

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Строительство, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

(направленность (профиль))

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Совершенствование технологии возведения кровельных покрытий,  
оснащенных системами озеленения

Обучающийся

М.С. Мельник

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководи-  
тель

доктор. техн. наук, доцент, В.А. Ерышев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

доктор. техн. наук, доцент, В.А. Ерышев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. филолог. наук, доцент, Т.Г. Никитина

## Оглавление

Введение .....	3
Глава 1. Теоретические основы при проектировании зон отдыха с системами озеленения на кровле.....	6
1.1 Отечественный и зарубежный опыт в области возведения зон отдыха с элементами озеленения .....	6
1.2 Особенности устройства зон отдыха с элементами озеленения .....	9
1.3 Существующие конструкции зон отдыха на эксплуатируемых кровлях в мировом ракурсе .....	15
Глава 2. Устройство облегченной зоны отдыха на кровле жилого дома с летним садом .....	24
2.1 Разработка конструктивного решения облегченной зоны отдыха ..	24
2.2 Расчет фермы .....	33
2.3 Монтаж элементов облегченной зоны отдыха.....	43
Глава 3. Внутреннее обустройство облегченной зоны отдыха с летним садом .....	45
3.1 Обустройство зоны отдыха .....	45
3.2 Выбор растений для устройства летнего сада .....	51
Заключение .....	64
Список используемых источников.....	65

## Введение

Актуальность работы. Во многих мегаполисах, а также провинциальных городах все больше набирает обороты политика по улучшению экологической и эстетической ситуации. Ландшафтная архитектура, не так давно, представляла собой в основном строительство парков, загородных домов и озеленение городов.

«Дефицит территорий для создания зеленых насаждений — острая проблема для крупных городов и мегаполисов сегодня. Быстрая урбанизация и активное развитие промышленного комплекса воздействуют как на экологию планеты, так и на качество жизни населения. Зеленые насаждения обеспечивают комфортность проживания людей: снижают запыленность воздуха, уменьшают вредную концентрацию находящихся в воздухе газов, снижают температуру воздуха».

На сегодняшний день большое распространение получило строительство зеленых зон отдыха в структуре здания (зеленые кровли, фасады и т.д.). В связи с этим становится востребованным проектирование, разработка и устройство зоны отдыха на кровле существующего жилого дома.

В работе предлагается конструктивное решение устройства облегченного сооружения на кровле здания с целью обеспечения условий эксплуатации в качестве отдыха без нарушения защитных свойств водозащитного ковра.

Устойчивость облегченного каркаса сооружения обеспечивается фиксацией стоек к поперечным стержням рамы, жестко закрепленной в горизонтальном положении продольными стержнями к парапету здания.

Участок кровли, выделенный под зону отдыха, в целях безопасности ограждается плетеными конструкциями из светопрозрачных материалов.

В пространстве ограниченном ограждающими конструкциями кровли и стен обеспечивается комфортное пребывание посетителя.

Цель исследований — разработка и устройство зоны отдыха на кровле существующего жилого дома.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать конструкцию зоны отдыха;
2. Обеспечить устойчивость облегченной зоны отдыха;
3. Обеспечить целостность существующего кровельного покрытия.

Предметом исследования магистерской работы являются объемно-конструктивное решение зоны отдыха.

Объект исследования магистерской работы являются процессы разработки объемно-планировочного решения зоны отдыха.

Методы исследования. Основу данного исследования составляет комплексный анализ разработок устройства зоны отдыха на кровле существующего здания.

Работа основывается на экспериментальном методе исследования, который предполагает изучение параметров объекта исследования в естественных условиях, с целью определения оптимальных конструктивных решений.

Методология исследований в области устройства зоны отдыха на существующей кровле соответствует исследованиям, нацеленным на конкретные технологические и технические разработки, позволяющие спроектировать устойчивую конструкцию.

Научная новизна магистерской работы, заключается в устройстве зоны отдыха на существующей кровле, отвечающей всем требованиям надежности.

Практическая значимость Реализация зоны отдыха на кровле способствует решению задачи по повышению качества окружающей среды.

Апробация результатов исследования. Результаты опубликованы в 1-ой статье в периодическом издании.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3-х глав /8-ми разделов, заключения, библиографического списка.

Первая глава представляет собой обзор литературы по теме исследования «Совершенствование технологии возведения кровельных покрытий, оснащенных системами озеленения». Рассмотрены и изучены теоретические

основы проектирования зон отдыха с системами озеленения на кровле. Особое внимание уделено особенностям устройства зон отдыха с элементами озеленения. Выделены три основных типа озеленения покрытия кровель. Рассмотрены существующие конструкции зон отдыха на эксплуатируемых кровлях в мировом ракурсе.

Во второй главе разработано детальное конструктивное решение устройства облегченной зоны отдыха. В процессе разработки конструктивного решения подобраны сечения отдельных конструктивных элементов и обеспечена устойчивость пространственного каркаса. Произведен расчет на устойчивость конструкции металлической фермы.

В третьей главе выполнено внутреннее обустройство облегченной зоны отдыха с летним садом, подобраны оптимальные растения, решен вопрос обустройства зоны отдыха с эстетической стороны.

## **Глава 1. Теоретические основы при проектировании зон отдыха с системами озеленения на кровле**

### **1.1 Отечественный и зарубежный опыт в области возведения зон отдыха с элементами озеленения**

Нормативная база в области современного строительства постоянно развивается с учетом модернизации технологий, повышения требований по энергоэффективности, безопасности и качеству строительных работ, а также по улучшению экологической и эстетической ситуации.

На сегодняшний день достаточно обширно был изучен вопрос в области «зеленого» строительства, ресурсосбережения и энергоэффективности. В дальнейшем были разработаны следующие государственные нормативы:

- ГОСТ Р 56295-2014 «Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях»;
- ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» [13-15]; кроме того, в области технологий «зеленого» строительства применяются следующие системы стандартизации (СТО);
- СТО НОСТРОЙ 2.35.4 - 2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания» [50];
- СТО НОСТРОЙ 2.35.68 - 2012 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания» [51].

«История создания сада на крыше началась еще до нашей эры. Первыми древними ландшафтными идеями были висящие сады Вавилона и зеленые террасы Цезаря Августа. Современная история такого озеленения начинается в Исландии, где крыши засыпали землей и засаживали травой. Дома жителей этой островной страны напоминали живые уголки, на крышах которых сво-

бодно растет зелень почти как в естественных условиях. Первый, кто всерьез занялся планированием садов такого типа, был знаменитый французский архитектор Ле Корбюзье. Еще в первой половине XX века он определил пять принципов новой архитектуры. Вторым принципом характеризовал возможность озеленения крыш и звучал следующим образом: «Сад на крыше станет самой прекрасной частью здания, а это означает возрождение зеленых насаждений в больших городах». Несмотря на многовековой опыт, озеленение крыш начало распространяться только в 80-х гг. XX века, когда были придуманы технология и качественные материалы» [42,9,47].

«Стирание границы между улицей и интерьером все чаще привлекало архитекторов. Еще в 1985 г. в книге «Мир архитектуры» А.Э. Гутнов писал, что в современных проектах природная среда входит внутрь дома. «То, что было снаружи, теперь оказывается внутри. Фасадом здания фактически становится его интерьер. Сооружение как бы выворачивается наизнанку. Собственно говоря, оно перестает быть домом и становится отгороженной частью городского пространства» [18].

Аналогичную мысль высказал американский архитектор Уильям Макдонах: «Я хочу сделать так, чтобы птица, залетевшая в офис, даже не заметила, что она уже не вне здания, а внутри него» [61].

Сегодня в мире становится распространенной политика в области «зеленого» строительства. Большинство инженеров-архитекторов прибегают к использованию «зеленых» элементов практически во всех регионах мира [7,8].

Лидирующее место в проектировании и создании кровель с элементами озеленения занимает государство в Центральной Европе. В Германском городе Штутгарт, согласно Федеральному закону об охране природы, было введено обязательное озеленение кровель вне зависимости от имеющегося на ней уклона. Так на территории Штутгарта появилось 66 000 м<sup>2</sup> новых зеленых крыш, которые по площади составляют 9 футбольных полей.

