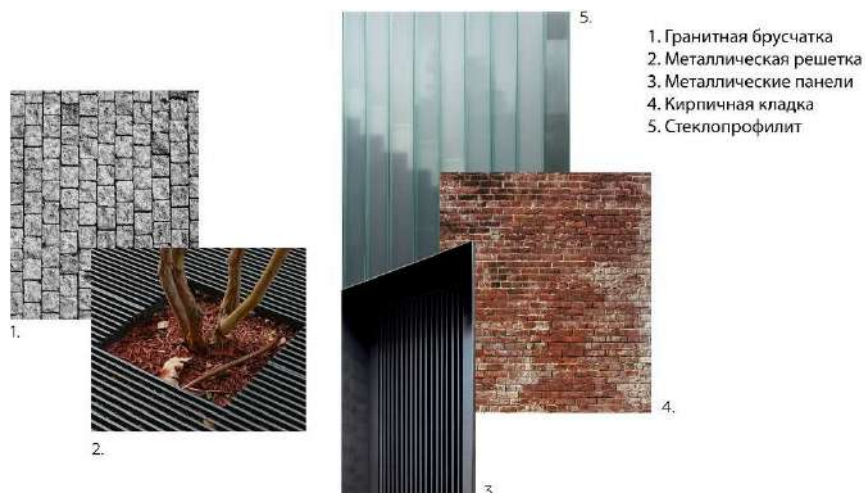


Рисунок 3.2.5 – Основные строительные материалы. Источник:
<https://archi.ru/>

Таким образом, данный проект интересен прежде всего умелым сочетанием старых и новых элементов сооружения и значительным изменением первоначальной архитектурной композиции. Объём

комплекса несколько ушёл от строго вертикального образа водонапорной башни, но при этом общая гармония здания не изменилась - доминантой комплекса всё так же остался стремящийся вверх объём.

Новые пристроенные архитектурные формы ярко выделяются на фоне бывшего объёма водонапорной башни. Контраст старого и нового также наблюдается в художественных решениях фасада и в используемых строительных материалах. Подобное решение позволяет подчеркнуть уникальность объекта промышленного наследия – современные пристройки добавляют башне некоторой идентичности, при этом сохраняя и выделяя важные с точки зрения истории архитектурные и конструктивные решения. Создание дополнительных объёмов, подчеркнутая контрастность с целью обратить внимание на историю объекта характерна для многих современных проектов редевелопмента.

3.3. Воркшоп в МАРХИ “International building challenge – 2019”

В мае 2019 г. в МАРХИ прошёл международный воркшоп длительностью в 4 дня, темой которого стала реновация водонапорных башен (Рис. 3.3.1). Студентам на выбор были предложены следующие объекты: водонапорная башня на территории бывшего Госавиазавода №23, водонапорная башня на территории ВДНХ, водонапорная башня в Люблино, водонапорная башня в Щербинке, водонапорная башня в Вышнем Волочке [35].



Рисунок 3.3.1 – Презентация участников воркшопа. Источник:
<https://www.newsmarhi.ru/>

За указанный период участникам было необходимо разработать завершенный проект, превращающий башню в социально-культурное пространство, вносящее в среду города новые функции и смыслы. Студенты были свободны в трактовке задания и в выборе объекта реновации [35].

Для башни в Вышнем Волочке архитектурная концепция была разработана командой под руководством Павла Кодлубинского.

