ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТРИУМОВ ДЛЯ ПЕРЕКРЫТИЯ ВНУТРЕННИХ ДВОРОВ ПЕРИМЕТРАЛЬНОЙ ЗАСТРОЙКИ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Д.С. Елманова, И.В. Аксенова¹

*Департамент культурного наследия города Москвы (Мосгорнаследие),
115035, г. Москва, ул. Пятницкая, д. 19;*

*¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

Предмет исследования: статья посвящена изучению особенностей возведения атриумов при проведении работ по приспособлению для современного использования периметральной исторической застройки на примере Санкт-Петербурга.

Цели: выявление особенностей проектирования атриумных пространств в исторической периметральной застройке.

Материалы и методы: историко-генетический и системный подходы, позволяют рассмотреть во времени и взаимосвязи основные виды внутренних дворов в исторической застройке, их особенности, а также методы реорганизации. Проанализировано современное состояние проблемы, рассмотрены примеры использования атриума при перекрытии внутренних дворов. Натурное обследование застройки и фотофиксация текущего состояния проблемы и реализованных проектов помогли определить факторы, влияющие на конечный результат проектирования. Систематизация и обобщение научно-исследовательских данных дали возможность определить специфику и выявить подходы к формированию архитектурной среды интерьера и экстерьера.

Результаты: выявлено влияние планировочных, конструктивных, микроклиматических, функциональных и типологических факторов на образ проектируемого атриума, сделано заключение о необходимости рассмотрения всех этих факторов только в их взаимосвязи на пересечении таких критериев, как размер перекрываемого пролета, исходная форма двора, функция здания, подвергаемого реновации, а также его исторический статус.

Выводы: данное исследование применимо при приспособлении для современного использования объектов культурного наследия, реконструкции объектов ценной градоформирующей застройки исторических городов, а также зданий, обладающих признаками объекта культурного наследия. Использование данного подхода к проектированию применимо не только к доходным домам, но и к загородным усадебным ансамблям, городским усадьбам и промышленным комплексам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атриум, внутренний двор, реновация, исторический центр, Санкт-Петербург, культурное наследие, приспособление для современного использования, устойчивое развитие, архитектурная среда, общественные пространства

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Елманова Д.С., Аксенова И.В. Использование атриумов для перекрытия внутренних дворов периметральной застройки исторических городов // Строительство: наука и образование. 2018. Т. 8. Вып. 1 (27). Ст. 4. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

USE OF ATRIUMS FOR OVERLAPPING OF BASEMENT COURTYARDS OF RIBBON DEVELOPMENT OF HISTORIC CITIES

D.S. Elmanova, I.V. Aksenova¹

*Department of Moscow Cultural Heritage (Mosgornasledie),
19 Pyatnitskaya st., Moscow, 115035, Russian Federation;*

*¹ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation*

Study object: the article is concerned with the study of the features of erection of atriums while carrying out works on adaptation for the modern use of historic ribbon development on the example of St. Petersburg.

Purposes: identification of the design features of atrium spaces in the historic ribbon development.

Materials and methods: historical and genetic and system approaches, allow to examine in time and interrelation the main types of basement courtyards in historical development, their features, as well as methods of reorganization. The current state of the problem is analyzed, examples of use of the atrium for overlapping of basement courtyards. On-site investigation of the development and photo fixation of the current state of the problem and of implemented projects has helped to determine the factors that affect the final design output. Systematization and generalization of research and development data have made it possible to determine the specifics and identify approaches to the formation of the architectural environment of the interior and exterior.

Results: the influence of planning, constructive, microclimatic, functional and typological factors on the image of the projected atrium has been determined; it has been concluded that all these factors must be considered only in their interconnection at the intersection of such criteria as the size of the overlapped span, the original form of the courtyard, the function of the building subjected to renovation, and also its historic status.

Conclusions: this study is applicable to the adaptation of cultural heritage sites for modern use, the reconstruction of objects of valuable city-planning development of historic cities, as well as buildings that have features of a cultural heritage site. The use of this approach to design is applicable not only to commercial apartment buildings, but also to country manor ensembles, urban manors and industrial complexes.

KEY WORDS: atrium, basement courtyard, renovation, historic center, St. Petersburg, cultural heritage, adaptation for modern use, sustainable development, architectural environment, public spaces

FOR CITATION: Elmanova D.S., Aksenova I.V. Ispol'zovanie atriumov dlya perekrytiya vnutrennih dvorov perimetral'noj zastroyki istoricheskikh gorodov [Use of atriums for overlapping of basement courtyards of ribbon development of historic cities]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2018, vol. 8, issue 1 (27), paper 4. Available at: <http://nso-journal.ru>. (In Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Рост интереса к теме «умных городов» в последние годы, в том числе и в России, обуславливается многочисленными проблемами современных мегаполисов, которые не удается решить устоявшимися инструментами. В этой ситуации должны быть применены инновационные методики развития, с помощью которых город станет устойчивым, конкурентоспособным, эффективным и удобным для жизни [1].

