

возможностью выхода на улицу на сегодняшний день имеет несколько планировочных решений. Важно организовывать максимально мобильный выход из зоны рекреации, распределять потоки разновозрастных групп. По возможности организовывать пространство внутреннего двора для нахождения на свежем воздухе.

Удачным примером школы, где есть открытая рекреация, является Школа Мункегорда в Гентофте (Дания) архитектора Арне Якобсена (рис. 4). Несмотря на то, что школа построена в 1951 году, здесь выполнено очень грамотное решение с точки зрения организации выходов на улицу. Классы сгруппированы таким образом, что каждая ячейка имеет свой внутренний двор, а на объединении этих ячеек находится общий единый внутренний двор.

## 2) Рекреация должна обеспечивать контрастную смену рода деятельности во избежание переутомления.

С объемно-планировочной точки зрения рекреации следует решать контрастно по отношению к учебным ячейкам с раскрытием их на дальнейшие пейзажные точки (рис. 5). Следует комбинировать разномасштабные пространства рекреации (маленькие, средние, большие), а не формировать монотонную классно-коридорную систему. Тем самым будет создаваться пространство, которое побуждает к действию. При переходе от монотонной и строгой формы класса, динамичная и контрастная рекреация обеспечит отдых и эмоциональную разгрузку.

Примером контрастного решения пространства является рекреация в школе «Точка Будущего» в Иркутске (рис. 6). Здесь все пространство школы построено по принципу открытости, поэтому границы между классом и рекреацией практически стерты, но при этом есть четкое представление, где проходят уроки, а где зона для отдыха. Форма здания представляет собой замкнутую структуру с внутренним двором. Все «общественные»

пространства пронизывают классы по периметру и из любого помещения можно быстро оказаться в большом открытом общем пространстве.

В заключении следует сказать, что школьная перемена является одной из форм восполнения энергии у ребенка, а местом для осуществления перемены выступает как раз таки рекреационное пространство. Именно поэтому грамотная организация отдыха в рамках школьной рекреации способна не только восполнить утраченную энергию, но и увеличить работоспособность и вовлеченность в образовательный процесс.

Доказанная множеством исследований эффективность проведения отдыха между уроками на свежем воздухе поднимает значимость вопроса использования рекреаций, который на данный момент в практике отечественного школьного строительства не решен.

### Список литературы

1. Архитектурно-планировочное пространство школы // Archidizain : Интернет-портал. – Опубликовано 04 июня 2019. – URL: [https://www.archidizain.ru/2019/06/blog-post\\_4.html](https://www.archidizain.ru/2019/06/blog-post_4.html) (дата обращения: 25.03.2024).
2. В Китае появилась необычная экспериментальная школа // Livejournal : блог-платформа. – URL: <https://masterok.livejournal.com/9487448.html> (дата обращения: 20.05.2024).
3. Фролова, Н. Обучающее пространство. Начальная школа Фуцян в Шэньчжэне по проекту People's Architecture Office / Н. Фролова // Архи.ру : Интернет-портал. – URL: <https://archi.ru/world/97606/obuchayuschee-prostranstvo> (дата обращения: 20.05.2024).
4. Fossil Building at Cabriès School / Amelia Tavella Architectes // ArchDaily : Интернет-портал. – URL: [https://www.archdaily.com/1010116/fossil-building-at-cabries-school-amelia-tavella-architectes?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/1010116/fossil-building-at-cabries-school-amelia-tavella-architectes?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (дата обращения: 20.05.2024).
5. Niemenranta Elementary School / ALT Architects + Architecture Office Karsikas // ArchDaily : Интернет-портал. – URL: [https://www.archdaily.com/279413/niemenranta-elementary-school-alt-architects-architecture-office-karsikas?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/279413/niemenranta-elementary-school-alt-architects-architecture-office-karsikas?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (дата обращения: 20.05.2024).