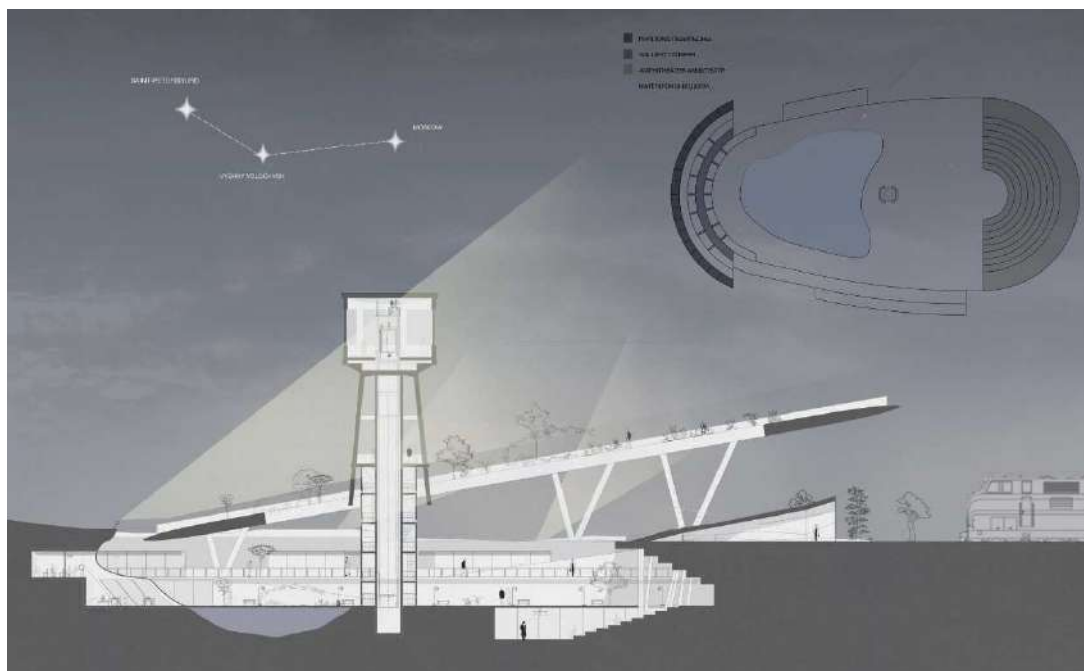


Рисунок 3.3.2 – Концепция реновации башни в Вышнем Волочке. Источник:
<https://archi.ru/>

Группой студентов было предложено создание в городе масштабной пешеходно-рекреационной зоны, которая стала бы для Вышнего Волочка и для всей прилегающей территории между Москвой и Санкт-Петербургом большим стимулом экономического роста [20].

Проект предусматривал создание многоэтажного подземного пространства под водонапорной башней, а также большой кольцеобразной пристройки, использующейся для образования дополнительного пространства для озеленения.

Командой под руководством Марии Троян было предложено сразу две концепции по реновации водонапорных башен. Первая заключается в создании голубятни в ограждении резервуара башни (Рис 3.3.4). Данная идея была навеяна близостью парковой территории и потенциальным развитием жилой застройки на данном участке, что в перспективе создало бы необходимость убежища лесным птицам [20].