Благоустройство охватывает обширный круг экономических, социальных, экологических, эргономических, санитарно-гигиенических, инженерных и архитектурных вопросов. Санитарно-гигиенические требования сводятся к обеспечению здоровых условий для проживания [2]: благоприятный микроклимат; чистый воздушный бассейн и водное пространство; инсоляция помещений; проветривание территорий застройки. В свою очередь, социально-экономические требования благоустройства городских территорий предполагают создание благоприятных условий для жизни, а также рациональное использование городских территорий.

Чаще всего замкнутые дворы-колодцы периметральной застройки центра города превращаются в стихийные рынки-развалы, парковочные или мусорные зоны, а ветхие промышленные районы становятся местом сборов криминальных группировок города [3].

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Проблемы современного использования внутренних дворов-колодцев особо остро стоит в Санкт-Петербурге. В связи с этим в 2015 г. подготовлен проект федерального закона «О сохранении исторического центра Санкт-Петербурга и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В соответствии с этим документом к работам по сохранению исторического

центра Санкт-Петербурга относятся и работы по благоустройству дворов и внутридворовых территорий¹.

Исторический центр Санкт-Петербурга входит в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Большинство капитальных строений в центре северной столицы являются объектами культурного наследия и исторически ценными градоформирующими объектами. Их сохранение является важным фактором устойчивого развития Санкт-Петербурга².

Современная дворовая территория либо расположена внутри многоэтажного здания или комплекса, либо примыкает к жилому дому со стороны улицы. Такое построение было известно уже в древнем мире и отражало условно-азиатский и условно-европейский тип жилища [4]. С течением времени дворовая территория усложняла свои формы и сегодня для Санкт-Петербурга характерны следующие типы внутренних дворов: парадный двор, проходной двор, двор-колодец и двор-сад (рис. 1).

Наличие в планировке жилого района большого количества внутренних дворов влечет за собой следующие проблемы: несоответствие нормам инсоляции и санитарии, повышенная криминальная активность, блокирование жильцами входов и въездов во дворы в попытке обеспечения безопасности. Дворцовые и усадебные комплексы, приспособленные под музеи и находящиеся в черте города и окруженные плотной застройкой, лишены возможности расширения. Это связано как с запретом на строительство в границах территории объекта культурного наследия, так и с отсутствием свободных площадей под строительство вблизи музея.

¹ О сохранении исторического центра Санкт-Петербурга и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: законопроект федер. закон Рос. Федерации от 23 марта 2015 г.

² О Петербургской стратегии сохранения культурного наследия: Гостановление Правительства Санкт-Петербурга от 1 ноября 2005 г. № 1681.

а

б

в

г

Рис. 1. Дворы Санкт-Петербурга: а — курдонер дома Веге; б — дворы Капеллы; в — двор-колодец на ул. Кирочная; г — двор-сад в районе Автово

Решением некоторых из перечисленных проблем исторической периметральной застройки может служить перекрытие внутренних дворов атриумами, которые уже основательно вошли в практику проектирования при работе с историческими территориями.

Большие открытые пространства, а также избыток естественного освещения являются основными требованиями современной архитектуры. Атриумы создают своего рода коммуникационно-рекреационное пространство, которое обеспечивает доступ ко всем частям здания или комплекса зданий, и формируют общественные зоны. Реконструкция или перепрофилирование прилегающих к этим пространствам зданий, несомненно, благоприятно сказывается на социально-психологическом, санитарно-экологическом и экономическом состоянии района [5].

Одним из самых масштабных в Европе примеров перекрытия внутреннего двора атриумом является Большой двор королевы Елизаветы II Британского музея в Лондоне (рис. 2), построенный в первой четверти XIX в. по проекту архитектора Роберта Смайка. Но уже в середине XIX в. из-за нехватки площадей в центре Большого двора появилось круглое в плане здание Читального зала и несколько книгохранилищ [7]. Идея организации вестибюля во внутреннем дворе музея была предложена архитектором Норманом Фостером. К сожалению, возведение атриума потребовало проведения радикальных вмешательств в несущие конструкции здания: исторические колонны Читального зала заменены на современные сталебетонные, кирпичная Снежная галерея была демонтирована и заменена на копию из железобетона со скользящим опиранием на колонны. В результате чего образовалось жесткое железобетонное

Рис. 2. Интерьер Большого двора королевы Елизаветы II Британского музея [6]

Рис. 3. Интерьер Главного штаба Эрмитажа в Санкт-Петербурге

кольцо, используемое как диафрагма жесткости, на которую опирается сетчатая оболочка атриума.