Не соблюдение Федерального закона об охране природы приводит к выплатам специального налога, утвержденного на территории Германии.

Во многих европейских странах, включая Нидерланды, Норвегию, Италию, Венгрию, Швецию, Грецию и др., имеются ассоциации, активно продвигающие политику в области возведения «зеленых» кровель [5,6].

В Австрийском северо-западном городе Линц с 1983 года городскими властями оплачивают работы застройщиков по озеленению крыш. В Швейцарии, в свою очередь, принят федеральный закон о «зелёных крышах» с конца 1990-х [23,43-46].

В Северной Америке в части городов к 2010 году площадь зеленых кровель достигла показателя 900 тыс. м<sup>2</sup>, несмотря на то, что политика в области возведения кровель с элементами озеленения на территории Северной Америке стала популярной намного позднее чем в Европейских странах.

На сегодняшний день во всем мире утверждаются и принимаются общегосударственные стандарты и законодательные акты, направленные на поддержание и развитие технологии кровельного озеленения.

В большинстве государств Северной Америки и Восточной Азии на плоских кровлях всех вновь строящихся здания в обязательном порядке должен быть устроен «зеленый» ковер, причем возведение таких кровель финансируется, как правило, за счет государственного бюджета.

Аналогично государствам Северной Америки и Восточной Азии, был принят закон о возведении «зеленого» ковра на кровлях вновь строящихся зданий в 2017 году в одном из городов штата Калифорнии.

Во Франции в 2016 году был введен закон, согласно которому все здания, построенные в торговых зонах, должны быть частично покрыты растениями или солнечными панелями. [20,48-49]

«Озеленение крыш в Республике Беларусь еще не стало массовым явлением. Первая попытка создания «зеленой крыши» была осуществлена еще в 1970-е, когда строился микрорайон «Восток-1». Руководитель проекта архитектор Георгий Сысоев в знаменитых «домах с мозаикой» запроектировал



«висячие сады» на крышах. Там были созданы оранжереи, где растения в кадках и специальных коробах располагались на двух уровнях. Опоры, на которых крепились посадки, уходят через крышу вниз и соединяются с несущими конструкциями. К такому решению пришли из-за невозможности за проектировать нагрузку больше, чем снеговую. Ботанический сад предложил для высадки карликовую березу, ель колючую, облепиху крушинную, кизильник блестящий. В итоге получилось уютное место, которое могло бы заменить традиционные посадочки во дворе. Но жители идею не слишком оценили, и через какое-то время сад пришел в запустение, восстанавливать его не стали, а крышу закрыли». [21,9]

В 2017 г. в рамках проекта «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике, финансируемого Европейским союзом и реализуемого Программой развития ООН в партнерстве с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [38,34,9] в одном из учреждений образования г. Марьина Горка появилась «зеленая крыша».

## **1.2 Особенности устройства зон отдыха с элементами озеленения**

Рассмотрим основные достоинства зеленых кровель перед стандартным кровельным покрытием зданий [22,9,3].

В результате возведения кровель с зеленым покрытием изменяется к лучшему экологическая и эстетическая ситуация. Согласно проведенным исследованиям, зеленые насаждения очищают воздух, задерживая около 20% вредных примесей.

Благодаря устройству зеленых кровель, повышается уровень шумозащита конструкций. Повышение шумозащиты конструкций важно для зданий, которые располагаются вблизи источников шума, таких как автомобильные дороги, магистрали, аэропорты и прочее.

Возведение зеленых кровель приводит к улучшению теплопроводности конструкции, а в следствии повышению теплоизоляционных свойств. Зеленый покров позволяет задерживать тепло в зимний период и не позволяет конструкции нагреваться в летний период, что приводит к установлению комфортной температура на протяжении любого времени года.

Благодаря устройству зоны отдыха с летним садом на кровле, решается вопрос приобретения дополнительного места для отдыха и реализации садоводческих идей.

Возведения кровельного покрытия с элементами озеленения позволяет увеличить срок эксплуатации существующего кровельного покрытия. «Зеленый» кровельный слой позволяет защитить существующее покрытие от негативных факторов, таких как влага, выпадение осадков, проникновение солнечных лучей и т. д.

При возведении зон отдыха с элементами озеленения решается эстетическая сторона вопроса.

Помимо неоспоримых преимуществ существуют недостатки при возведении зон отдыха с элементами озеленения, а именно:

- дополнительные затраты при устройстве зон отдыха на кровле;
- достаточно большой вес, возводимый конструкции.

При создании зоны отдыха с элементами озеленения необходимо учесть, какие растения и какая инфраструктура будет располагаться непосредственно внутри возводимой конструкции. При выборе растений, необходимо знать, какие растения могут существовать в таких условия, при этом не теряя свой первоначальный вид.

При создании зеленых кровель выделяют три основных типа озеленения: интенсивные, полунтенсивные и экстенсивные. Они отличаются от друга стоимостью, видами растений и типом использования.

Типологическая схема кровельных покрытий с системами озеленения представлена на рисунке 1.

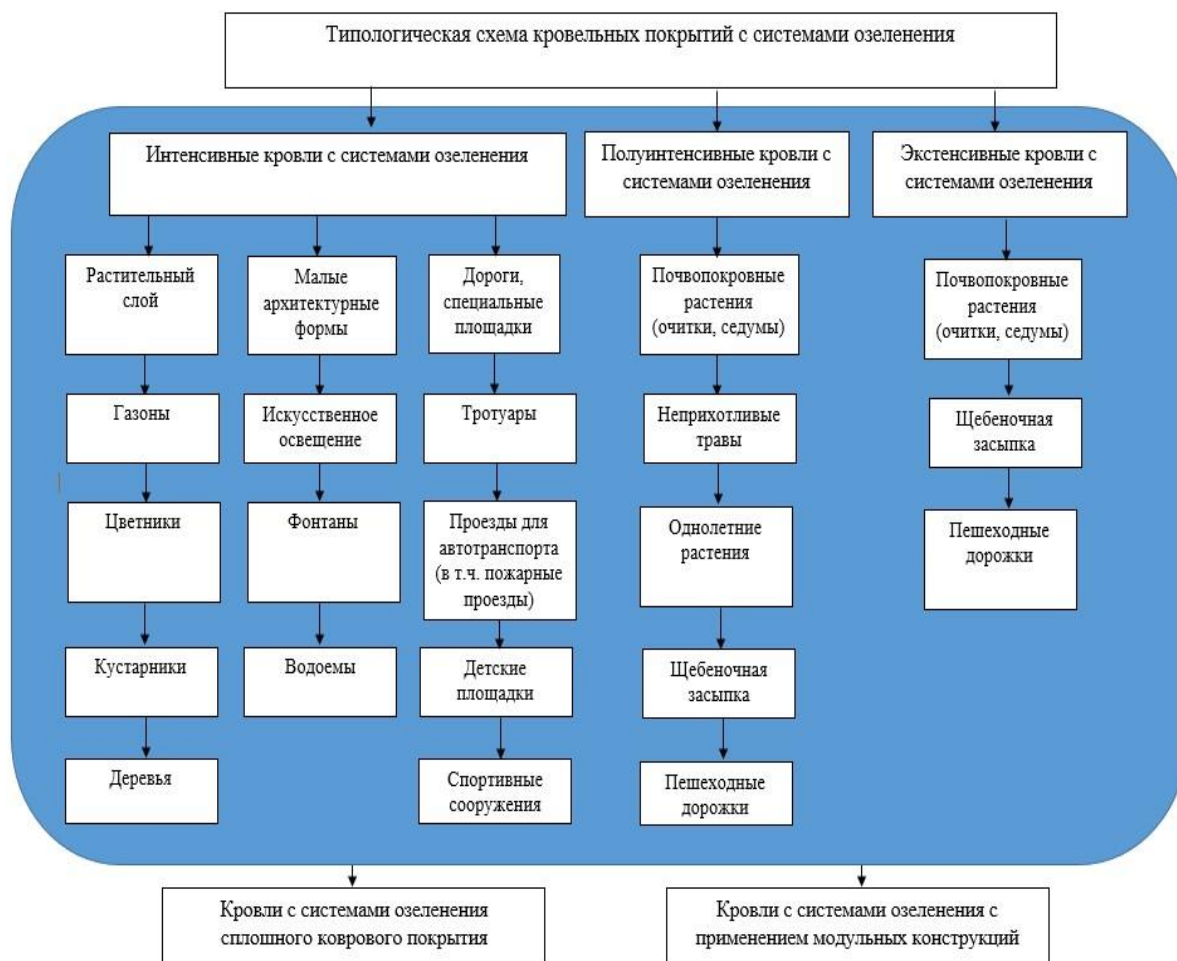


Рисунок 1 – Типологическая схема кровельных покрытий с системами озеленения

«Интенсивные крыши представляют собой сад в полном значении этого слова. Ассортимент растений при данной типе разнообразен, включает в себя: лиственные и хвойные кустарники, небольшие деревья, на крыше устраиваются места для отдыха и прогулок. Такой тип озеленения можно внедрить на крыши больниц и поликлиник, так как плотная городская застройка не всегда позволяет создать полноценные зеленые насаждения для оздоровления пациентов» (Рисунок 2).