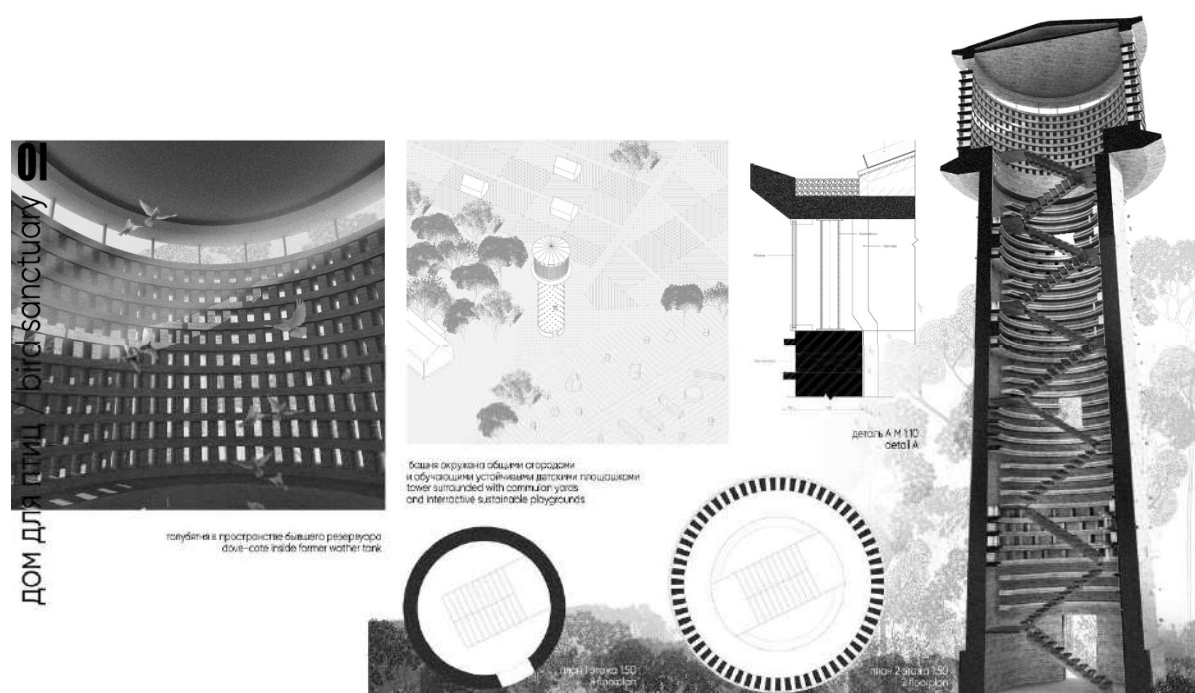


Рисунок 3.3.4 – Концепция башни голубятни. Источник: <https://archi.ru/>

Другая идея заключалась в перепрофилировании водонапорной башни в башню-библиотеку (Рис. 3.3.5). Данная концепция интересна полностью остекленным ограждением бака, а также созданием

дополнительных светопрозрачных консольных пристроек на стволе башни, исполняющих роль кабинок для чтения.



Рисунок 3.3.5 – Концепция башни голубятни. Источник: <https://archi.ru/>

Уникальным проектом реновации водонапорной башни можно считать работу команды Ксении Калугиной-Паблос (Рис. 3.3.6). Ей было предложено разделить башню на территории Госавиазавода №23 на две части, что позволило бы значительно увеличить внутреннее пространство для размещения в ограждении резервуара ресторана (Рис. 3.3.7).



Рисунок 3.3.6 – Концепция башни команды Ксении Калугиной-Паблос. Источник:
<https://archi.ru/>

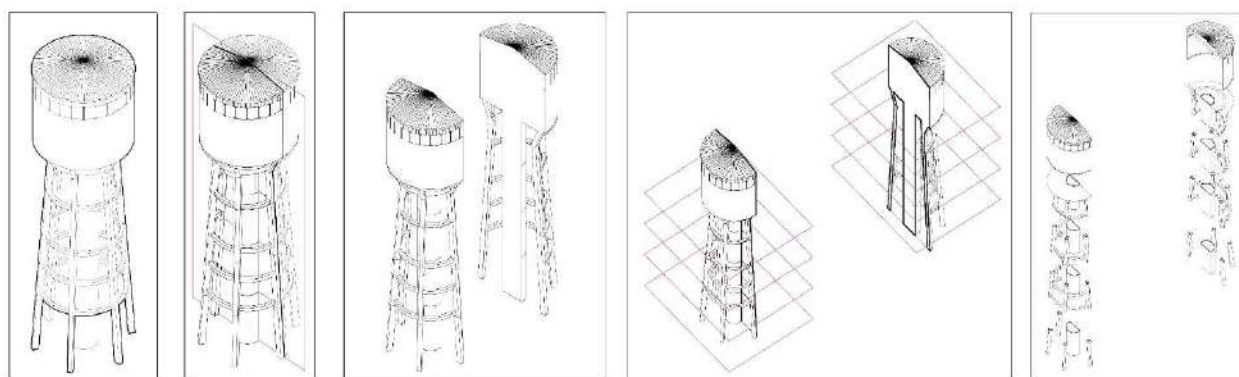


Рисунок 3.3.7 – Предложенное разделение водонапорной башни. Источник:
<https://archi.ru/>

Помимо этого, разделение башни предусматривало возможность перемещения башни на многие участки набережной р. Москва и сборку элементов сооружения в самые различные объекты с разнообразным функционалом (Рис. 3.3.8). В конструкцию башни также были

включены такие элементы, как солнечные панели, ветрогенераторы, дождеборники, что сделало проект более экологичным [20].



Рисунок 3.3.8 – Предложенное разделение водонапорной башни. Источник: <https://archi.ru/>

Победителем международного воркшопа стала команда Марии Финагиной с проектом башни-бани (Рис. 3.3.9-3.3.10).



Рисунок 3.3.9 – Концепция башни бани. Источник: <https://archi.ru/>



Рисунок 3.3.10 – Концепция башни бани. Источник: <https://archi.ru/>

Командой было предложено размещать в заброшенных водонапорных башнях бани. По мнению студентов, это позволило бы вдохнуть в инженерные сооружения новую жизнь, а также поспособствовало бы сохранению русских традиций [20].