Примером толерантного обращения с объектом культурного наследия является перекрытие атриу-

мом внутреннего двора Главного штаба Эрмитажа в Санкт-Петербурге (рис. 3). Восточное крыло здания Главного штаба, построенного архитектором К.И. Росси в 1820–1830 гг. на Дворцовой площади,

сегодня является новым экспозиционным комплексом музея Эрмитаж. Основные экспозиционные помещения объединены в три анфиладные линии, объединенные центральной Большой анфиладой дворов-атриумов [8]. Основная нагрузка от атриума ложится на несущие стены прилегающих корпусов. Деревянные и кирпичные конструкции усилены металлическими коробами. В светопрозрачном покрытии установлена система снеготаяния [9]. Атриумный двор выполняет функции вестибюля и лекционного зала, однако из-за того, что при проектировании не учтен эффект «гулкости», для организации нормальной акустики во время проведения лекций требуется проведение дополнительных мероприятий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования изучена история периметральной организации внутривдорового пространства и основы планировки кварталов Санкт-Петербурга в XVII–XVIII вв. В ходе натурного обследования периметральной застройки центра города Санкт-Петербурга были выявлены основные проблемы подобной планировки, а также были отмечены на карте районы, нуждающиеся в комплексном подходе при реновации. Проведена фотофиксация наиболее интересных образцов каждого типа внутренних дворов, а также наиболее пригодных к реновации объектов городской застройки.

Изучение отечественной и зарубежной периодической печати дало возможность получить ответы на следующие вопросы: необходимость внесения изменений в первоначальную планировку объекта для устройства атриума; влияние охранного статуса объекта, подвергаемого реновации, на внешний вид и конструктивную систему атриума; зависимость используемых конструктивных систем от величины перекрываемого пролета и геометрической формы двора; функциональное использование перекрытых атриумами дворов; методы усиления конструкций, несущих нагрузку от конструкции атриума; инсоляционные, воздухообменные, теплозащитные и акустические особенности атриумных пространств.

Был систематизирован зарубежный и отечественный опыт проектирования атриумных пространств в исторической застройке, изучены федеральные законы и подзаконные акты в области охраны и использования объектов культурного наследия, элементов исторически ценной градоформирующей застройки с целью определения возможности использования типовых для европейского опыта методов проектирования. Все это позволило сформулировать специфику и выявить подходы к формированию архитектурной среды интерьера и экстерьера внутривдорового пространства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Правильно проведенные реконструкция и перепрофилирование прилегающих к атриумным пространствам зданий благоприятно сказывается на социально-психологическом, санитарно-экологическом и экономическом состоянии района [10], однако еще на стадии проектирования следует учитывать возможные негативные последствия принимаемых архитектурно-конструктивных решений: большие светопрозрачные покрытия требуют дополнительных затрат на уход в холодное время года; помещения выходящие в перекрытый атриумом внутренний двор имеют плохие инсоляционные характеристики, что необходимо учитывать при перепланировке здания при реновации; возникают такие негативные факторы, как стратификация теплого воздуха, эффект камина и холодных стен (рис. 4).

Основная сложность проектирования атриумных дворов при реновации периметральной застройки исторического центра Санкт-Петербурга заключается в его особом охранном статусе [11]. Наряду с отдельными самостоятельными объектами культурного наследия также охраняются главные градостроительные принципы. Особую ценность представляют объемно-пространственный планировочный каркас, конфигурация центральных водных пространств, видовые раскрытия и панорамы рек, перспективы основных улиц, композиция главных площадей. Также предметами охраны являются характер среды, включающий основной планировочный модуль кварталов и участков, высотность и членение застройки [12].

Исторически ценные градоформирующие объекты — это здания и сооружения, которые имеют самостоятельную историко-градостроительную ценность, формируют фронт застройки, являются характерной фоновой застройкой, формируют традиционное окружение памятника, его историческую среду³.

Однако, если при работе с объектом культурного наследия следует неукоснительно соблюдать федеральное законодательство, учитывать предмет охраны, запрет на строительные работы⁴, а также охранные режимы, то работа по проектированию атриума на объекте исторически ценной градоформирующей застройки означает большую свободу (в том числе допустимо значительное вмешательство в историческую конструктивную систему такого объекта реновации) [13].

³ Концепция по развитию исторических поселений, поддержке и популяризации культурных и туристских возможностей, развитию экономики культурного наследия на период до 2030 года: утв. Минкультуры России.

⁴ Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации: Федеральный Закон Российской Федерации от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ.

Рис. 4. Задачи, решаемые при реконструкции, и возможные негативные факторы, которые следует учитывать при проектировании атриума.

Функциональное использование перекрытого атриумом двора различно и в большей степени зависит от его площади и транзитной загруженности. Как показывает мировой опыт атриумные холлы удовлетворяют различным общественным функциям, сохраняя при этом свои коммуникационные свойства (табл.).

Проведенный анализ зарубежного и отечественного опыта проектирования атриумов при реконструкции городских территорий позволил выявить факторы, которые могут повлиять на принятие архитектурно-конструктивного решения.

