

УДК 69.059.7

ШАФРАЙ СЕРГЕЙ ДМИТРИЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор,
shafray.sd@yandex.ru

Новосибирская государственная архитектурно-художественная
академия,
660099, г. Новосибирск, Красный проспект, 38

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРИЕМЫ В РЕКОНСТРУКЦИИ СТАРЫХ ЗДАНИЙ Г. НОВОСИБИРСКА

Осуществлена оценка архитектурно-конструктивных приемов, используемых при реконструкции старых зданий с целью увеличения их этажности. Предложены варианты архитектурного конструирования для понижения строительной высоты кровли эксплуатируемого здания без остановки в нем технологического процесса. В качестве конструкций перекрытия дополнительных этажей предлагается сталебетонная плита, имеющая по сравнению с другими типами перекрытий малую строительную высоту. Приведены примеры использования указанных способов в реконструкции старых зданий в г. Новосибирске.

Ключевые слова: архитектурные конструкции; реконструкция; сталебетонные плиты; устройство антресолей.

SERGEJ D. SHAFRAY, DSc, Professor,
shafray.sd@yandex.ru
Novosibirsk State Academy of Architecture and Fine Arts,
38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia

ARCHITECTURAL AND DESIGN TECHNIQUES IN RENOVATION OF OLD BUILDINGS IN NOVOSIBIRSK

The paper presents the assessment of architectural and construction techniques used in renovation of old buildings to increase the number of storeys. Proposed are the variants of architectural design to lower the construction height of roofs without stopping the technological process. A steel concrete is suggested as floor structure, which has a lower construction height as compared to other types of floor structures. Examples of using these methods in reconstruction of old buildings in Novosibirsk are given herein.

Keywords: architectural design; reconstruction; steel concrete slab; mezzanine.

Современное развитие городской среды требует ее постоянного обновления, в том числе уплотнения существующей застройки исходя из экономических и архитектурных требований. Новосибирск как центр Западно-Сибирского края и его здания претерпевали неоднократную реконструкцию в 20–30-х гг. прошлого столетия. Сегодня этот процесс набирает новую силу. Старинные здания постройки начала прошлого века, являющиеся памятниками архитектуры, расположены в центральной части города. Как в прошлом, так и в настоящее время они выполняют функцию торговых, гостиничных и общественных сооружений. В новой экономической ситуации потребова-

лось увеличение их этажности. Проблема увеличения этажности усложняется тем, что конструкции фундаментов старых зданий, как правило, из бутобетонной кладки, и сами каркасы зданий, выполненные из слабого бетона на речном галечном заполнителе с круглой гладкой арматурой, не предусматривались под дальнейшее наращивание нагрузок на них. Кроме этого, конструкции зданий после длительной эксплуатации накопили многочисленные повреждения, снижающие их несущую способность. Для нашего города многие из этих зданий являются памятниками архитектуры.

Основные типы архитектурно-конструктивных приемов изменения этажности

Увеличение этажности может быть осуществлено несколькими способами (рис. 1) [1, 2]. Первый (рис. 1, а) – устройство мансард с передачей нагрузок на каркас существующего здания. Второй (рис. 1, б) – с передачей только части нагрузок на существующие конструкции с возведением колонн для надстройки внутри здания. Третий (рис. 1, в) – сооружение каркаса с внешними колоннами, не загружающего конструкции существующего здания. Четвертый способ (рис. 1, г) – возведение встроенного этажа или антресолей с уменьшением расчетных длин стен и колонн существующего каркаса и с учетом требований противопожарных норм.

Дополнительно следует назвать способ уменьшения строительной высоты кровли с целью соблюдения архитектурных норм, например, выполнение требований по инсоляции.