Таким образом, многие проекты реновации участников воркшопа оказались достаточно оригинальными, включающими в себя уникальные конструктивные решения и предназначенные для выполнения нетипичных функций. Большинство концепций включало в себя значительные изменения объёмно-планировочных и архитектурно-композиционных решений.

Выводы по главе 3

Результаты исследования из главы 3 сведены в следующие типологические таблицы (Табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1

Типологическая таблица конкурсных проектов реновации

№	Фото проекта	Функциональное назначение	Работа с архитектурной композицией	Работа с историческим наследием	Авторы проекта
1		Социально-культурный центр	Сохранение исходной композиции	Полное сохранение исторических элементов конструкции	Архитектурная группа Podelniki
2		Социально-культурный центр	Изменение исходной композиции (создание дополнительного объема)	Сохранение композиционной доминанты и внешнего вида кирпичной кладки	Архитектурная студия IND Architects
3		Пешеходно-рекреационная зона	Изменение исходной композиции (создание дополнительного объема)	-	Студенческая команда (руководитель Павел Кодлубинский)
4		Голубятня	Сохранение исходной композиции	-	Студенческая команда (руководитель Мария Троян)
5		Библиотека	Изменение исходной композиции (создание дополнительного объема)	-	Студенческая команда (руководитель Мария Троян)
6		Общественное пространство	Изменение исходной композиции (разделение башни и пристройка)	-	Студенческая команда (руководитель Ксения Калугина-Паблос)
7		Баня	Сохранение исходной композиции	-	Студенческая команда (руководитель Мария Финагина)

Из таблицы можно увидеть, что подавляющее большинство современных проектов редевелопмента водонапорных башен направлено на создание новых общественных и социально-культурных пространств. Авторы часто отдают предпочтение изменению исходных объёмно-планировочных и архитектурно-композиционных решений. При этом сохранение истории объекта индустриального наследия также является важной составляющей при работе над проектом реновации.

Для большинства современных работ характерен поиск компромисса между созданием нового современного пространства и сохранением истории реконструируемого здания, что зачастую позволяет выгодно выделить башню на фоне остального городского пространства.

Заключение

В первой главе данной научно-исследовательской работы нами была кратко рассмотрена история появления и распространения водонапорных башен в России, выделены основные этапы развития строительства данных инженерных сооружений.

Также была кратко изучена техническая сторона устройства водонапорных башен; рассмотрены возможные архитектурные, конструктивные и объёмно-планировочные решения, принимаемые при проектировании этого типа промышленных объектов. На основе изученной информации создана классификация водонапорных башен по вышеуказанным характеристикам.

Во второй главе проанализировано 10 осуществленных проектов реновации водонапорных башен со сменой целевой функции. В большинстве случаев редевелопмента исходная архитектурная композиция сохранялась, дополнительных объёмов не пристраивалось. Во всех рассмотренных нами объектах большое внимание уделялось сохранению исторических декоративных и конструктивных элементов башен. Это связано прежде всего с тем, что водонапорные башни являются объектами культурного наследия, что накладывает определенные ограничения на работу проектировщиков и реставраторов. В нашем случае, предметом охраны чаще всего являются некоторые конструктивные особенности, объёмно-пространственная композиция здания и архитектурно-художественное оформление фасадов.

При выборе новой функции для отреставрированной водонапорной башни предпочтение чаще всего отдаётся созданию выставочных помещений. Такое решение является весьма логичным, так как высокие потолки, отсутствие перегородок и другие конструктивные

особенности позволяют без лишних затрат и неудобств устраивать экспозиции. Кроме того, сама история башни и её образ нередко подталкивают к созданию музея внутри сооружения.

Третья глава была посвящена изучению и анализу современных конкурсных проектов реноваций водонапорных башен. Из основных тенденций развития этой области в России можно выделить следующие: упор на использование башен как общественных социально-культурных центров; стремление к изменению архитектурного объёма и изначальной композиции башен; более активную работу с историческим наследием, более вдумчивую эксплуатацию образа промышленного сооружения; поиск компромисса между созданием нового современного пространства и сохранением истории реконструируемого здания.

Таким образом, водонапорные башни как объекты индустриального наследия безусловно обогащают визуальный образ городов, внося необходимое архитектурное разнообразие в городскую среду. После реновации они становятся точками интереса и притяжения не только туристов, но и местных групп населения, что способствует процессу развития города. Кроме того, водонапорные башни выполняют важную историческую функцию, рассказывая одним своим видом об определенных периодах развития производства и экономики страны.