А. А. Мануйлова

A. A. Manuylova

## Особенности формирования архитектуры центров протезирования конечностей Features of the formation of the architecture of limb prosthetics centers

**Ключевые слова:** центры протезирования, посттравматическая реабилитация, современное протезирование, протезы

**Keywords:** prosthetics centers, post-traumatic rehabilitation, modern prosthetics, prostheses

**Аннотация.** Ежегодно количество людей, нуждающихся в качественной протезной помощи, увеличивается в связи с военными конфликтами, катаклизмами, бытовыми травмами и болезнями, что говорит о чрезвычайной актуальности темы. Поэтому в публикации впервые рассмотрены особенности формирования архитектуры протезно-ортопедических центров, а также выявлена аналитическая модель на основании современных технологий протезирования.

**Abstract.** Every year, the number of people in need of high-quality prosthetic care increases due to military conflicts, disasters, domestic injuries and illnesses, which indicates the extreme relevance of the topic. Therefore, the publication for the first time examines the features of the formation of the architecture of prosthetic and orthopedic centers, and also identifies an analytical model based on modern prosthetic technologies.

С появлением наноматериалов, инновационных технологий и выходом высокотехнологичных устройств

в массовую разработку протезирование конечностей как область медицины обрело новые смыслы. Люди-

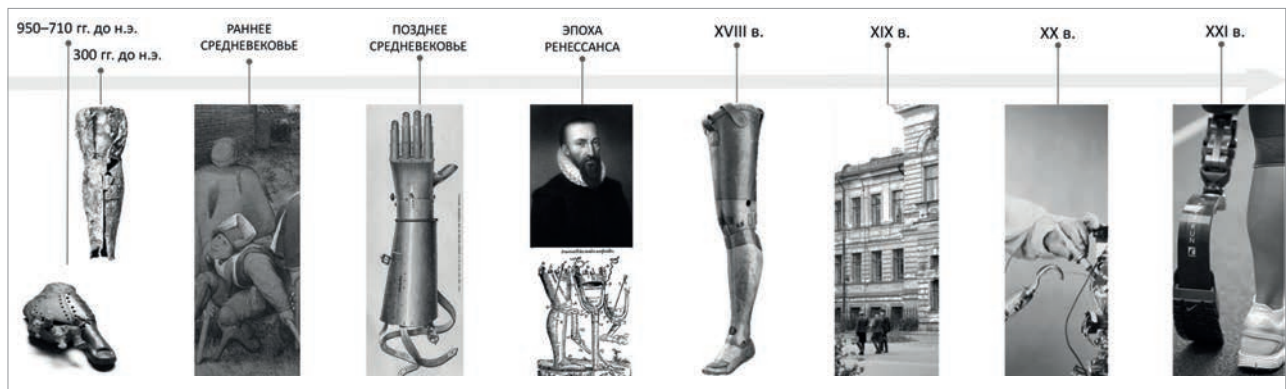


Рис. 1. История протезирования в хронологическом порядке

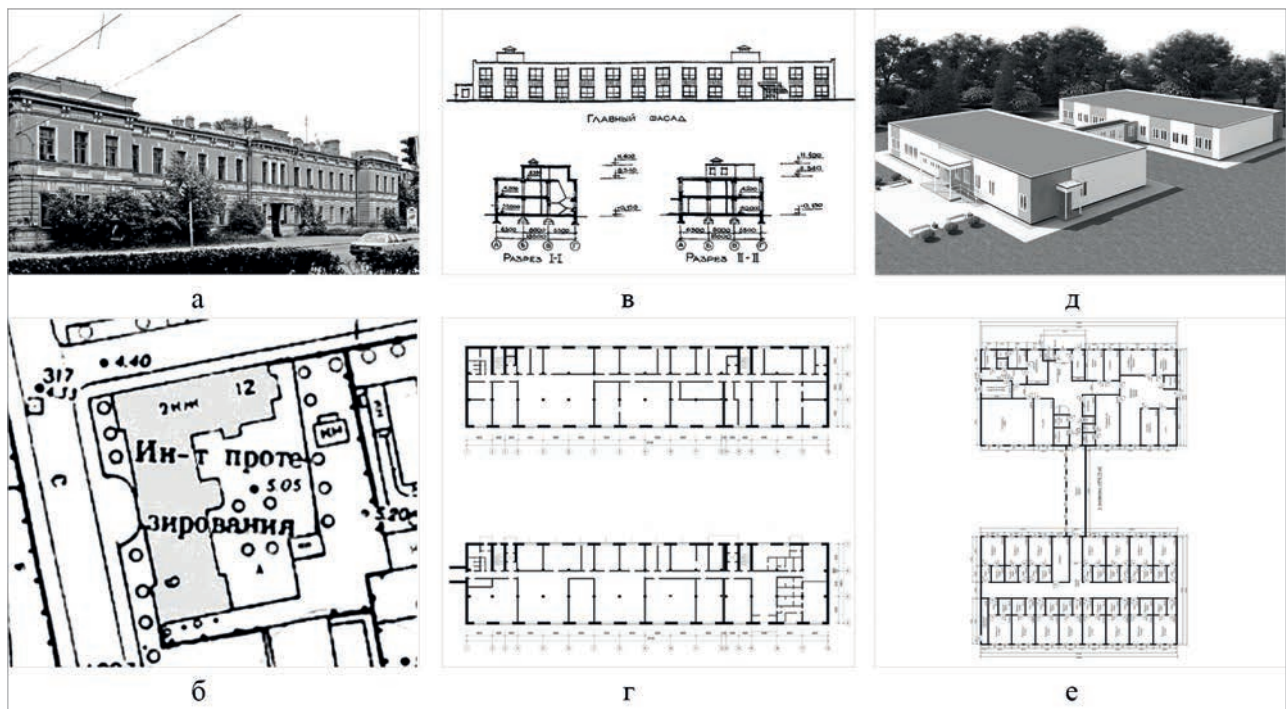


Рис. 2. Примеры проектирования протезно-ортопедических центров в России: а – Мариинский приют для престарелых и увечных воинов на Выборгской стороне в Санкт-Петербурге; б – Генеральный план Мариинского приюта; в – Фасад и разрезы типового проекта протезно-ортопедического предприятия; г – План 1 и 2 этажа типового проекта протезно-ортопедического предприятия; д – Визуализации проекта центра протезирования; е – План проекта центра протезирования

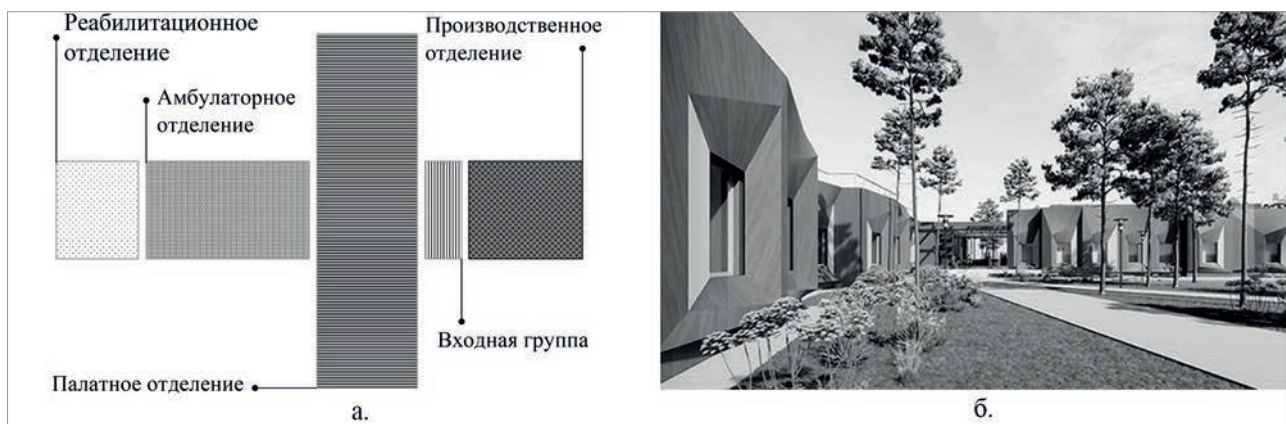


Рис. 3. Проектная модель: а – Аналитическая модель; б – Визуализация авторского проекта центра протезирования конечностей на базе Лечебно-реабилитационного центра в деревне Голубое

киборги из фантастических фильмов вышли в реальность. Функциональность современных протезов значительно расширяет базовые человеческие возможности. В связи с этим требуется переосмысление пространства оказания протезной помощи, что предоставляет уникальную возможность для инноваций и в области архитектуры. В статье представлены ключевые особенности проектирования протезно-ортопедических центров будущего.