1. *Статус здания — архитектурно-конструктивная организация атриума.* Статус памятника архитектуры налагает определенные ограничения на внешний вид и конструктивную систему атриума: это касается как запрета на строительство, так и невмешательства в те конструкции, которые являются предметом охраны объекта культурного наследия. Что касается архитектурно-композиционной организации крытых внутренних дворов, то не стоит забывать, что в зданиях с особым охранным статусом атриум не может быть центом внимания, он должен гармонично вписываться в архитектуру, не нанося вреда целостному восприятию памятника [14].

2. *Размеры двора — конструктивная система атриума.* Конструктивная система напрямую связа-

на с размером перекрываемого пролета. Чем больше пролет, тем сложнее и тяжелее конструкция светопрозрачного покрытия. А чем тяжелее покрытие, тем больше вмешательств потребуется произвести в несущую систему здания.

3. *Функция — специальные инженерные решения атриума.* Стекло является звукоотражающей поверхностью, поэтому в атриумах возникает такое явление, как гулкость (высокое значение времени реверберации во всем частотном диапазоне). При размещении в перекрытом дворе выставочных, театральных или образовательных площадок появляется необходимость введения специальных инженерных решений, улучшающих акустические качества пространства [145].

4. *Климатические особенности — специальные инженерные решения — архитектурно-конструктивная организация атриума.* Для обеспечения комфортного микроклимата внутри атриума, для возможности качественного ухода за светопрозрачным покрытием и эффективной борьбы со скапливающимися снежными массами необходим ряд инженерных и конструктивных решений, которые влияют и на архитектурный облик оболочки [16].

Планировочные, конструктивные, микроклиматические, функциональные и типологические факторы напрямую влияют на образ проектируемого

Критерии оценки вариантов привносимой в атриумный двор функции

Критерии оценки привносимой функции	Функция					
	Выставочное пространство	Лекторий	Торговое пространство	Банкетный зал	Рекреационное пространство	Семейное рекреационное пространство
Коммерческая привлекательность для инвесторов	+	+	+	+	-	-
Возможность привнесения данной функции внутреннему двору жилого дома	-	-	-	-	+	+
Возможность привнесения данной функции внутреннему двору общественного здания	+	+	+	+	-	+
Необходимость использования специальных инженерных средств для нормального функционирования атриума при данном варианте использовании	+	+	-	-	-	-
Возможность привнесения данной функции двору с пролетом менее 18 м	-	+	+	+	+	+
Возможность привнесения данной функции проходному двору, перекрытому атриумом	+	-	+	-	+	+

Рис. 5. Факторы, влияющие на архитектурно-конструктивный облик атриума

атриума, однако все эти факторы необходимо рассматривать только в их взаимосвязи, на пересечении таких критериев, как размер перекрываемого пролета, исходная форма двора, функция здания, подвергнутого реновации, а также его исторический статус.

ВЫВОДЫ

Предложенный вариант реновации внутренних дворов исторической застройки с помощью возведения атриумов может быть применен для следующих элементов городской застройки:

- внутренних дворов расселенных домов и «серого пояса» Санкт-Петербурга (ветхие промышленные районы) как один из способов решения проблемы санитарного и социального неблагополучия (при комплексном подходе);
- внутренних дворов архитектурных ансамблей, являющихся объектами культурного наследия, как

способ решения проблемы увеличения площади нехватки общественных пространств, так как строительство на территории объекта культурного наследия запрещено федеральным законодательством об охране объектов культурного наследия;

- просторных внутренних дворов центральных районов городов, являющихся центром общественного притяжения (например, стихийные рынки, рынки выходного дня), как способ решения проблемы несоответствия текущей функции историческому облику;