Список литературы

1. Александровская, О. А. Древние водоводы, водосборники и водоподъемные устройства как объекты историко-культурного наследия / О. А. Александровская, В. А. Широкова // Вопросы истории естествознания и техники. – 2010. – Т. 31. – № 3. – С. 136-153. [6]
2. Анапольская, Е.Н. Водонапорные башни России/ Е.Н. Анапольская, О.А. Балова // Энергия: экономика, техника, экология. – 2012.- С.72 [1].
3. Бедов, А.И. Инженерные сооружения башенного типа, технологические эстакады и опоры линий электропередачи : учебное пособие /А.И. Бедов, А.И. Габитов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017. — 328 с. [11]
4. Витрувий. Десять книг об архитектуре / Витрувий ; перевод Ф. А. Петровского. – Репринтное издание. – Москва : Архитектура-С, 2006. [2]
5. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, переработанное и дополненное/ М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2004. - 256 с. [9]
6. Иванов, А. М. Водонапорные башни: конструкция и работа / А. М. Иванов // Academy. – 2019. – № 8(47). – С. 28-30. [12]
7. Кудрявцев С. В., Волков Е. М. Водонапорная башня федерального значения // Академический вестник Урал НИИПРОЕКТ РААСН. — 2016. — № 2 (29). — С. 75—81. [41]
8. Милова, Л. Водонапорные башни и их альтернативы. Расчет объема бака / Л. Милова // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2011. – № 2(110). – С. 16-21. [3]

9. Павлинова И.И. Водоснабжение и водоотведение. Учебник / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. М.: Юрайт, 2013. 480 с. [10]
10. Памятники истории и культуры Приморского края. Материалы к своду. — Владивосток: Дальневост. книж. изд., 1991. — 268 с. [35]
11. Авторское свидетельство № 950885 А1 СССР, МПК Е04Н 12/30. Водонапорная башня А.А.Рожновского : № 3251892 : заявл. 24.12.1980 : опубл. 15.08.1982 / А. А. Рожновский. [8]
12. Селиванов, А. А. Водоподъемные сооружения - объекты транспортной инфраструктуры Саратовской губернии (конец XIX-начало XX в.) / А. А. Селиванов // Архитектон: известия вузов – 2019. - № 2 (66) – С. 1-5. [5]
13. Тетиор А.Н. Железобетонные и каменные конструкции: учебник. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 556 с. [13]
14. Тимченко, Р. А. Расчет фундаментов-оболочек для сооружений башенного типа на воздействия неравномерных осадок основания / Р. А. Тимченко, В. Л. Седин, Д. А. Кришко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 10(211). – С. 29-35. [14]
15. Управление информационной политики и информатизации администрации Тюменского района. Обсерватория в Червишево удивили губернатора// Красное Знамя. – 2017. – 4 августа. – С. 2 [19]
16. Фальковский Н. И. История водоснабжения в России / Шухер И. М.. — Москва: Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1947. — С. 3—130. — 286 с. [4]
17. 59.ru [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://59.ru/text/gorod/2020/11/25/69573803/> (дата обращения 02.04.22) [38]
18. АПИ-Урал [Электронный ресурс]: информационно-аналитический портал. - Режим доступа: <https://tower1929.ru/restoration> (дата обращения: 07.04.22) [34]

19. Архив.ру [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://archi.ru/projects/russia/13766/rekonstrukciya-vodonapornoj-bashni-v-scherbinke> (дата обращения: 15.04.22) [47]
20. Архив.ру [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://archi.ru/russia/83581/bashni-varianty-ozhivleniya> (дата обращения: 19.04.22) [49]
21. Башня на Плотинке [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://p-z-o.ru/metallokonstrukcii/vodonapornye-bashni/vodonapornaya-bashnya-rozhnovskogo-opredelenie-naz> (дата обращения 17.03.22)
22. Белая Башня [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://tower1929.ru/restoration> (Дата обращения 07.04.22)
23. Город V [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://gorodv.com/2017/04/v-vodonapornoj-bashne-vo-vladivostoke-otkryli-gruzinskij-restoran/> (дата обращения 01.04.22)[4]
24. Государственный архив Пермского края [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.archive.perm.ru/projects/weeklyphoto/water-tower/> (дата обращения 02.04.22)
25. Давыдова, В. Афиша Daily [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://daily.afisha.ru/cities/11098-ya-v-tomske-edinstvennyu-durachok-kak-entuziast-shest-let-stroit-dom-v-vodonapornoj-bashne/> (дата обращения 04.04.22)
26. Единый государственный реестр объектов культурного наследия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=181510297070005 [дата обращения: 17.03.22]
27. Единый государственный реестр объектов культурного наследия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=661711097630076 [дата обращения: 17.03.22]