### Истоки протезирования

К протезированию человечество прибегало еще в глубокой древности (рис. 1). Самым древним известным человечеству протезом является деревянный большой палец ноги женской мумии (находка датирована 950–710 гг. до н. э.), найденной в Луксоре и исследованной Немецким археологическим институтом (DAI) в 1997 году. Первый полноценный протез ноги был найден в Италии в городе Калужа во время археологических раскопок (находка датирована 300 гг. до н. э.). Было установлено, что протез изготовлен римлянами из бронзы и железа с деревянным сердечником. В эпоху раннего Средневековья были распространены примитивные протезы, такие как ножки-колышки, крючки для рук. Такие протезы были способны удовлетворить базовые потребности. Случаи протезирования, однако, были всё еще редки, так как отсутствовали стерильные условия и грамотный медицинский персонал, что приводило к частой гибели ампутантов.

В позднем Средневековье появляются первые прототипы тяговых протезов. В эпоху Ренессанса происходит смена материала: железо заменяется кожей, бумагой и клеем. Появляются изобретения Амбруаза Паре. В XVIII веке Джеймс Поттс получает патент на деревянную ногу Агсли, предположительно созданную по разработкам русского изобретателя И. Кулибина. До XIX века изготовление протезов происходило в индивидуальных мастерских и доступно было немногим. Лишь в конце XIX столетия появляются первые учреждения для протезной помощи, но в основном для военных. С появлением анестезии протезирование выходит на новый уровень (рис. 1).

### Современные технологии и статистика

В XX–XXI веках изобретаются протезы, направленные на улучшение походки, появляется 3D-печать, бионические протезы. В процентном соотношении технологии протезирования XXI века занимают такие позиции: 33 – робототехника, 27 – нейротехнологии, 16 – разработки в области виртуальной реальности, 12 – искусственный интеллект и аддитивные технологии.

В мире ежегодно проводится более 1 млн ампутаций, из них более 70 тыс. в России. 25 % населения России используют ассистивные приспособления, это 49,3 млн человек, 26 % из которых – маломобильная категория граждан. Согласно статистическим данным, спрос на протезы растет с каждым годом. Чаще всего люди, нуждающиеся в протезировании, – это люди трудоспособного возраста.

Подготовка к протезированию начинается сразу после операции. Часто ампутация сопровождается тяжелыми последствиями: болевым синдромом, отеками, контрактурами, пролежнями. После снятия отека необходима компрессионная терапия, лимфодренирующий массаж, физиотерапия, лечебная гимнастика. Перед установкой протеза человек должен научиться держать равновесие, сгибать и разгибать сустав, передвигаться с дополнительной опорой, ухаживать за культей и следить за заживлением рубцов, а также уметь выполнять бытовые задачи. Подготовка человека с протезами к ходьбе занимает от двух до четырех недель [7].

В команду реабилитационного центра входят: лечащий врач, эрготерапевт, физический терапевт, специалист по уходу и психолог. Производство протезного изделия требует особого профессионализма техников-протезистов, так как от того, насколько точной будет разработана схема протеза и с каким качеством будет изготовлен протез, зависит качество жизни пациента и будет ли он в дальнейшем пользоваться им.

Для того чтобы человек, ожидающий своего протеза, мог получить всю необходимую помощь, пройти как можно более безболезненную адаптацию, необходимо размещать его в протезно-ортопедическом центре, отвечающем современным требованиям.