- внутренних дворов расселенных жилых домов (типа «доходный дом») при сохранении их функции с организацией в уровне первого этажа квартир для маломобильных групп населения, а также общественных рекреационных пространств и магазинов с товарами первой необходимости (как способ приспособления домов такой категории).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аргунова М.В. Модель «Умного» города как проявление нового технологического уклада // Наука и школа. 2016. № 3. С. 14–23.
2. Козодаева Н.В., Власова Д.В. Реновация исторического центра в современных условиях провинциального города // Дом на Брестской. 2015. Режим доступа: <http://www.dom6.ru/19-a/63-renovatsiya-istoricheskogo-tsentra>.
3. Заздравных О., Канаев И. Чем опасны дворы-колодцы? // Домострой. 2015. Режим доступа: <http://www.domostroymedia.ru/articles/publication/1583.5>.
4. Гусаров А. Петербургские дворы. Необычные дворы, курдонеры, дворы-колодцы, проходные дворы. М.: Центполиграф, 2015. С. 1–18.
5. Баталина Т.С. Анализ особенностей формирования общественного пространства // Бизнес и дизайн ревю. 2017. Т. 1. № 1 (5). С. 11.
6. Great Court: history and design // British Museum. 2006. Режим доступа: http://www.britishmuseum.org/about_us/the_museums_story/architecture/great_court.aspx.
7. Sudjic D., De Grey S., Foster N. Norman Foster and the British Museum. Prestel, 2001. С. 25–42.
8. Гусаров А.Ю. Памятники воинской славы Петербурга. СПб., 2010. С. 320–445.
9. Malinin N. The general headquarters becomes more general // Российский архитектурный веб-портал Archi.ru. 2010. Режим доступа: https://archi.ru/en/object_current.html?id=4399.
10. Гордина Е.Ж. Функционирование атриумов в высотных зданиях общественного назначения // Архитектон: известия вузов. 2009. № 27. Режим доступа: http://english.archvuz.ru/2009_3/4.
11. Historic Centre of Saint Petersburg (Russian Federation) // Advisory Body Evaluation (ICOMOS): official site of the UNESCO. Режим доступа: <http://whc.unesco.org/en/list/540/documents/>.
12. Каганский В. Как устроена Россия? Портрет культурного ландшафта. М.: Стрелка пресс, 2013. 33 с.
13. Иванов А. Новые возможности оценки и сохранения исторической городской среды: система SAVE // Новые информационные технологии и всемирное культурное наследие в новом тысячелетии: мат. конф. «EVA'99 Москва» 25–29 октября 1999 г. М.: Центр ПИК Минкультуры РФ, ГТГ. 1999. С. 421–426.
14. Полякова В.Э. Объекты культурного наследия // Информационный банк системы Консультант Плюс «Юридическая пресса». 2017. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=CJI;n=105371;dst=100005#0>.
15. Борисов Л.А., Симоненко А.М., Щиржецкий Х.А. О возможности использования атриумов в качестве камерных музыкальных залов // Academia. Архитектура и строительство. 2009. Спец. Вып. С. 80–83.
16. Stefanutti L. Климатизация атриумов / пер. с итал. С.Н. Булекова // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). 2001. № 4. Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=38.

Поступила в редакцию 13 ноября 2017 г.

Принята в доработанном виде 20 декабря 2017 г.

Одобрена для публикации 25 декабря 2017 г.

О Б А В Т О Р А Х: **Елманова Дарья Сергеевна** — инспектор, Управление территориального контроля, Департамент культурного наследия города Москвы (Мосгорнаследие), 115035, г. Москва, ул. Пятницкая, д. 19, da234@mail.ru;

Аксенова Ирина Васильевна — профессор, кандидат технических наук, доцент, кафедра проектирования зданий и сооружений, Национальный исследовательский Московский государственный строительный Университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, pz@mgsu.ru.

INTRODUCTION

Growing interest in “smart cities” in recent years, and in Russia among others, is caused by the numerous problems of modern megalopolises that can not be solved by firmly established instruments. In this situation innovative methods of development with help of which city will become sustainable, competitive, efficient and livable should be applied [1].

Urban land improvement covers a wide range of economic, social, environmental, ergonomic, sanitary and hygienic, engineering and architectural issues. Sanitary and hygienic requirements have centred on ensuring healthy living conditions [2]: favorable microclimate; clean air and water space; insolation of premises; airing of development areas. In their turn, the social and economic requirements for the improvement of urban areas imply the creation of favorable living environment, as well as the rational use of urban areas.

More often closed well-courtyards of ribbon development of the city center turn into spontaneous flea markets, parking or garbage zones, and dilapidated industrial areas become a place of gathering of criminal groupings of the city [3].

LITERATURE REVIEW

The problems of modern use of well-courtyards are particularly acute in St. Petersburg. In this regard, a draft federal law “Concerning the Preservation of the Historic Center of St. Petersburg and Introducing Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation” was prepared in 2015. In accordance with this document, works being done to preserve the historic center of St. Petersburg include works on the improvement of courtyards and areas of basement courtyards⁵.

The historic center of St. Petersburg is included in the list of UNESCO World Heritage sites. Most of

the hard-walled buildings in the center of the northern capital are objects of cultural heritage and historically valuable city-planning objects. Their preservation is an important factor in the sustainable development of St. Petersburg⁶.

The modern courtyard area is either located inside a multistory building or complex, or adjoins a residential building from the side of street. Such a construction was already known in the ancient world and reflected a deemed Asian and deemed European type of dwelling [4]. With the course of time, the courtyard area has complicated its forms and nowadays the following types of basement courtyards are typical for St. Petersburg: court of honor, communicating courtyard, well-courtyard and garden-courtyard (Figure 1).

The presence of a large number of basement courtyards in the layout of a residential area entails the following problems: inconsistency with insolation and sanitation standards, increased criminal activity, blocking of the entries to the courtyards by occupiers in an attempt to ensure security. Palace and manor complexes, adapted to museums and located within the city and surrounded by dense development, are deprived of the possibility of expanding. This is due to both the prohibition on building within the borders of the territory of cultural heritage site, and the lack of free sites for building in close proximity to the museum.

The overlapping of basement courtyards with atriums that have already thoroughly become the design practice when working with historical territories can be a solution of some of the listed problems of historic ribbon development.