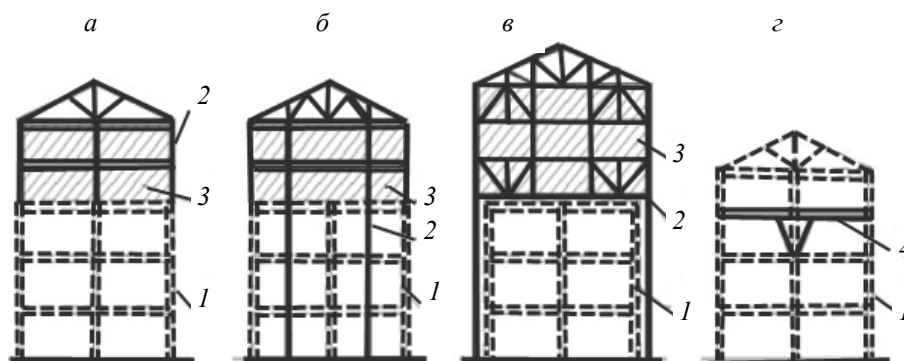


Рис. 1. Конструктивные схемы возведения в зданиях дополнительных этажей:

а – с передачей нагрузок от надстройки на существующее здание; б – с передачей только части нагрузок на существующие конструкции и возведением колонн надстройки внутри здания; в – с устройством каркаса с внешними колоннами, не загружающего конструкции существующего здания; г – с созданием встроенного этажа

Учитывая жесткие ограничения по дополнительной нагрузке на существующие стены и фундаменты, следует стремиться к максимальному снижению массы конструкций надстраиваемых этажей. Этим требованиям в полной

мере отвечают надстраиваемые и встраиваемые конструкции с несущим стальным каркасом из металла. Кроме того, стальной каркас легко собирается и легко монтируется, что обеспечивает минимальный простой сооружения и тем самым дополнительный экономический эффект.

Создание встроенных межэтажных перекрытий и антресолей организует дополнительные горизонтальные диски жесткости, что позволяет уменьшить расчетные длины колонн в реконструируемом здании и повысить их несущую способность.

Примеры названных архитектурно-конструктивных схем

В качестве примеров увеличения этажности по приведенным выше вариантам представляем конструктивные решения с использованием металлического несущего каркаса, разработанные нами для ряда зданий. При этом необходимо отметить, что для уменьшения толщины и собственного веса встраиваемых перекрытий была обеспечена совместная работа бетона монолитной плиты перекрытия со стальными балками и с профлистом, служащим несъемной опалубкой в этом перекрытии. Это позволяет принять толщину перекрытия равной $1/40$ от перекрываемого пролета.

Увеличение этажности за счет встроенных этажей и устройства мансардного этажа предложено для реконструкции производственного здания, расположенного на берегу Бердского залива Обского водохранилища (рис. 2).