Рисунок 2 –Кровли с интенсивным озеленением

Экстенсивный тип озеленения не предусматривает под собой эксплуатацию человеком и практически не нуждается в уходе.

Перед монтажом кровли с использованием экстенсивного озеленения необходимо тщательно подойти к выбору растений. Необходимо подбирать растения, которые могут выдерживать неблагоприятные условия окружающей среды. К такому типу растений относятся, например, седумы, камнеломки и газонные травы (Рисунок 3).



Рисунок 3 –Кровли с экстенсивным озеленением

Необходимо также учитывать, что при обустройстве кровли с экстенсивным озеленением проход людей для отдыха не предполагается, а передвижение людских потоков для обслуживания кровли возможно только по специально оборудованным для этого дорожкам.

Данный тип озеленения может быть полезен при благоустройстве промышленных предприятий, гаражных комплексов и торговых предприятий, так как особого ухода не требует.

Полуинтенсивный тип озеленения сочетает в себе некоторые черты экстенсивного и интенсивного типов озеленения крыш. Данный тип озеленения позволяет производить обслуживание и эксплуатацию кровли, однако намного реже, чем в системах с интенсивным озеленением (Рисунок 4).



Рисунок 4 –Кровли с полуинтенсивным озеленением

«Традиционный зимний сад и оранжерея - это самые близкие аналоги понятия «сад в интерьере», но ощущается разница в трактовке. Зимний сад был раньше символом обеспеченности хозяев дома. Оранжереи в русских усадьбах позволяли их владельцам выделиться, удивить соседей диковинными растениями и фруктами. Сейчас зимний сад перестает быть изолированным помещением, растения проникают в любые пространства, создавая для человека комфортную психологическую атмосферу. Зимний сад сегодня – не предмет роскоши, а скорее предмет необходимости, особенно в городе, где природы катастрофически не хватает» [11].

При проектировании зон отдыха с элементами озеленения необходимо тщательно подходить к разработке остекления. Так же необходимо создавать благоприятный микроклимат внутри самой зоны отдыха.

«К строительным технологиям жизнеобеспечения растений в интерьере в первую очередь относятся способы остекления. Именно изобретение в 1688 году стеклоделом Лукасом де Неоном технологии литья листового стекла привело в дальнейшем к широкому распространению большепролет-

ных конструкций сплошного остекления и появлению атриумных зимних садов». [20]

«В проекте оранжерейного комплекса «Эдем» в Корнуолле в Англии была впервые применена новая система покрытия. Вместо стекла используются мембраны из листов полимера этилен-тетрафтор-этилена в виде «подушек», заполненных воздухом под некоторым давлением. По сравнению со стеклом этот материал дешевле и имеет лучшие теплоизоляционные показатели и пропускает больше ультрафиолета, что чрезвычайно важно для растений». [20]

### **1.3 Существующие конструкции зон отдыха на эксплуатируемых кровлях в мировом ракурсе**

Терраса на кровле эксплуатируемого многоэтажного дома — это отличная возможность расширить жилое пространство, добавить комфортную зону отдыха со свежим воздухом.

В Европейских и Азиатских странах кровли домов часто отданы жителям домов для устройства на них зоны отдыха, озеленение, зоны барбекю (рисунок 5).



Рисунок 5 – Зона отдыха на кровле многоэтажного жилого здания

В некоторых районах Сингапура на эксплуатируемых кровлях устанавливают детские и спортивные площадки, бассейны, а также смотровые площадки (Рисунок 6).





Рисунок 6 – Смотровая площадка отеля Marina Bay Sands г. Сингапур

Лидирующее место по строительству зон отдыха и оранжерей на эксплуатируемой кровле многоэтажного дома занимает Нью-Йорк. В этом огромном мегаполисе можно встретить кровли не только с летним садом, но и кровли с открытыми бассейнами, террасами и местами для отдыха. А также спортивными площадками (Рисунок 7).

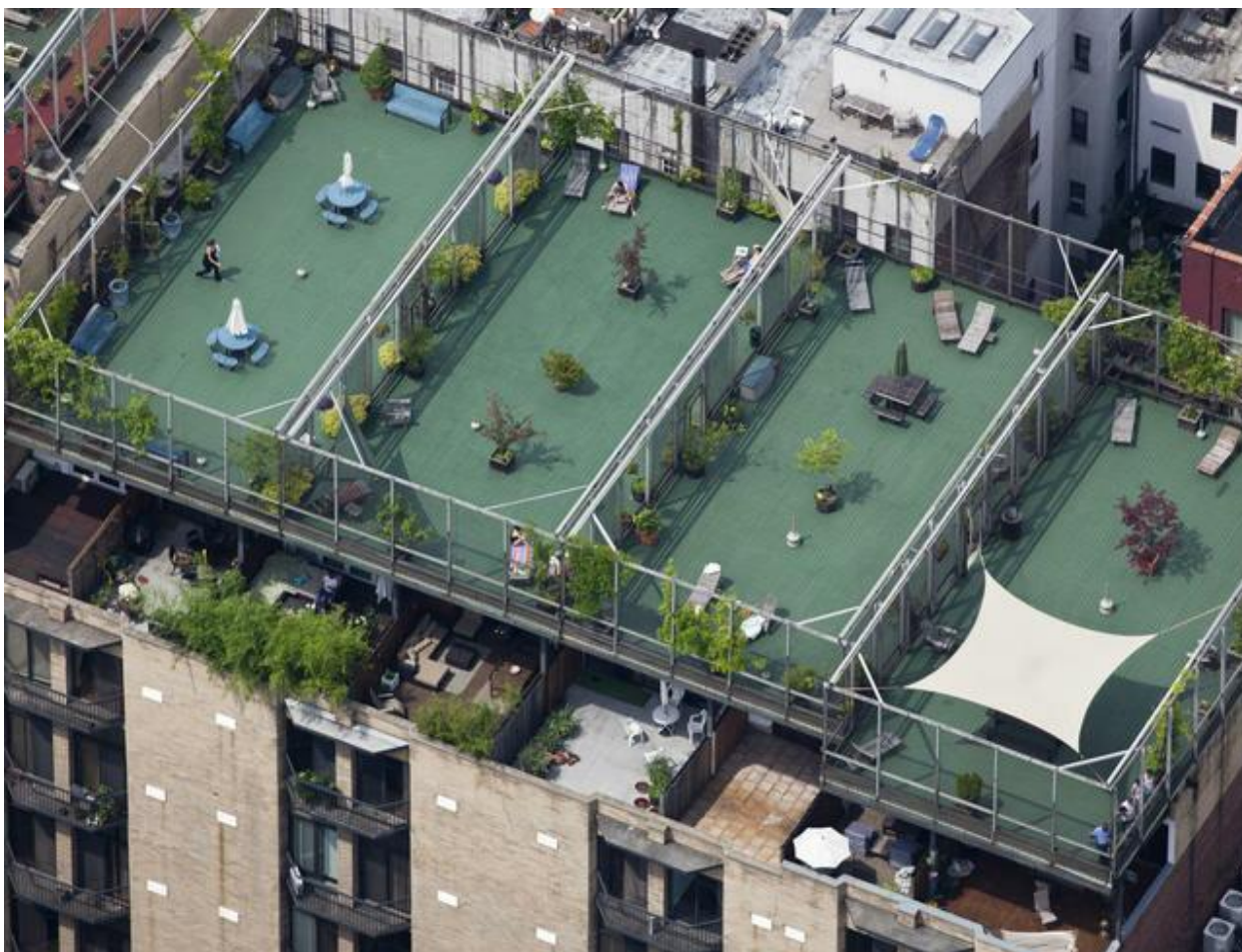


Рисунок 7 – Кровля Нью-Йорка

В Китайском городе Шэньчжэне на крыше депо второй линии метр на высоте 15 м был открыт парк для отдыха и занятий спортом. Протяженность зоны отдыха составила 1,2 км, а ширина достигла от 50 до 70 м, Общая площадь парка – 73 000 м<sup>2</sup> (Рисунок 8) [51-54].