Large open spaces, as well as an excess of natural light are the basic requirements of modern architecture. Atria create a kind of communicational and recreational space that provides access to all parts of a building or complex of buildings, and form public areas. Reconstruction or reshaping of buildings adjacent to these areas undoubtedly affects favorably the social and psy-

⁵ On the Preservation of the Historic Center of St. Petersburg and Introducing Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: draft federal law of the Russian Federation dated March 23, 2015.

⁶ On the St. Petersburg Strategy for the Preservation of Cultural Heritage: St. Petersburg Government Resolution dated November 1, 2005 No. 1681.

Figure 1. Courtyards of St. Petersburg: *a* — court of honour of Vege's house; *b* — courtyards of Capella; *c* — well-courtyard on the Kirochnaya street; *d* — garden-courtyard in Avtovo district

chological, health and environment and economic state of the district [5].

One of the most ambitious examples of overlapping of basement courtyards with the atrium in Europe is the Queen Elizabeth II Great Court of the British Museum in London (Figure 2), built in the first quarter of the 19th century and designed by the architect Robert Smike. But already in the middle of the XIX century because of the lack of space a circular building of the Reading Room and several book depositories appeared in the plan in the center of the Great Court [7]. The idea to organize a hall in the basement courtyard of the museum was proposed by the architect Norman Foster. Unfortunately, the erection of the atrium required radical interventions in the load-bearing structures of the building: the historical columns of the Reading Room were replaced by modern steel-concrete, brick Snow Gallery was dismantled and replaced with a reinforced concrete copy with sliding support on the columns. As

a result, a rigid reinforced concrete ring used as a stiffening diaphragm, on which the grid shell of the atrium rests, was formed.

An example of tolerant handling of cultural heritage site is the overlapping of basement courtyards of the General Staff of the Hermitage in St. Petersburg with the atrium (Figure 3). The east wing of the General Staff building, built by the architect K.I. Rossi in 1820–1830 at the Palace Square, the present day is the new exposition complex of the Hermitage Museum. The main exposition rooms are united into three enfilade lines, united by the central Large suite of atrium-courtyards [8]. The main load from the atrium lies on the bearing walls of adjacent carcasses. Wooden and brick structures are reinforced with metal boxes. A snow melting system is installed in a translucent shell [9]. The atrium-courtyard serves as a hall and lecture hall, however, due to the fact that the design does not take into account the effect of “boominess”, additional acoustic measures are required to organize normal acoustics during the lectures.

Figure 2. Interior of the Queen Elizabeth II Great Court of the British Museum [6]

Figure 3. Interior of the General Staff of the Hermitage in St. Petersburg

MATERIALS AND METHODS

In the course of the study, the history of the perimeter organization of area of basement courtyards and the principles of planning of quarters of St. Petersburg in the 17th-18th centuries. During the full-scale survey of the ribbon development of the city center of St. Petersburg, the main problems of such planning were revealed, and also areas that needed a comprehensive approach for renovation were marked on the map. Photo fixation of the most interesting samples of each type of basement courtyards, as well as the most suitable for renovation of urban development objects was carried out.

Studying of domestic and foreign periodical press gave an opportunity to get answers to the following questions: the need to make changes in the initial layout of the object for the installation of the atrium; the effect of the conservation status of the object undergoing renovation on the appearance and constructive system of the atrium; dependence of the used structural systems on the size of the overlapped span and the geometrical shape of the courtyard; functional use of courtyards overlapped with atriums; methods of reinforcement of structures carrying a load from the structure of the atrium; insolation, air exchange, heat-shielding and acoustic features of atrium spaces.

Foreign and domestic experience in designing of atrium areas in historic buildings has been systematized, federal

laws and by-laws in the field of protection and use of cultural heritage sites, elements of historically valuable city-planning development have been studied with the aim of determining the possibility of use of design methods typical for European experience. All this allowed us to formulate the specifics and identify approaches to the formation of the architectural environment of the interior and exterior of area of basement courtyards.

SURVEY RESULTS

Correctly carried out reconstruction and reshaping of buildings adjacent to atrium areas affects favorably the social and psychological, health and environment and economic state of the area [10], however, at the design stage, possible negative consequences of architectural and structural solutions should be taken into account: large translucent shells require additional costs to care in the cold season; rooms facing the basement courtyard overlapped with the atrium have poor insolation characteristics, which must be taken into account when redeveloping the building during renovation; there are such negative factors as stratification of warm air, the effect of a fireplace and cold walls (Figure 4).

The main difficulty in designing of atrium-courtyards in the renovation of the ribbon development of the historic center of St. Petersburg is its special protection status [11]. Along with separate independent

Figure 4. Problems to be solved during the reconstruction, and possible negative factors that should be taken into account in the design of the atrium

cultural heritage sites, the main city-planning principles are also protected. The volumetric and spatial planning carcass, the configuration of central water spaces, scenery disclosures and panorama of rivers, the prospects of the main streets, the composition of the main squares are of particular value. Also, the objects of protection are the nature of the environment, which includes the main planning module of quarters and sections, the height and articulation of the development [12].