28. Единый государственный реестр объектов культурного наследия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=781510294760015 [дата обращения: 17.03.22]
29. Жилин, А. Новости Тюменского района [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rayon72.ru/news/society/179613.html> (дата обращения: 19.03.22)
30. Кабанова, О. Новости искусства [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.theartnewspaper.ru/posts/8395/> (дата обращения: 11.04.22)
31. Морозов, И. МК.RU Екатеринбург [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://eburg.mk.ru/articles/2016/08/10/otkrylas-belaya-bashnya.html> (дата обращения: 10.04.22)
32. Музеи России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.museum.ru/M411> (дата обращения 21.03.22)
33. Музей истории Екатеринбурга [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://m-i-e.ru/bashnya-na-plotinke> (дата обращения: 17.03.22)
34. Музей истории СПбПУ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://museum.spbstu.ru/news/115_let/ (дата обращения 21.03.22)
35. Новости МАРХИ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.newsmarhi.ru/2019/05/21/4471/> (дата обращения 19.04.22)
36. Польский Завод Оборудования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://p-z-o.ru/metallokonstrukcii/vodonapornye-bashni/vodonapornaaya-bashnya-rozhnovskogo-opredelenie-naz> (дата обращения: 17.03.22)
37. Проект Alp [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://alp.org.ua/?p=89739> (дата обращения: 20.03.22)
38. Путешествия по миру [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://travelworld.biz/archives/5696> (дата обращения 19.03.22)
39. Рест-Арт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://rest-art-psp.ru/?c=1&ci=77> (дата обращения: 21.03.22)

40. Сайт обсерватории M90 Chervishevo [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://astro.kosmopoisk72.ru/about_project/ (дата обращения 19.03.22)
41. Санкт-Петербургский политехнический университет [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.spbstu.ru/media/news/studencheskaya_zhizn/polytech-120th-anniversary/?sphrase_id=1424361 (дата обращения 20.03.22)
42. СПбПУ Лаборатория гидромашиностроения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ht.spbstu.ru/history/> (дата обращения 20.03.22)
43. Экспозиционно-выставочный комплекс "Вселенная Воды" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.vodokanal-museum.ru/muzejnyj_kompleks/vodonapornaya_bashnya/ (дата обращения 23.03.22)
44. Юшкевич, М. REDEVELOPER [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.redeveloper.ru/news/vodonapornuyu-bashnyu-v-shcherbinke-perestroyat-pod-kulturnyy-tsentr.htm> (дата обращения: 15.04.22)
45. INTERCOLUMNIUM [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://intercolumnium.ru/projects/muzej-vody> (дата обращения: 01.04.22)
46. IZHLIFE [Электронный ресурс].- Режим доступа: https://top.izhlife.ru/izhvodokanal_85 (дата обращения 21.03.22)
47. Murarium [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://murarium.ru/o-bashne/istoriya-bashni/> (дата обращения 21.03.22)
48. STRELKA MAG [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://strelkamag.com/ru/article/muzei-koshek-zhiloi-dom-i-art-skvot-kak-segodnya-ispolzuyut-vodonapornye-bashni> (дата обращения 19.03.22)
49. The Village [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.the-village.ru/city/regions/146313-bashnya?from=infinite_scroll (дата обращения 04.04.22)

Агеева Елена Юрьевна
Дубов Андрей Леонидович

Российский опыт реновации
неэксплуатируемых водонапорных башен

Монография

Редактор:
Н. В. Викулова

Подписано в печать Формат 60x90 1/8 Бумага газетная. Печать трафаретная.
Уч. изд. л. 9,1. Усл. печ. л. 9,3. Тираж 500 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65
<http://www.nngasu.ru>, srec@nngasu.ru