Рисунок 8 – Парк для отдыха и занятия спортом в городе Шэньчжэне

«В Чикаго, крупном городе на севере США, на плоской крыше неоклассического здания мэрии находится красивый, полный зелени сад, скрытый от посторонних глаз». Сад расположен на крыше 11-этажного здания мэрии (City Hall) и представлен на рисунке 9 [55-60].



Рисунок 9 – Сад расположен на крыше 11-этажного здания мэрии (City Hall)

Большое количество магазинов, ресторанов, бизнес центров и городских зданий крупнейшего города штата Иллинойс участвуют в программе озеленения бетонных джунглей, направленной не только на снижение уровня загрязнения воздуха, но и на охлаждение зданий в жаркую солнечную погоду [62,64].

Необычной конструкцией с зеленой кровлей может похвастаться жилой комплекс Harbor Houses, расположенный в датском городе Орхус, представленный на рисунке 10.



Рисунок 10 – Жилой комплекс Harbor Houses, расположенный в датском городе Орхус

«Комплекс состоит из небольших домов, чья высота уменьшается по мере приближения к воде. Все здания объединены изолированным от ветра зелёным двором. На солнечных крышах расположены теплицы, общественные пространства и частные террасы с видом на город и залив. Остальные крыши служат зелёным пространством для сбора дождевой воды и установки солнечных панелей» [63].

Еще одним ярким примером зеленого строительства является сооружение жилого комплекса J3B на северо-востоке Вены, представленным на рисунке 11.



Рисунок 11 – Жилой комплекс J3B на северо-востоке Вены

«Архитектор Мартин Мастбок совместно с бюро Pesendorfer | Machalek Architects построил на северо-востоке Вены жилой комплекс J3B, спроектированный по принципу «живого сада». Здание призвано озеленить весь район. На первом этаже постройки находятся магазины, бары и комнаты для хранения велосипедов, на верхних этажах — квартиры и апартаменты. Вдоль фасада проходит рампа с растениями, соединяющая общественные террасы и зелёную крышу, с которой открывается вид на озеро Зеештадт. На самой большой террасе над первым этажом обустроено пространство для садоводства. На фасаде установлены решётки для растений, благодаря чему всё здание покрыто зеленью. Растения обновляют каждые полгода».

#### Выводы по первой главе

- проведен анализ в области отечественного и зарубежного строительства «зеленых» зданий;
- изучен вопрос в области «зеленого» строительства, ресурсосбережения и энергоэффективности;

- изучена нормативная база в области современного строительства с учетом модернизации технологий, повышения требований по энергоэффективности, безопасности и качеству строительных работ, а также по улучшению экологической и эстетической ситуации;
- выявлены ключевые особенности при проектировании и устройстве зон отдыха с элементами озеленения;
- рассмотрены основные достоинства зеленых кровель перед стандартным кровельным покрытием зданий;
- рассмотрены основные недостатки зеленых кровель перед стандартным кровельным покрытием зданий;
- выделены три основных типа озеленения при создании зеленых кровель;
- рассмотрен вопрос устройства существующих конструкции зон отдыха на эксплуатируемых кровлях в мировом ракурсе.

## **Глава 2. Устройство облегченной зоны отдыха на кровле жилого дома с летним садом**

### **2.1 Разработка конструктивного решения облегченной зоны отдыха**

В общественных и жилых зданиях на плоских кровлях можно устраивать зоны отдыха. Эксплуатируемые кровли широко используются в районах, где температура воздуха не опускается ниже 0\* градусов круглый год. Функционально на кровлях располагаются кафе, цветочные оранжереи или просто смотровые площадки. В климатических условиях с отрицательными температурами и осадками в виде снега кровли могут эксплуатироваться только в летний период. Поэтому конструкции, обеспечивающие защиту людей от дождевых осадков, порывов ветра должны быть разборными и монтируются с наступлением положительных температур. Архитектура конструкций в виде навесов или с замкнутым пространством и остеклением определяется индивидуально и может иметь различные формы. Однако к устройству конструкций на кровле здания должны предъявляться общие требования: устойчивость от опрокидывания при снегопадах порывах ветра, временные нагрузки не должны превышать сохранность водозащитного ковра, возможно независимое электроснабжение с использованием энергии ветра или солнца, безопасность людей на высоте и в целом комфортное их пребывание. Выделим на плане здания участок, выделяемый под зону отдыха рисунок 12.



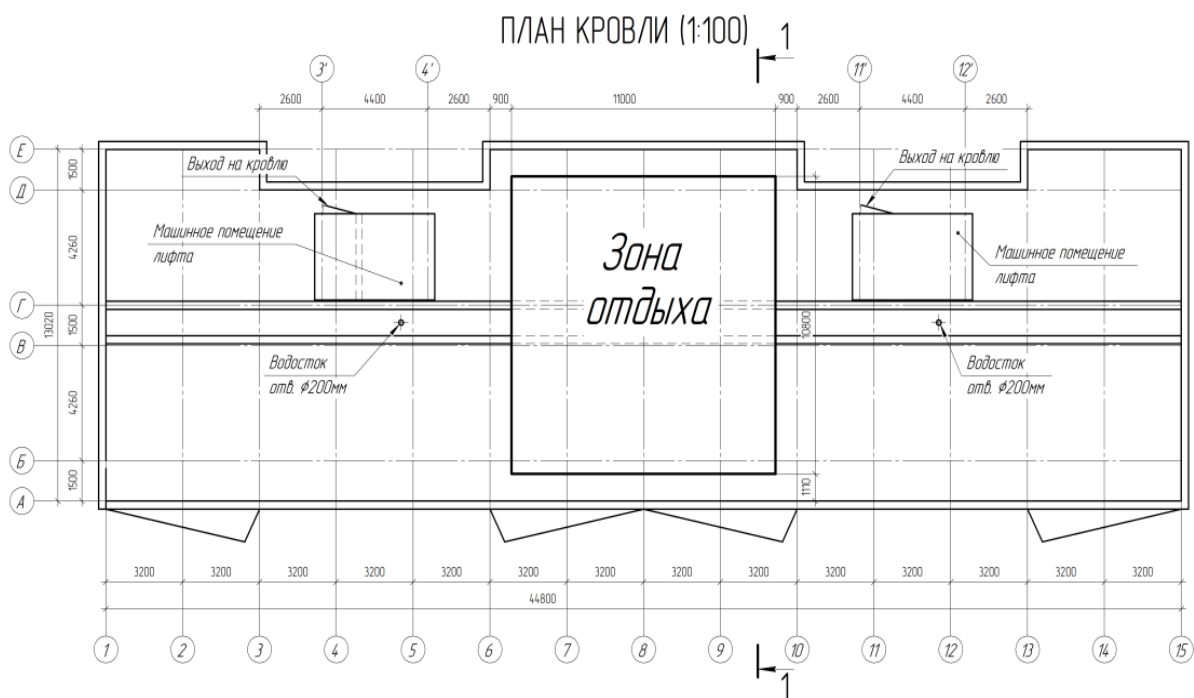


Рисунок 12 – План зоны отдыха

Разработанное конструктивно-технологическое решение облегченной зоны отдыха с летним садом располагается на кровле существующего многоэтажного жилого дома и представляет собой зону с размерами в плане 10,8\*11,0 м.