Historically valuable city-planning objects are buildings and structures that have an independent historical and city-planning value, form the frontage, are a typical background development, form the traditional surroundings of the monument, its historical environment⁷.

However, if working with the cultural heritage site it is of paramount importance to comply strictly with federal legislation, take into account the object of protection, prohibition on building⁸, as well as protection regimes, then the design of the atrium on the site of a historically valuable city-planning development means greater freedom (including significant interference on the historical structural system of such an object of renovation) [13].

⁷ Concept for the development of historical settlements, support and popularization of cultural and tourist opportunities, development of the economy of cultural heritage for the period until 2030: adopted by the Ministry of Culture of the Russian Federation.

⁸ On the cultural heritage sites (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation of June 25, 2002 No. 73-FZ.

The functional use of the courtyard overlapped with the atrium is different and more dependent on its area and transit load. As international experience has shown, atrium halls satisfy various social functions, while maintaining their communication properties (table).

The analysis of foreign and domestic experience in the design of atriums in the reconstruction of urban areas made it possible to identify factors that could affect the adoption of an architectural and structural solution.

1. *Status of building — architectural and structural organization of the atrium.* The status of the architectural monument imposes certain restrictions on the appearance and structural system of the atrium: it concerns both the prohibition on building and non-interference in those structures that are the object of protection of the cultural heritage site. With respect to the architectural and structural organization of overlapped basement courtyards, we should not forget that in buildings with special protection status, the atrium can not be the center of attention, it should harmoniously fit into architecture without harming the whole perception of the monument [14].

2. *Dimensions of courtyard — structural system of the atrium.* The structural system is directly related to the size of the span to be overlapped. The larger the span, the harder and more complex the design of the translucent shell. And the heavier the shell, the more interventions need to be made to the frame construction of the building.

3. *Function — special engineering solutions of the atrium.* Glass is a sound reflecting surface, therefore there is such phenomenon, as boominess (high value

Criteria for assessing the options of function introduced to the atrium courtyard

Criteria for assessing of introduced function	Function					
	Exhibition space	Lecture-hall	Retail space	Banquet hall	Recreational space	Familial recreational space
Commercial attractiveness for investors	+	+	+	+	—	—
The possibility of introducing this function to basement courtyard of a residential building	—	—	—	—	+	+
The possibility of introducing this function to basement courtyard of a public building	+	+	+	+	—	+
The need to use special engineering tools for the normal functioning of the atrium in this version of use	+	+	—	—	—	—
The possibility of introducing this function to courtyard with span less than 18 m	—	+	+	+	+	+
The possibility of introducing this function to communicating courtyard overlapped with the atrium	+	—	+	—	+	+

of reverberation time in all frequency range) in atria. When placed in an overlapped courtyard of exhibition, theatrical or educational areas, it becomes necessary to introduce special engineering solutions that improve the acoustic qualities of space [15].

4. Climatic features — special engineering solutions - architectural and structural organization of the atrium. To ensure a comfortable microclimate inside the atrium, for the possibility of high-quality care of the translucent shell and effective control of the accumulating snow masses, a number of engineering and design solutions that affect the architectural appearance of the shell are needed [16].

Design, structural, microclimatic, functional and typological factors directly affect the image of the projected atrium, but all these factors must be considered only in their interconnection, at the intersection of such criteria as the size of the overlapped span, the original form of the courtyard, the function of the building undergoing renovation, and its historical status.

CONCLUSIONS

The proposed variant of renovation of basement courtyards of historical development by means of erection

of atriums can be applied for the following elements of urban development:

- basement courtyards of the settled apart houses and the “gray belt” of St. Petersburg (dilapidated industrial areas) as one of the ways to solve the problem of sanitary and social ill-being (with the integrated approach);
- basement courtyards of architectural ensembles that are cultural heritage sites as a way of solving the problem of increasing the area of lack of public spaces, since the building on the territory of a cultural heritage site is prohibited by federal legislation on the protection of cultural heritage sites;
- spacious basement courtyards of the central areas of cities, which are the center of social attraction (for example, pop-up markets, weekend markets), as a way of solving the problem of the discrepancy of the current function with the historical appearance;
- basement courtyards of settled apart residential buildings (such as a “commercial apartment building”), while maintaining their function with the organization in the level of the first floor apartments for low-mobility groups of the population, as well as communal recreational spaces and shops with essential commodities (as a way of adapting houses of this category).