### Опыт проектирования протезно-ортопедических центров в России

Первым государственным учреждением по оказанию помощи инвалидам войны в дореволюционной России стал Мариинский приют, также он является единственным стационарным учреждением в Европе того времени (рис. 2 а). Здание построено по проекту военного инженера, полковника А. М. Вишнякова, и представляет собой каменное двухэтажное Г-образное строение, рассчитанное на 75 коек. Планировка Мариинского приюта была коридорного типа с просторными, хорошо освещенными помещениями (рис. 2 б). В центральной части здания на первом этаже запроектирован просторный вестибюль. В северном крыле на первом этаже расположились палаты, столовая, кухня, ванный блок и кладовые; на втором этаже – палаты, бельевая, ванный блок. В южном крыле на первом этаже – кабинеты врачей, приемная, перевязочная, жилые комнаты для врачей и комнаты персонала; на втором этаже – административные помещения. Ко двору приюта примыкает небольшой сад и мастерские.

В 1972 году Государственным проектным институтом «Гипробытпром» был разработан типовый проект «Протезно-ортопедическое предприятие» (рис. 2 в). Предприятие было предназначено для городов с населением 250–500 тысяч человек. Проект представляет собой двухэтажное здание, прямоугольное в плане (рис. 2 г). Были запроектированы мастерские, административные помещения, раздевалки для персонала и санитарные узлы, буфет с доготовочной и технические помещения. Так как в проекте разработан только производственный корпус, то предполагался переход с первого этажа

в стационар. Единовременно в здании предполагалось размещение 124 работников.

В 2023 году Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА России) предлагает проект Центра протезирования нижних конечностей на базе Лечебно-реабилитационного центра в д. Голубое (рис. 2 д). Проект представляет собой одноэтажное быстровозводимое здание, Н-образное в плане (рис. 2 е). Здание имеет два основных функциональных блока: производственно-реабилитационный и палатный, соединенные отопляемым переходом. Блок А на 15 палат с санузлом и душем, кабинетом медперсонала и техническим помещением. В блоке Б располагаются помещения для подготовки к протезированию, протезные мастерские, реабилитационные залы и кабинеты, администрация. Предполагается, что модуль будет просто изменять конфигурации, геометрию и маршрутизацию в зависимости от фактических данных и задач.

В основном центры протезирования в городах России – это филиалы Московского протезно-ортопедического предприятия (АО «Московское ПрОП»). Центры протезирования располагаются в крупных административных центрах, наибольшая их концентрация в центральной части России.

В ходе анализа отечественного опыта проектирования были рассмотрены 12 протезно-ортопедических центров и выявлены два основных вида по расположению. Центры протезирования, располагающиеся в исторических зданиях, построенных в 30–70-е годы прошлого столетия, представлены на примерах Тверского, Вологодского, Дальневосточного, Новосибирского, Калининградского филиалов Московского ПрОП и ПрОП Камчатского края «Протект». Здания располагаются на собственном участке и часто имеют Н-образную конфигурацию в плане, не более 2 этажей и площадь в пределах 3 тыс. кв. м. Не везде предусмотрен безбарьерный доступ. Отделка фасадов не соответствует эстетическим запросам населения.

Центры протезирования, построенные после 70-х годов прошлого столетия специально для нужд протезно-ортопедических центров, проанализированы на примерах Ярославского, Смоленского, Екатеринбургского, Волгоградского филиалов Московского ПрОП, а также ПрОП Санкт-Петербурга и Москвы. Здания имеют различную конфигурацию в планах и характерный облик для типовых построек.

В ходе исследования было выявлено, что протезные центры России размещаются преимущественно в исторических зданиях, недостаточно приспособленных под современное использование, в структуре крупных медицинских центров (как отделение, дополнительный корпус), в современных отдельно стоящих зданиях (редко), а также в легковозводимых сооружениях. Из основных недостатков можно выделить: моральный и физический износ эксплуатируемых зданий, жесткость планировочных структур, несоответствие архитектуры эстетическим запросам и отсутствие качественного благоустройства территории (рис. 2).