На этом участке монтируется навес, несущими элементами которого являются фермы покрытия и стойки с металлическими элементами квадратного сечения короткого типа.

В плоскости поперечных стержней настиляется пол и оформляется интерьер помещения.

Конструкция пола состоит из поперечного швеллера с шагом 2,2 м и продольного швеллера, установленного на торцевой части конструкции, для осуществления крепления к парапету.

Ровность поверхности пола достигается при помощи установки в уровень деревянных столбов. Основание пола представлено в виде железобетонной плиты размерами 5,5\*2,2 м.

С учетом уклона кровли к организованному водостоку плоскость рамы выверяется геодезическими приборами, а поперечные стержни по длине вы-



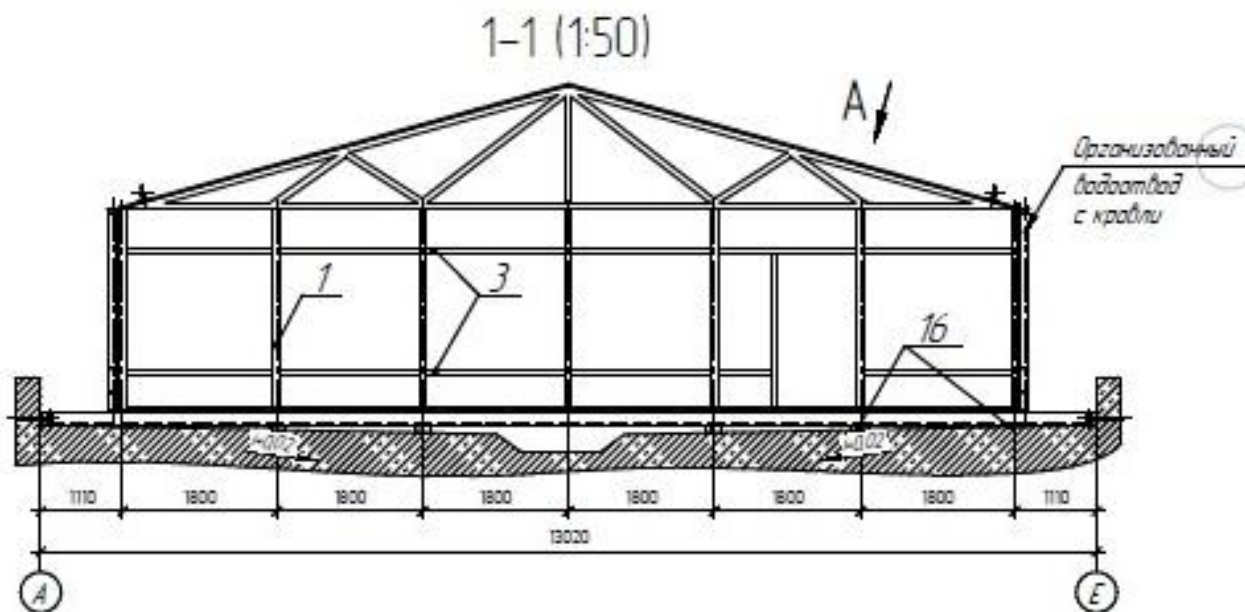


Рисунок 14 – Разрез 1-1 Пространственный каркас облегченной зоны отдыха с летним садом

Кровля облегченной конструкции состоит из металлических ферм, состоящих из металлической квадратной трубы сечением 80x3 мм по ГОСТ 8639-87.

Соединение ферм со стойками в узлах опирания и в узлах крайних ферм по нижнему поясу выполняется примыкающими фланцами и болтового соединения по каждой марке.

Поперечные стержни (по цифровым осям) примыкают к косынкам двух продольных стержней (по осям А и Е с примыканием к парапету) и с помощью болтового соединения формируются узлы рамы.

Общий просчет материалов для устройства облегченной зоны отдыха представлен в спецификации на рисунке 15.

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Масса ед., кг</i>	<i>Примечание</i>
1	ГОСТ 8639-87	Труба 80x80x3, L=2450мм	22	17,62	
2	ГОСТ 8639-87	Труба 80x80x3, 42,9п.м	6	308,45	Ферма
3	ГОСТ 8639-87	Труба 60x60x3, L=1710мм	22	8,98	
4	ГОСТ 8639-87	Труба 60x60x3, L=2110мм	20	11,08	
5	ГОСТ 8639-87	Труба 60x60x3, 2,6п.м		13,65	
6	ГОСТ 19903-2015	Полоса 80x4, 4п.м		10,1	
7	ГОСТ 8240-97	Швеллер У16, L=5750мм	4	81,65	
8	ГОСТ 8240-97	Швеллер У16, L=4280мм	18	60,8	
9	ГОСТ 19903-2015	Полоса 100x6, L= 5750мм	4	27,1	
10	ГОСТ 19903-2015	Лист 160x140x6	12	11	
		<i>Общий вес</i>		4223,85	
11	ГОСТ 7796-70	Болт М20x350	14		
12	ГОСТ 7796-70	Болт М20x50	12		
13	ГОСТ 5915-70	Гайка М20	52		
14	ЖБИ плита	5500x2200x50	12		
15	Поликарбонат	S=273м <sup>2</sup>			
16	Брусак деревянный		42		

Рисунок 15 – Спецификация материалов и изделий для устройства облегченной зоны отдыха

Наружная облицовка зоны отдыха представляет собой монолитные поликарбонатные панели [10].

Этот подвид поликарбоната во многом превосходит все остальные существующие материалы с прозрачной структурой. Он имеет много положительных характеристик.

Монолитные плоские листы имеют отличную ударопрочность. В процессе длительной эксплуатации данный материал не теряет свою прочность, он не подвержен гниению, а также плесневению от контакта с водой.

Является химически устойчивым листовым материалом, которому не страшны контакты с моющими средствами на мыльной основе, солями, жирами, техническими маслами, смазками и даже кислотами.

Монолитный поликарбонат устойчив к ультрафиолетовым лучам, а также является теплопроводным материалом, а также имеет высокую прозрачность. Монолитный поликарбонат представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Монолитный поликарбонат

На кровле с южной стороны устанавливаются фотоэлектрические панели для генерации электроэнергии [28].

Солнечные фотоэлектрические панели состоят из нескольких солнечных элементов, которые собираются в модули, для того чтобы осуществлять большую выработку энергии.

«Модули производятся из псевдоквадратных или квадратных поликремневых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), покрытых антиотражающим покрытием. Элементы могут нарезаться на части для увеличения заполнения площади солнечных панелей, а также для уменьшения токов (последние годы производятся большие солнечные элементы, которые имеют большие токи)».

Пример фотоэлектрических панелей представлен на рисунке 17.



Рисунок 17 – Фотоэлектрические панели на кровле здания

Для отведения осадков предусмотрена водосточная система. Водосток осуществляется в существующие воронки при помощи лотков [19].

Для организации водостока применяют набор пластиковых желобов и труб, называемый водосточной системой.

Вода, собираемая в желоб, установленный под скатом кровли, стекает по трубам, закрепленным на фасаде зоны отдыха, после чего попадает в существующие воронки через водоотводные лотки.

Для спроектированной зоны отдыха организовывается водосток круглого сечения из пластика. Устройство пластиковой системы водоотведения обусловлено тем, что стоимость такой системы гораздо дешевле металлического. Так же пластиковый водосток имеет облегченный вес, что наиболее подходит под спроектированную зону отдыха.

Внутри облегченной зоны отдыха высаживаются зеленые насаждения.

Окончательный вид облегченной зоны отдыха с летним садом представлен на рисунке 18 [29].