Figure 5. Factors affecting the architectural and structural appearance of the atrium

REFERENCES

1. Argunova M.V. Model' «Umnogo» goroda kak proyavlenie novogo tekhnologicheskogo uklada [The „smart city” model as a manifestation of the new technological mode]. *Nauka i shkola* [Science and School]. 2016, no. 3, pp. 14–23. (In Russian)
2. Kozodaeva N.V., Vlasova D.V. Renovatsiya istoricheskogo tsentra v sovremennykh usloviyakh provintsial'nogo goroda [Renovation of the historical center in the modern conditions of the provincial city]. *Dom na Brestskoy* [House on Brestskaya]. 2015. Available at: <http://www.dom6.ru/19-a/63-renovatsiya-istoricheskogo-tsentra>. (In Russian)
3. Zazdravnykh O., Kanaev I. Chem opasny dvory-kolodtsy? [What are dangerous yard wells?]. *Domostroy* [Domestic Order]. 2015. Available at: <http://www.domostroymedia.ru/articles/publication/1583.5>. (In Russian)
4. Gusarov A. *Peterburgskie dvory. Neobychnye dvory, kurdonery, dvory-kolodtsy, prokhodnye dvory* [Petersburg courtyards. Unusual yards, courdoners, yard-wells, passage yards.]. Moscow, Tsentspoligraf Publ., 2015. pp. 1–18. (In Russian)
5. Batalina T.S. Analiz osobennostey formirovaniya obshchestvennogo prostranstva [Analysis of the features of the public space formation]. *Biznes i dizayn revyu* [Business and design revue]. 2017. vol. 1, no. 1 (5), pp. 11. (In Russian)
6. Great Court: history and design. *British Museum*. 2006. Available at: http://www.britishmuseum.org/about_us/the_museums_story/architecture/great_court.aspx.
7. Sudjic D., De Grey S., Foster N. *Norman Foster and the British Museum*. Prestel, 2001, pp. 25–42
8. Gusarov A.Yu. *Pamyatniki voinskoy slavy Peterburga* [Military glory monuments of St. Petersburg]. Saint-Petersburg, 2010. Pp. 320–445. (In Russian)
9. Malinin N. The general headquarters becomes more general. *Rossiyskiy arkhitekturnyy web-portal Archi.ru* [Russian architectural web portal Archi.ru]. 2010. Available at: https://archi.ru/en/object_current.html?id=4399.
10. Gordina E.Zh. Funktsionirovanie atriumov v vysotnykh zdaniyakh obshchestvennogo naznacheniya [The functioning of atriums in high-rise public buildings]. *Arkhiton: izvestiya vuzov* [Architecton: Proceedings of Higher Education]. 2009, no. 27. Available at: http://english.archvuz.ru/2009_3/4. (In Russian)
11. Historic Centre of Saint Petersburg (Russian Federation). *Advisory Body Evaluation (ICOMOS): official site of the UNESCO*. Available at: <http://whc.unesco.org/en/list/540/documents/>.
12. Kaganskiy V. *Kak ustroena Rossiya? Portret kul'turnogo landshafta* [How is Russia organized? Portrait of a cultural landscape]. Moscow, Strelka press, 2013. 33 p. (In Russian)
13. Ivanov A. Novye vozmozhnosti otsenki i sokhraneniya istoricheskoy gorodskoy sredy: sistema SAVE [New possibilities for assessing and preserving the historical urban environment: the SAVE system]. *Novye informatsionnye tekhnologii i vseмирnoe kul'turnoe nasledie v novom tysyacheletii: mat. konf. «EVA'99 Moskva» 25–29 oktyabrya 1999 g.* [New information technologies and the world cultural heritage in the new millennium: proc. of the conference “EVA'99 Moscow” October 25–29, 1999]. Moscow, PIC Center of the Ministry of Culture of the Russian Federation, State Tretyakov Gallery, 1999. Pp. 421–426. (In Russian)
14. Polyakova V.E. Ob'ekty kul'turnogo naslediya [Objects of cultural heritage]. *Informatsionnyy bank sistemy Konsul'tant Plyus «Yuridicheskaya pressa»* [Information bank of Consultant Plus system “Legal press”]. 2017. Available at: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=CJI;n=105371;dst=100005#0>. (In Russian)
15. Borisov L.A., Simonenko A.M., Shchirzhetskiy Kh.A. O vozmozhnosti ispol'zovaniya atriumov v kachestve kamernykh muzykal'nykh zalov [On the possibility of using atriums as chamber music halls]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction]. 2009. Special issue, pp. 80–83. (In Russian)
16. Stefanutti L. Klimatizatsiya atriumov [Atria climatisation] / translated from Italian by S.N. Bulekov. *Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukh, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika (AVOK)* [Ventilation, Heating, Air Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2001, no. 4. Available at: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=38. (In Russian)

Received November 13, 2017.

Adopted in final form on December 20, 2017.

Approved for publication on December 25, 2017.

ABOUT THE AUTHORS: **Elmanova Daria Sergeevna** — Inspector, Office of Territorial Control, Department of Moscow Cultural Heritage (Mosgornasledie), 19 Pyatnitskaya st., Moscow, 115035, Russian Federation, da234@mail.ru;

Aksenova Irina Vasil'evna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Building and Structures Design, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; pz@mgsu.ru.