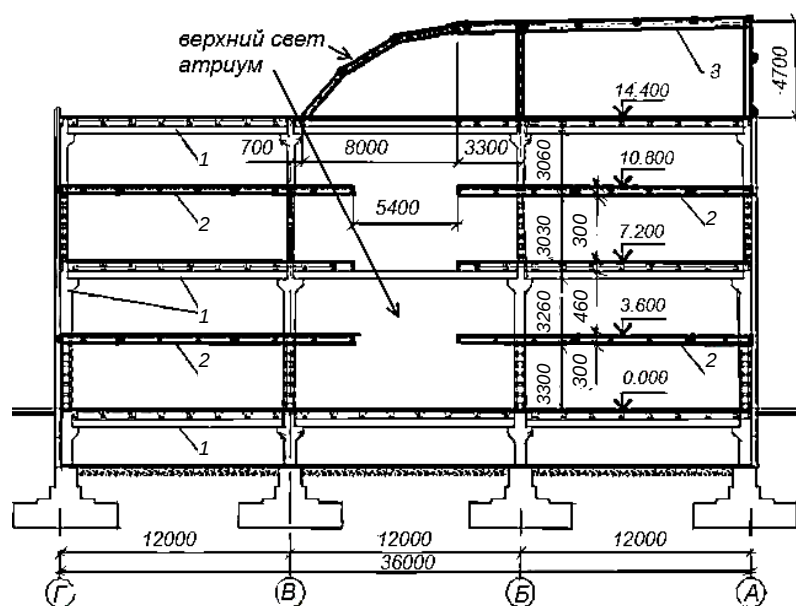


Рис. 2. Реконструкция производственного здания объединения «Вега». г. Бердск, ул. Попова, 11/2, путем создания двух встроенных этажей и сооружения мансардной надстройки:

1 – конструкции существующего здания; 2 – конструкции встроенных перекрытий; 3 – несущий каркас надстройки мансарды

Для этого случая создание двух встроенных этажей и мансарды было обосновано и подкреплено расчетами грунтового основания и существующего железобетонного каркаса, выполненного по серии ИИ-04. Необходимо отметить, что сборные железобетонные каркасы, возведенные в нашей стране в 60-е гг. прошлого столетия, при их нормальной эксплуатации имеют достаточный запас прочности и пригодны для реконструкции с увеличением этажности здания.

Другими примерами создания встроенных этажей (рис. 1, з) могут служить устройства встроенных антресольных этажей для зданий по ул. Советской, 18, и по ул. К. Маркса, 57, в г. Новосибирске (рис. 3, а, б). Здание по ул. Советской, 18, построено в 1926 г. (архитектор А.Д. Крячков) и признано памятником архитектуры регионального значения. Первоначально здание было двухэтажным. В 1928 г. при создании Западно-Сибирского края с центром в г. Новосибирске было принято решение об увеличении этажности зданий центральной части города, в том числе и этого дома. В 1930 г. краевая контора Текстильсиндиката (так называлось это здание) было реконструировано по проекту инженера И.Д. Лалевича так, что оно приросло на два этажа и стало четырехэтажным. Из-за опасения перегрузки старых колонн И.Д. Лалевичем были введены дополнительные колонны для новых этажей. Диспропорция совместного размещения колонн просматривается в интерьерах первого этажа здания.

В 2006 г. в этом здании нами были запроектированы антресоли, конструктивные решения которых представлены на рис. 3, а, а общие виды и узлы – на рис. 4, а, б.

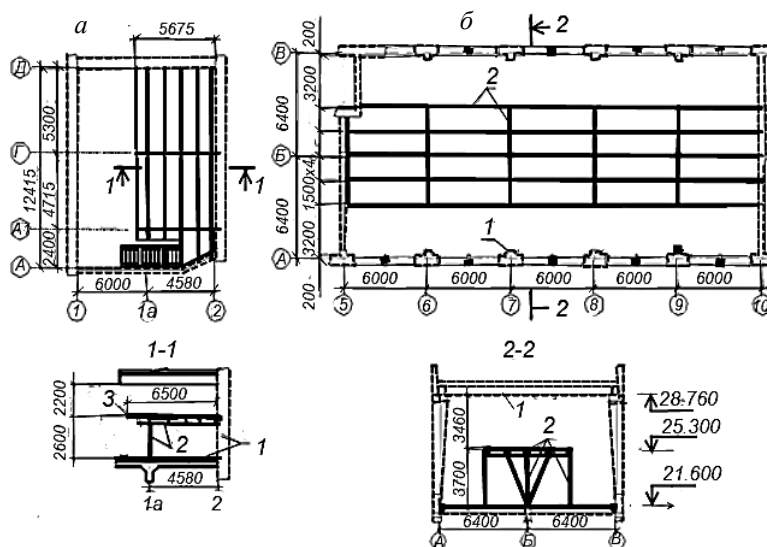


Рис. 3. Устройство встроенных антресольных этажей:

а – выполнение антресолей в здании по ул. Советской, 18; б – то же по ул. К. Маркса, 57; 1 – конструкции существующего здания; 2 – металлоконструкции встроенного перекрытия; 3 – дощатый настил встроенного перекрытия

При создании антреселей для облегчения конструкций перекрытия был использован деревянный клееный настил толщиной 80 мм, выполненный по типу «палубного пола» (рис. 4, *а, б*) по стальным коробчатым балкам. Деревянный настил предварительно был обработан антипиреном и антисептиком. Антресоли по ул. К. Маркса сооружены в бывшем актовом зале здания проектного института на его верхнем этаже.