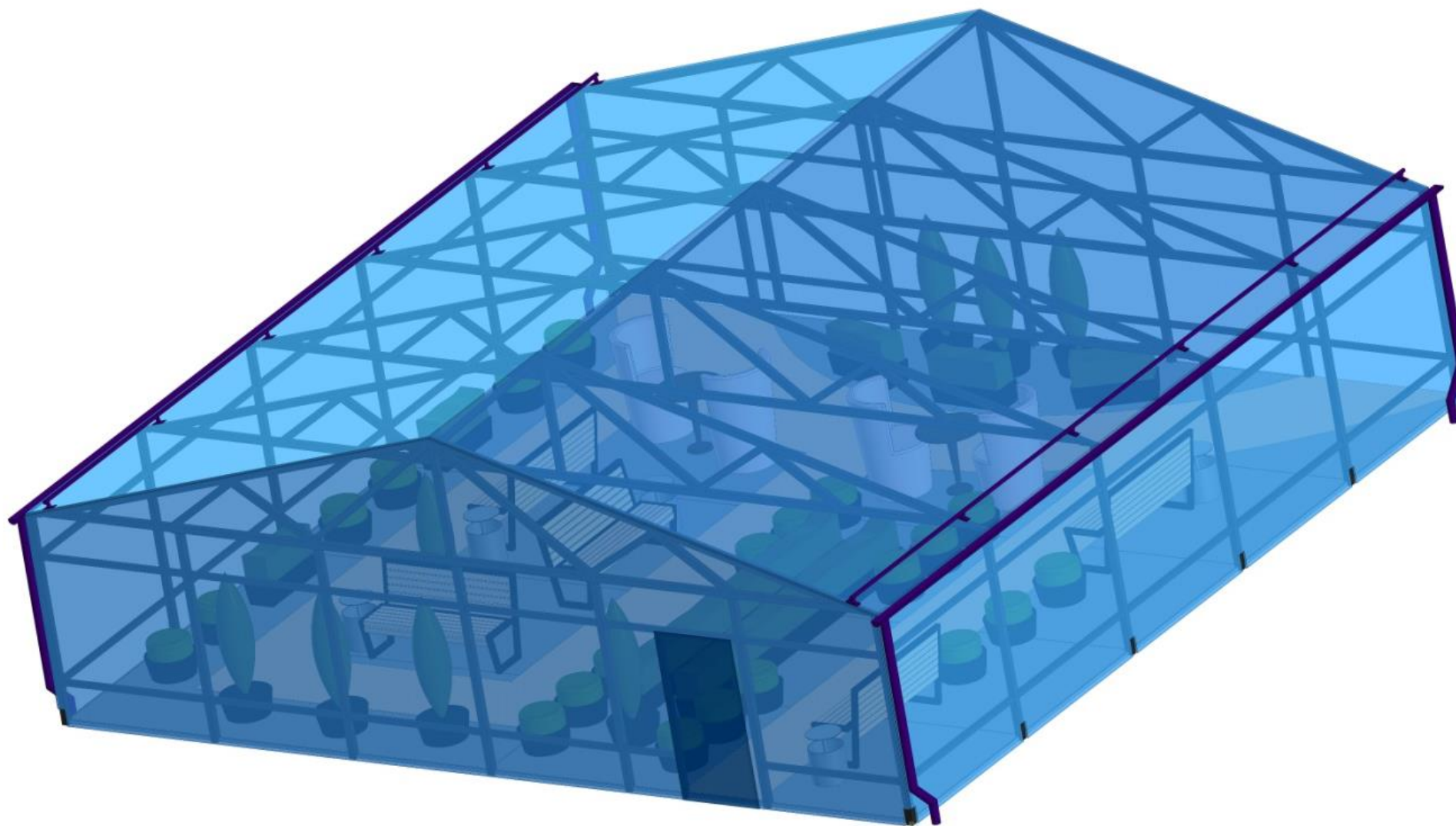


Рисунок 18 – Облегченная зона отдыха с летним садом



## 2.2 Расчет фермы

При проектировании облегченной зоны отдыха необходимо произвести расчет на устойчивость конструкции фермы [16,17].

Для проведения расчета использовалась программа Лира.

На рисунке 19 представлен общий вид фермы для дальнейшего проведения расчета.

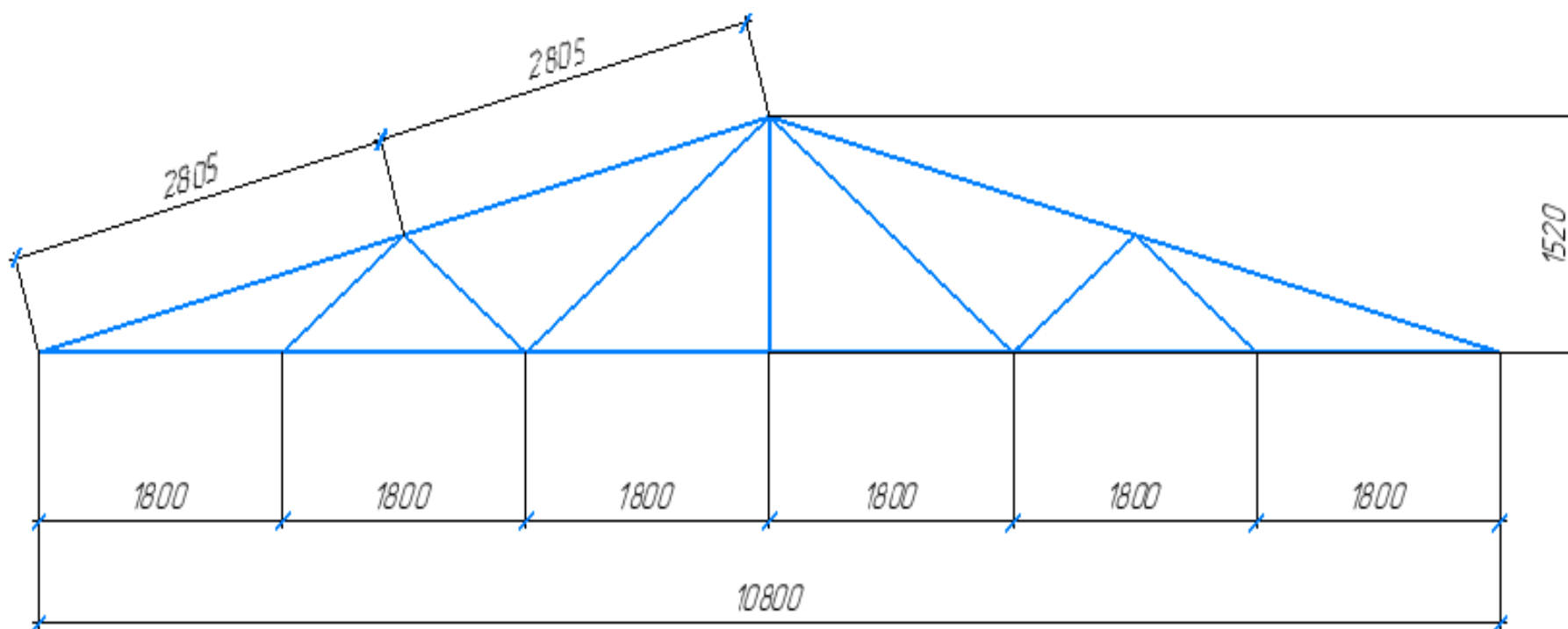


Рисунок 19 – Общий вид фермы

Для начала перед проведением расчета необходимо пронумеровать все узлы фермы.

Схема элементов и узлов фермы для проведения расчетов представлена на рисунке 20.