### Мировой опыт проектирования центров протезирования

Мировой опыт проектирования был исследован на 12 примерах: Медицинский центр Самсунг (Южная Корея); Hospital ASSUTA (Тель-Авив, Израиль); IMED Hospitales (Эльче, Испания); ORTHOPARC Klinik GmbH (Кёльн, Германия); IMED Hospitales (Барселона, Испания); Клиника «Яркий Гумбольдт» (Берлин, Германия); Компания Johnson & Johnson по протезированию (Тайвань); Клиника скорой помощи BG (Франкфурт-на-Майне, Германия); Medicover Hospital (Варшава, Польша); Реабилитационный центр (Токио, Япония); ISPO (Йёнчёпинг, Швеция); Medicana Kadıköy (Стамбул, Турция).

Центры протезирования в европейских и азиатских странах представлены в различных эстетических качествах; часто встречаются современные строения, имеющие привлекательный облик. При проектировании обращаются к традиционной архитектуре. Применяют смелые цветовые решения, формы и материалы, также используются энергосберегающие технологии.

В мировой практике протезные центры преимущественно располагаются в современных отдельно стоящих зданиях и/или входят в структуру крупных медицинских центров (как отделение, дополнительный корпус).

### Аналитическая модель и апробирование

В ходе исследования была разработана аналитическая модель центра протезирования (рис. 3 а). Она представлена тремя связанными между собой блоками: А – палатное отделение на 30 коек; входная группа. Б – производственная лаборатория изготовления протезов. В – отделение физической реабилитации и амбулаторное отделение. Центральное положение занимает блок А, имеющий самостоятельные связи с блоками Б и В. Блоки сопоставлены таким образом, чтобы минимизировать путь передвижения пациентов.

В палатах следует использовать мягкие оттенки с легкими световыми акцентами, а в помещениях функциональной терапии — более насыщенные цветовые решения. Согласно проведенным исследованиям в области цветовосприятия, в ортопедической реабилитации хорошо себя зарекомендовал желто-оранжевый цвет. Желтый обладает тонизирующим действием, наименее утомляет, стимулирует зрение и нервную деятельность, позитивно воспринимается пациентами. Помещения персонала в производственном отделении важно визуально разделить с лечебными помещениями, чтобы медработники могли отдохнуть.

На основании аналитической модели был запроектирован центр протезирования нижних конечностей на базе Лечебно-реабилитационного центра в деревне Голубое (рис. 3 б). Пластика фасада создается за счет активного планировочного решения, структура которого динамична и строится на принципах шарнирных связей. Запроектированы палаты, входная группа, производственное отделение и реабилитационное отделение. Продумана схема передвижения персонала и пациентов таким образом, чтобы избежать пересечения потоков.

Все блоки соединены атриумами. В палатном отделении предусмотрены световые фонари и области, в которых могут располагаться зоны отдыха.

В ходе исследования были выявлены недостатки существующих протезно-ортопедических центров и разработанных типовых проектов: моральный и физический износ эксплуатируемых зданий, жесткость планировочных структур, несоответствие архитектуры эстетическим запросам и отсутствие качественного благоустройства территории. Центр протезирования должен обладать архитектурной выразительностью и привлекательностью, учитывать принципы салютогенного дизайна во внутренних пространствах. Необходимо закладывать в проект просторную трансформируемую планировку и резервные помещения для внедрения новейших технологий протезирования, энергоэффективного оборудования и энергосберегающих технологий. Предложенная модель состоит из таких функциональных блоков, как реабилитационное, амбулаторное, палатное, производственное отделения и входная группа. Протезный центр должен иметь целесообразное зонирование и простую навигацию, а также разделение потоков персонала и пациентов. Следует минимизировать длину путей передвижения пациентов и учесть доступность для маломобильных групп населения. Важным моментом является качественное благоустройство прилегающей территории и приспособление её под проведение реабилитационных мероприятий.