Рис. 4. Конструкции антреселей в здании по ул. Советской, 18:

а – деревянный настил по стоечно-балочным конструкциям; *б* – узел сопряжения деревянного настила со стальными балками

Возведение мансардного этажа с передачей нагрузок на существующее здание представлено на рис. 5, *а*, а сооружение надстройки с внешним каркасом, не загружающей конструкции существующего здания института «Химпласт», – на рис. 5, *б, в*.



Рис. 5. Примеры возведения в зданиях дополнительных этажей:

а – надстройка мансарды здания по ул. Мусы Джалиля, 17; *б* – стадия строительства надстройки с внешним несущим каркасом здания по ул. Комсомольский проспект; *в* – внешний вид здания, показанного на рис. 4, *б*, после возведения надстройки

Дополнительно дадим оценку архитектурно-конструктивной возможности предельного снижения высоты здания. Осуществление такого понижения

высоты должно не препятствовать работе здания, не снижать его работоспособности и эксплуатационной надежности и должно быть произведено с минимальными материальными и трудовыми затратами [3]. Одним из возможных решений является максимальное понижение строительной высоты существующих стропильных ферм путем изменения уровня их верхнего пояса. Рассмотрим реализацию такого подхода на примере здания по ул. Ленина, 12, в г. Новосибирске (рис. 6, а). Первоначально при его возведении строительная высота получилась такой, что конструкция кровли частично перекрывала оконные проёмы второго этажа многоэтажного здания, примыкающего к нему (рис. 6, б).



Рис. 6. Перекрытие кровлей пристройки кафе оконных проемов многоэтажного здания:
а и в – главный фасад здания до и после реконструкции; б – положение кровли до реконструкции

В связи с этим возникла необходимость понижения отметки кровли здания до уровня высоты 5,0 м со стороны примыкания к помещениям 1-го этажа 12-этажного здания.

Краткая характеристика объекта

Здание одноэтажное, эксплуатируемое, отапливаемое. Сооружение имеет прямоугольную форму в плане с размерами по наружным стенам $16,11 \times 29,22$ м. Его высота от чистого пола до низа стропильных ферм (потолка) – 3,6 м. Остов сооружения образован рамами, состоящими из трубчатых колонн и стальных перекрестных ферм, фахверком, состоящим из колонн и ригелей, прогонами покрытия и системой связей (рис. 7).