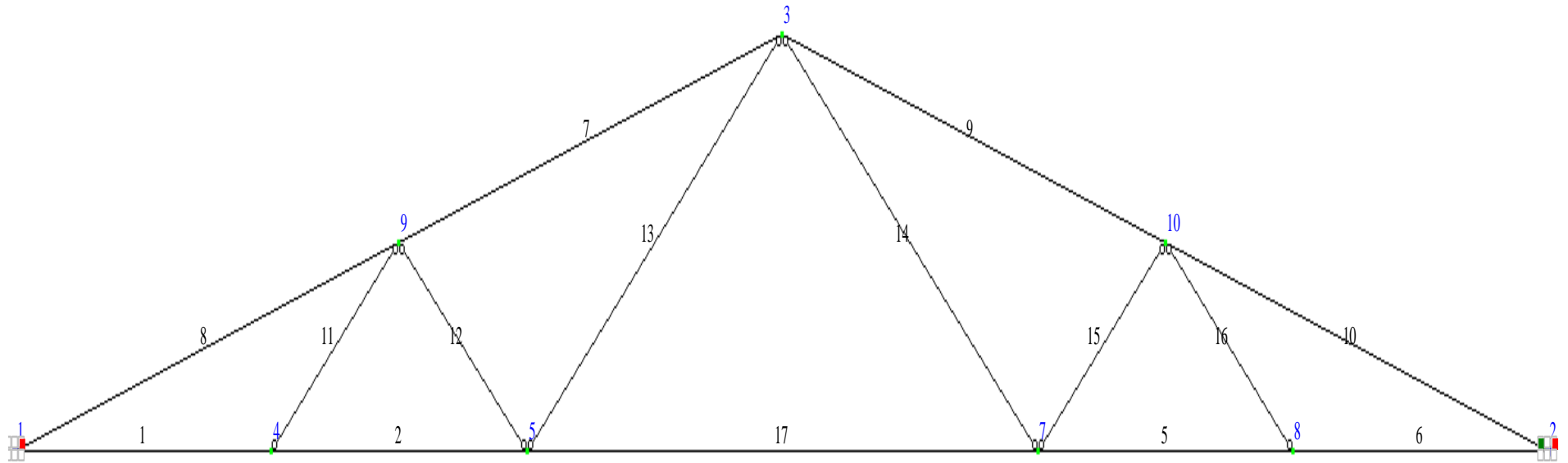


Рисунок 20 – Схема элементов и узлов

После выполнения нумерации узлов фермы, для проведения расчета фермы, необходимо выполнить сбор нагрузок.

При сборе нагрузок необходимо учитывать:

- собственный вес фермы;
- вес монтируемого поликарбоната;

— снеговую нагрузку.

Осуществляем сбор нагрузок на ферму:

— собственный вес учитывается в программе Лира автоматически;

— поликарбонат толщиной  $S = 6 \text{ мм} = 7,2 \text{ кг/м}^2$ ;

— снеговая нагрузка.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по формуле:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (1)$$

где  $c_e=1$ , коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

$c_t=1$ , термический коэффициент;

$\mu = 1$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

$S_g=0,165 \text{ т/м}^2$  - нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли для

г. Тольятти прил. К, СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85».

$$S_0 = 2,2 \cdot 1,65 \cdot 1,4 = 508,2 \text{ кг/м} \cdot 2,805 = 1426 \text{ кг} = 1,43 \text{ тн.}$$

На рисунке 21 представлен сбор нагрузок от собственного веса.

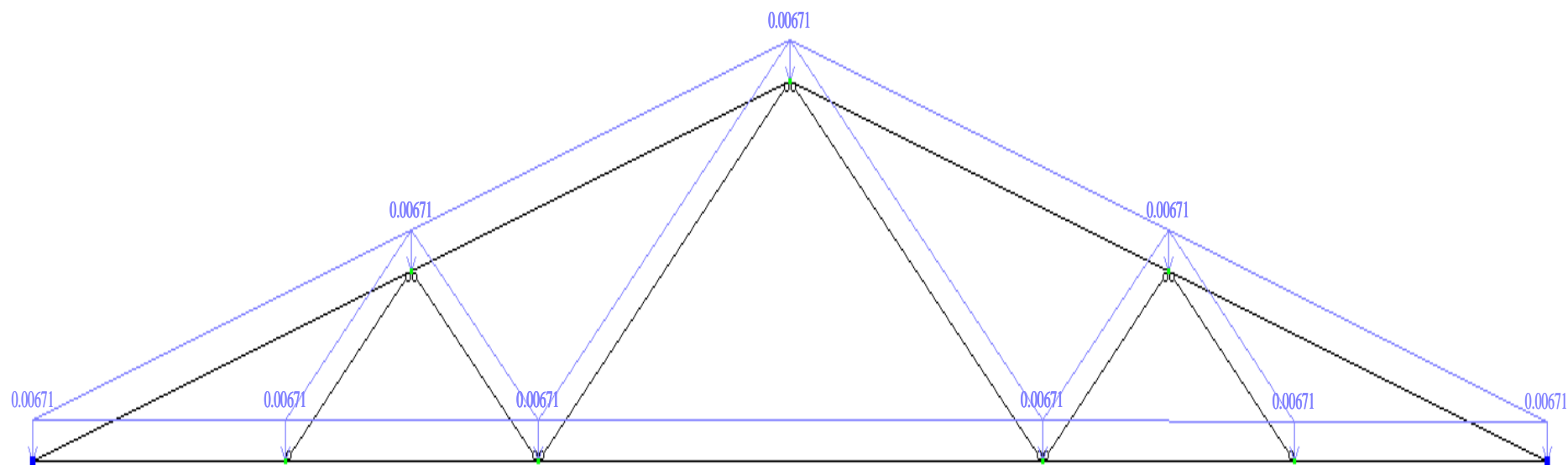


Рисунок 21 – Собственный вес

На рисунке 22 представлен сбор усилий от веса поликарбоната.

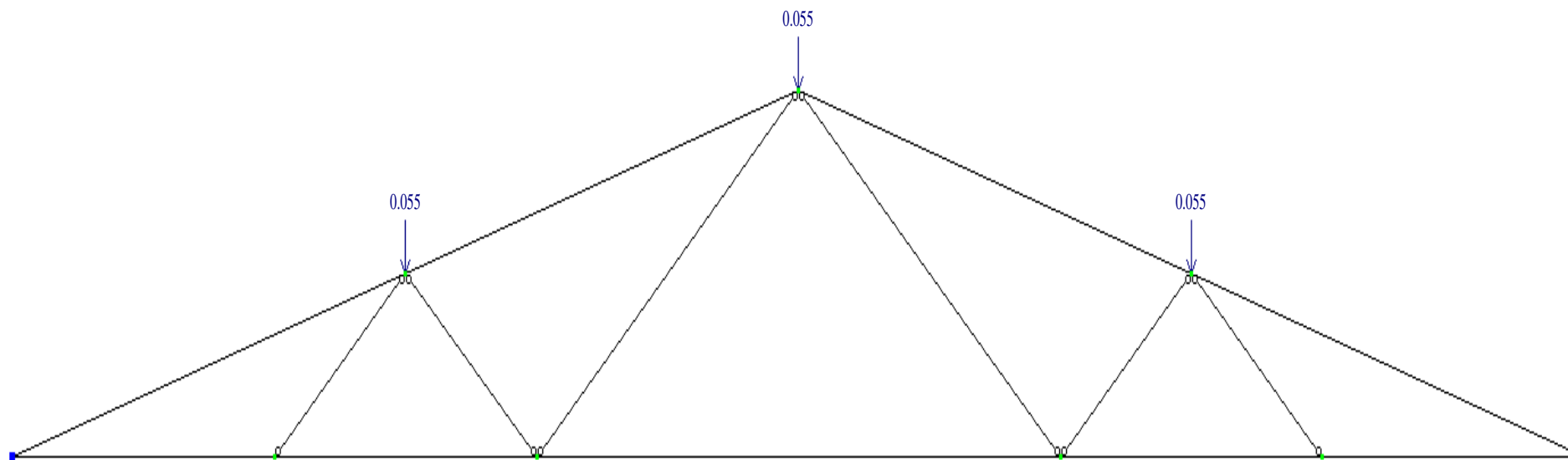


Рисунок 22 – Сбор усилий от поликарбоната

На рисунке 23 представлен сбор усилий от снеговой нагрузки.