Проектирование современных протезно-ортопедических центров — актуальная проблема современности, так как людей, нуждающихся в протезировании, не становится меньше в связи с войнами, природными катаклизмами, бытовыми травмами и болезнями. Люди, ожидающие свой протез, должны получать качественную помощь и лечение на протяжении всего процесса протезирования, что возможно осуществить только на базе специализированных центров протезирования конечностей, отвечающих всем современным требованиям. Предложенная нами модель соответствует данным критериям и может способствовать повышению качества проектируемых протезных центров.

#### Список литературы

1. *Гринин, В. М.* О качестве жизни инвалидов-ампутантов в Российской Федерации / В. М. Гринин, Э. И. Шестемирова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения

и истории медицины. – 2020. – № 28 (3). – С. 380-384. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kachestve-zhizni-invalidov-amputantov-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 15.11.2023).

2. *Коробенков, Н. О.* Бионическое протезирование конечности / Н. О. Коробенков, С. С. Кочетов, П. А. Григоров // Байкальский медицинский журнал. – 2019. – № 3. – С. 22-26. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bionicheskoe-protézirovanie-konechnosti/viewer> (дата обращения: 11.10.2023).
3. Мариинский приют для увечных воинов им. профессора Альбрехта // citywalls.ru : сайт, посвященный архитектуре домов Санкт-Петербурга – URL: <https://www.citywalls.ru/house6259.html> (дата обращения: 10.03.2024).
4. *Митиенко, М. В.* Анализ рынка бионических протезов / М. В. Митиенко, А. С. Одинцова, Д. А. Семькина // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2021. – Вып. 1 (53). – С. 26-30. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rynka-bionicheskikh-protézov/viewer> (дата обращения: 07.10.2023).
5. Организационно-методические подходы к комплексной социальной реабилитации инвалидов, пострадавших в ходе специальной военной операции. Методические рекомендации / О. Г. Струкова, Е.В. Морозова, Е.В. Жукова, А.Н. Барышова; под ред. М. А. Дымочки. – Москва, 2023.
6. Протезно-ортопедическое предприятие для городов с населением от 250 до 500 тысяч жителей // files.stroyinf.ru : сайт библиотeki нормативной документации. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/2/4294850/4294850409.pdf?ysclid=lttwukvljj705131787> (дата обращения: 16.03.2024).
7. Реабилитация после ампутации конечностей // Клиника «Три сестры» : сайт. – URL: <https://three-sisters.ru/blog/reabilitacija-posle-ampucacii-konechnostej> (дата обращения: 02.04.2024).
8. Российский рынок AssistiveTech: особенности и перспективные направления / ГБУ «Агентство инноваций Москвы». // Агентство инноваций Москвы : сайт. – Опубликовано в июне 2023 г. – URL: [https://portal.inno.msk.ru/uploads/agency-sites/analytics/research/AssistiveTech+in+Russia\\_AIM\\_2023.pdf/](https://portal.inno.msk.ru/uploads/agency-sites/analytics/research/AssistiveTech+in+Russia_AIM_2023.pdf/) (дата обращения: 02.04.2024).
9. *Сайфуллин, В. Г.* Эффективность социальной реабилитации инвалидов боевых действий: теоретические и практические аспекты / В. Г. Сайфуллин // Вестник Университета Российской академии образования. – 2010. - № 5. – С. 127-130. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-sotsialnoy-reabilitatsii-invalidov-boevykh-deystviy-teoreticheskie-i-prakticheskie-aspekty> (дата обращения: 15.11.2023).
10. *Theißen-Helling, M.* A Vision of a Hospital. Zukunftsfähige Architektur von Krankenhäusern und Gesundheitsbauten im Kontext von architekturelevanten Anforderungen und bedürfnisorientierter Planung : Planen Bauen Umwelt : Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktorin der Ingenieurwissenschaften / Theißen-Helling, Mena Katharina; Technischen Universität Berlin. – Berlin, 2023. // tu.berlin : offizielle Website des Technischen Universität Berlin. – URL: <https://depositonce.tu-berlin.de/items/f05364eb-b23e-4411-86fa-f668f86ae44c> (datum der bewerbung: 14.11.2023).