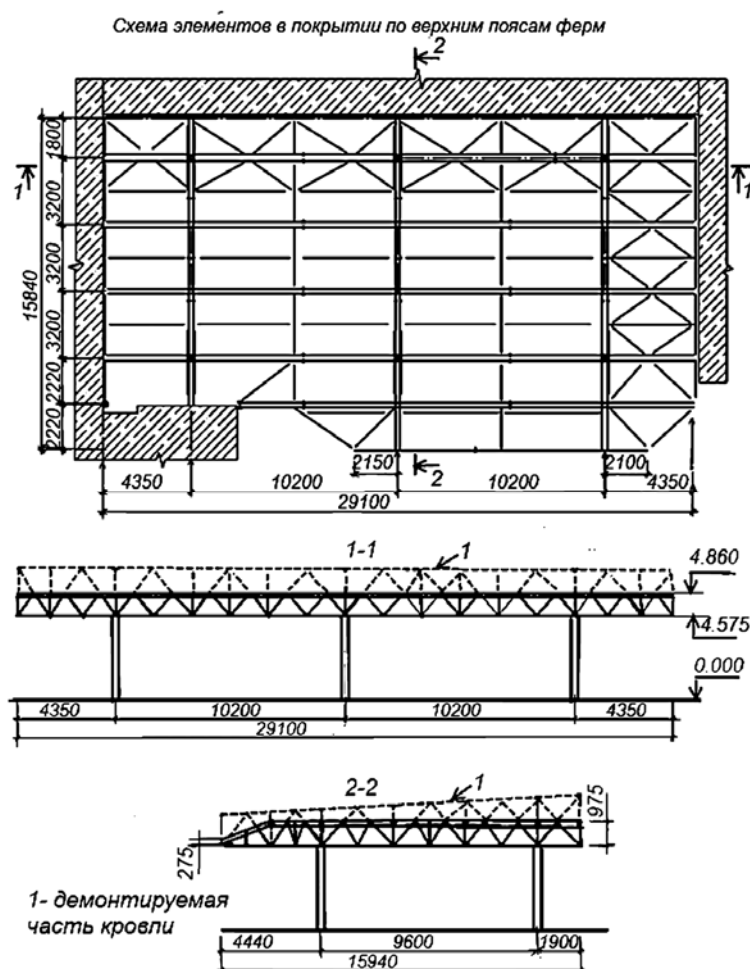


Рис. 7. Планы и поперечный разрез несущих конструкций здания после понижения его кровли, осуществляемого без остановки его эксплуатации. Пунктирными линиями показаны демонтируемые элементы кровли

Стальные колонны выполнены из труб 329×8 мм, которые установлены по сетке с размерами $9,6 \times 10,2$ м. По колоннам смонтирована пространственная решетчатая конструкция покрытия, образующая шатер. Шатер состоит из системы стропильных и подстропильных перекрестно расположенных в одном

уровне ферм. Подстропильные фермы однопролетные двухконсольные (пролеты $2,08 + 9,6 + 2,2$ м). Стропильные фермы двухпролетные двухконсольные (пролеты $4,4 + 10,2 + 10,2 + 4,4$ м). Кровля односкатная с уклоном 5 % в поперечном направлении. Стропильные фермы выполнены с параллельными поясами и треугольной решеткой. Подстропильные – трапецеидального очертания с высотой по концам 1 и 2,275 м соответственно. Элементы ферм приняты таврового сечения из двух спаренных уголков. Узловое сопряжение элементов ферм – сварное на фасонках. Монтажные соединения выполнены на болтах нормальной точности и на сварке. Стальной профлист покрытия крепится к стропильным фермам и стальным прогонам, которые установлены с шагом 1,5 м. Кровельный настил выполняется из стального профилированного оцинкованного листа Н75-1000-0,9. Стальной оцинкованный профлист Н75-1000-0,9 перекрытия потолка крепится к нижним поясам стропильных ферм и стальным прогонам. По профилированному листу потолка уложен утеплитель из минераловатных плит. Узлы соединения стропильных ферм с колоннами приняты по шарнирной, а колонн с фундаментами – по жесткой схемам. Между стропильными фермами установлены прогоны из прокатных широкополочных двутавров по СТО АСЧМ 20-93 №20Ш1. Поперечные (ветровые) связи по покрытию в торцах здания – крестовые из одиночных уголков.

Геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается совместной пространственной работой систем, перекрестных подстропильных и стропильных ферм, расположенных в одном уровне, профлистом кровли и потолка, а также связями по покрытию здания.

Главное противоречие существующего решения кровли архитектурно-эксплуатационным требованиям: с одной стороны, кровля частично перекрывает оконные проемы примыкающего высотного здания. Высоту здания в этой связи необходимо понизить, с тем чтобы окна функционировали нормально; с другой – на какую максимальную величину допустимо понизить высоту здания, с тем чтобы его можно было использовать как общественное здание (магазин, кафе и пр.).

Задачи исследования

1. Определить расчетно-аналитическим способом максимально возможное понижение строительной высоты сооружения.
2. Рассмотреть пути понижения высоты ферм и изменения их геометрии, которые незначительно бы препятствовали работе здания, могли быть осуществлены с минимальными материальными и трудовыми затратами и не снижали работоспособности и эксплуатационной надежности сооружения.
3. Провести необходимые прочностные и деформационные расчеты несущих конструкций покрытия при снижении их строительной высоты
4. Дать предложения об оптимальном конструктивном решении понижения высоты покрытия с точки зрения архитектурных, эксплуатационных, прочностных и деформационных требований.

Пути реализации поставленной задачи

Регламентируемая высота от пола до потолка для зданий общественного назначения по СНиП 2.08.02–89* «Общественные здания и сооружения», п.1.4 должна составлять от 3 до 3,6 м в зависимости от их предназначения. Для обследуемого здания эта высота принята равной 3,6 м.

Таким образом, минимальная высота здания после его понижения составит

$$HЗ = НПМ + НБ + НК + НП,$$

где $HЗ = 3,6 + 0,85 + 0,3 + 0,5 = 5,25$ м – высота здания; $НПМ = 3,6$ м – высота помещения; $НБ = 0,85$ м – строительная высота несущих конструкций (балок, ферм перекрытия), принимаемая не более $1/12$ от максимального пролета в 10,2 м (расстояние между колоннами); $НК = 0,3$ м – строительная высота кровли (стального профилированного листа, утеплителя с учетом организации уклонов для водостока, гидроизоляции); $НП = 0,5$ м – минимальная высота парапета, необходимая для устройства организованного водостока, а также архитектурной выразительности фасадной части здания.

Предписание администрации понизить отметку кровли со стороны ул. Ленина до отметки 4,1 м, т. е. на 1,15 м ниже 5,25 м, возможно только за счет уменьшения высоты здания от пола до потолка до 2,45 м, что не соответствует требованиям строительных норм для таких сооружений. Остается только один путь: сделать новую плоскую кровлю с разуклонкой в 2 % для стока воды, понизив при этом высоту здания до отметки 5,0 м без учета парапета. Понижение здания можно осуществить изменением в сторону уменьшения строительной высоты стропильных и подстропильных ферм. Если понизить кровлю путем превращения трапецеидальных ферм в фермы с параллельными поясами высотой 1 м, то это позволит полностью освободить оконные проемы высотного здания и сделать их нормальными для эксплуатации. Понижение высоты ферм осуществляется созданием нового верхнего пояса с последующим демонтажом старого без полной разборки шатра. Положение с понижением строительной высоты ферм в покрытии усугубляется тем, что на покрытие действует повышенная снеговая нагрузка из-за снеговых мешков, образующихся примыкающими зданиями большей высоты (12-этажное здание с одной стороны и здание «Универсама» – с другой). Противоречие устранено изменением профиля кровли без ее полной разборки и длительной остановки эксплуатации здания путем понижения верхнего пояса ферм без разборки потолочного перекрытия и демонтажа технологического оборудования так, чтобы после реконструкции межферменное пространство (габарит по высоте ферм) был не менее 1 м. Был сделан расчет новых конструкций перекрытия. В расчетной схеме каркас представлен в виде стержневой конструкции из перекрестной системы ферм, опирающихся на колонны. В модели варьировалась высота расположения верхнего пояса всех элементов покрытия. При этом учитывалось условие, чтобы для любого из вариантов модели конструкции кровли не закрывали окна примыкающего к ним высотного здания.

Практическая реализация конструктивных решений по понижению строительной высоты эксплуатируемого здания

Первоначально, не разбирая кровельное покрытие, в пространстве чердака производится монтаж новых элементов стропильных конструкций. Создается в пониженном уровне верхний пояс ферм сечением из двух швеллеров, обнимающих с двух сторон существующие элементы решетки ферм. Крепление этих швеллеров к фермам осуществляется на сварке. Для обеспечения безмоментной работы нового пояса устанавливались дополнительные раскосы. Затем были смонтированы необходимые элементы связей по покрытию и прогоны, создающие геометрическую неизменяемость шатра. После полного завершения перечисленных выше работ производилась разборка кровельного покрытия и обрезка всех конструкций, находящихся выше уровня новых верхних поясов ферм. Затем последовательно монтировалось новое кровельное покрытие. Новая кровля с утеплителем над несущими конструкциями в отличие от старой не имеет «мостиков холода». Все работы по понижению кровли велись по специально разработанному графику, не препятствующему функционированию действующих учреждений в здании.

Выводы

1. Реконструкция старых зданий с увеличением их этажности по предложенным схемам имеет принципиальное различие в том, что по 4-му варианту (рис. 1, 2) не меняется архитектурный фасад здания, а по вариантам 1–3 (рис. 1, 2, 3) за счет надстроек образ зданий претерпевает изменение.

2. При устройстве антресольей и вновь возводимых этажей следует использовать совместную работу балок несъемной опалубки (при её наличии) и бетонного перекрытия, что позволяет принять их строительную высоту 1/40 от перекрываемого пролета.

3. Межэтажные перекрытия встроенных этажей позволяют корректировать расчетные длины колонн в сторону уменьшения, что повышает их несущую способность.

4. Расчетную схему стоечно-балочной системы следует принимать по неразрезной схеме.

5. Здания постройки 60-х гг. прошлого столетия с использованием мощных железобетонных каркасов (например, по серии ИИ-04) имеют резервы несущей способности и позволяют увеличивать этажность до 10–12 этажей при достаточной несущей способности грунтового основания и фундаментов.

6. При реконструкции рекомендуется использовать легкие, быстро возводимые конструкции с применением современных эффективных ограждающих конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров, В.В. Реконструкция и реставрация зданий / В.В. Федоров. – М., 2003. – 208 с.
2. Шафрай, С.Д. Реконструкция старых зданий в городе Новосибирске. Сибирская архитектурно-художественная школа: наука, практика, образование / С.Д. Шафрай,

- К.А. Шафрай // Всероссийская научно-практическая конференция. – Новосибирск : Сибпринт, 2007. – С. 109–112.
3. Шафрай, С.Д. Архитектурное конструирование понижения строительной высоты эксплуатируемого здания. Региональные архитектурно-художественные школы: сб. ст./ С.Д. Шафрай, К.А. Шафрай; под ред. Е.Н. Лихачева. – НГАСУ. – Новосибирск : Сибпринт, 2012. – С. 148–152.

REFERENCES

1. *Fedorov V.V. Rekonstruktsiya i restavratsiya zdaniy* [Reconstruction and restoration of buildings. Text book]. Moscow. 2003. 208 p. (rus)
2. *Shafrai, S.D. Shafrai K.A. Rekonstruktsiya starykh zdaniy v gorode Novosibirske. Sibirskaya arkhitekturno-khudozhestvennaya shkola: nauka, praktika, obrazovanie* [Reconstruction of old buildings in the city of Novosibirsk. Siberian architecture and art school: science, practice, and education]. *Proc. All-Rus. Sci. Conf.*, 2007. Pp. 109–112. (rus)
3. *Shafrai, S.D. Shafrai K.A. Arkhitekturnoe konstruirovanie ponizheniya stroitel'noi vysoty ekspluatiruemogo zdaniya. Regional'nye arkhitekturno-khudozhestvennye shkoly* [Architectural design of lower height construction of building. Regional architectural and art: a collection of articles]. Ed. E.N. Likhachev. Novosibirsk : Sibprint Publ., 2012. Pp. 148–152. (rus)