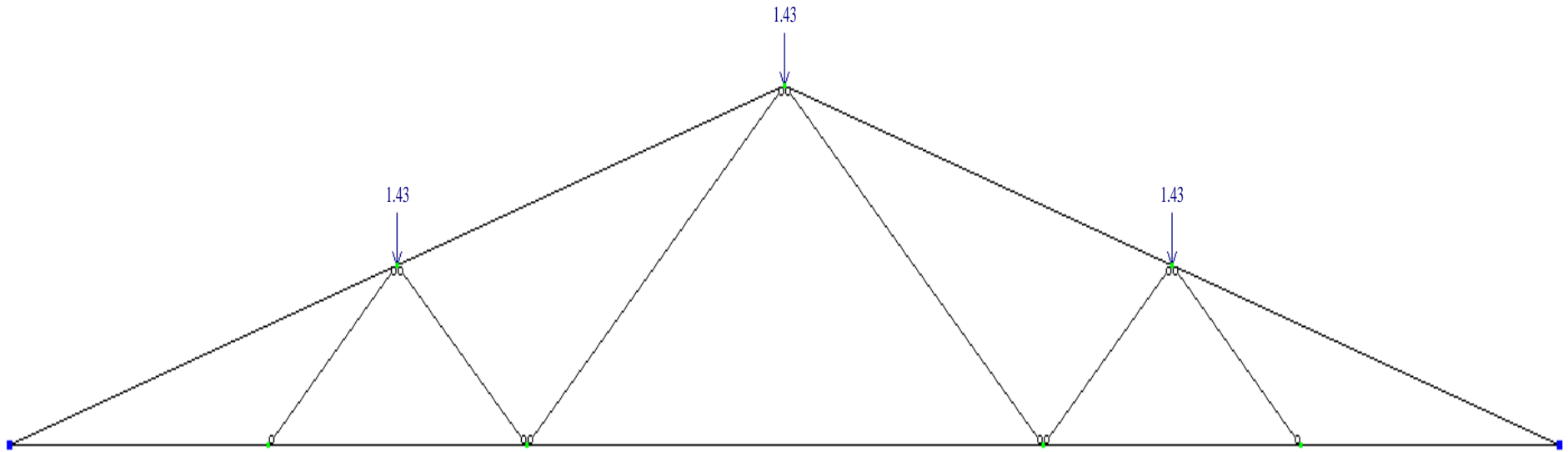
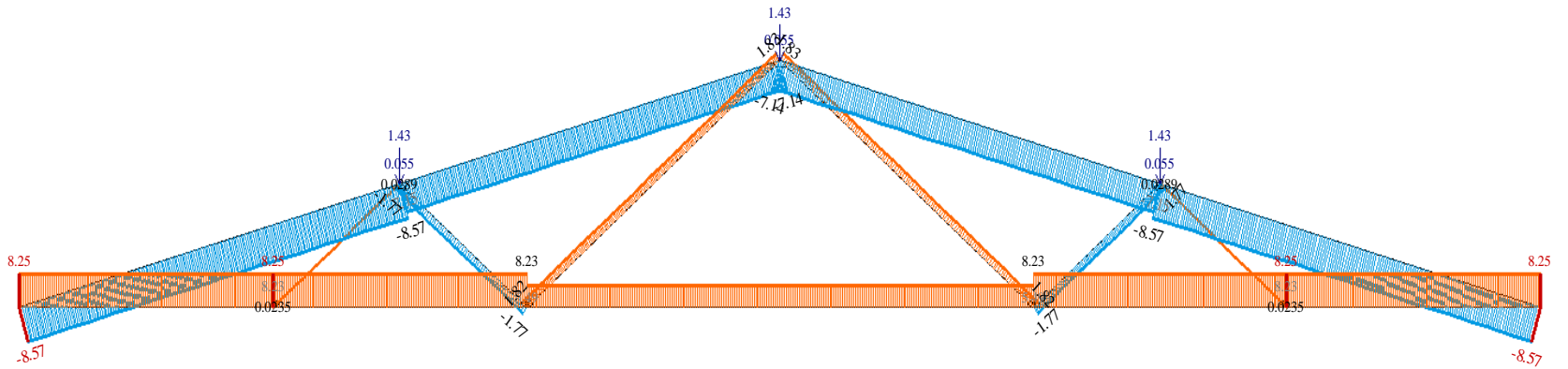


Рисунок 23– Сбор усилий от снеговой нагрузки

На рисунке 24 представлена эпюра усилий N. Минимальное значение усилия, согласно эпюре усилий N составило -8,57385 т.

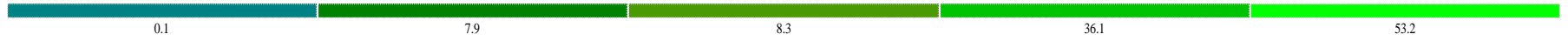
Максимальное усилия, согласно эпюре усилий N составило 8,25054 т.



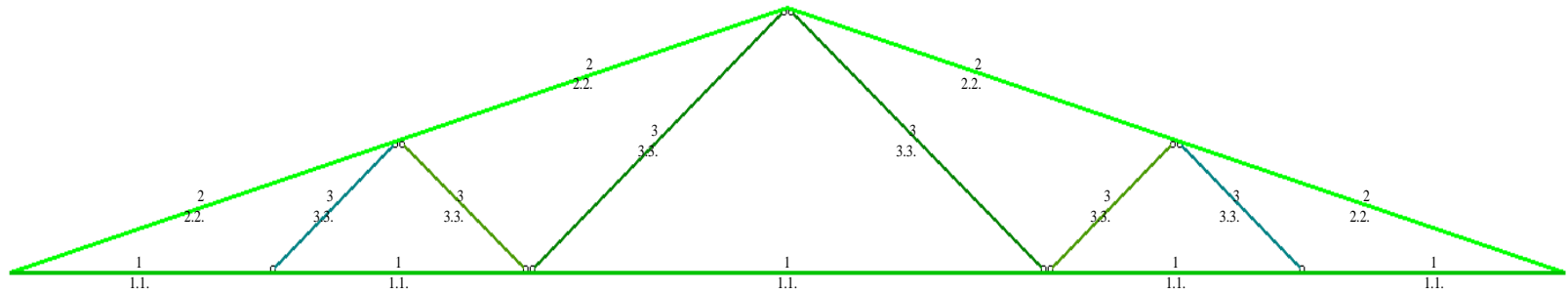
Минимальное значение -8.57385; Максимальное значение 8.25054

Рисунок 24– Эпюра усилий N

После проведения расчетов осуществляем подбор и проверку усилий по 1-ому и 2-му предельным состояниям.  
На рисунке 25 представлена Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию.



Вариант конструирования: Вариант 1  
 Расчет по усилиям (СП 16.13330.2017)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по I предельному состоянию

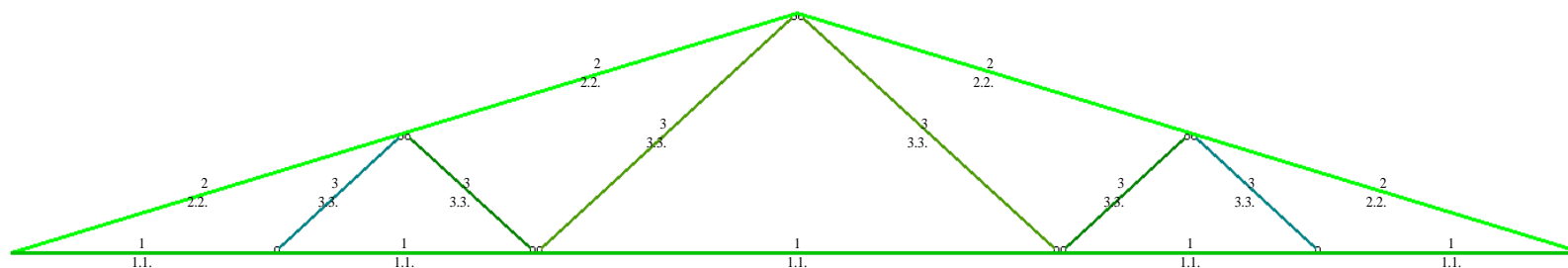
Рисунок 25 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений по I предельному состоянию



На рисунке 26 представлена Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2-му предельному состоянию.



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по усилиям (СП 16.13330.2017)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Рисунок 26 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2-му предельному состоянию

По итогу расчета было осуществлено назначение элементов фермы.  
На рисунке 27 представлена таблица с назначенными элементами фермы.

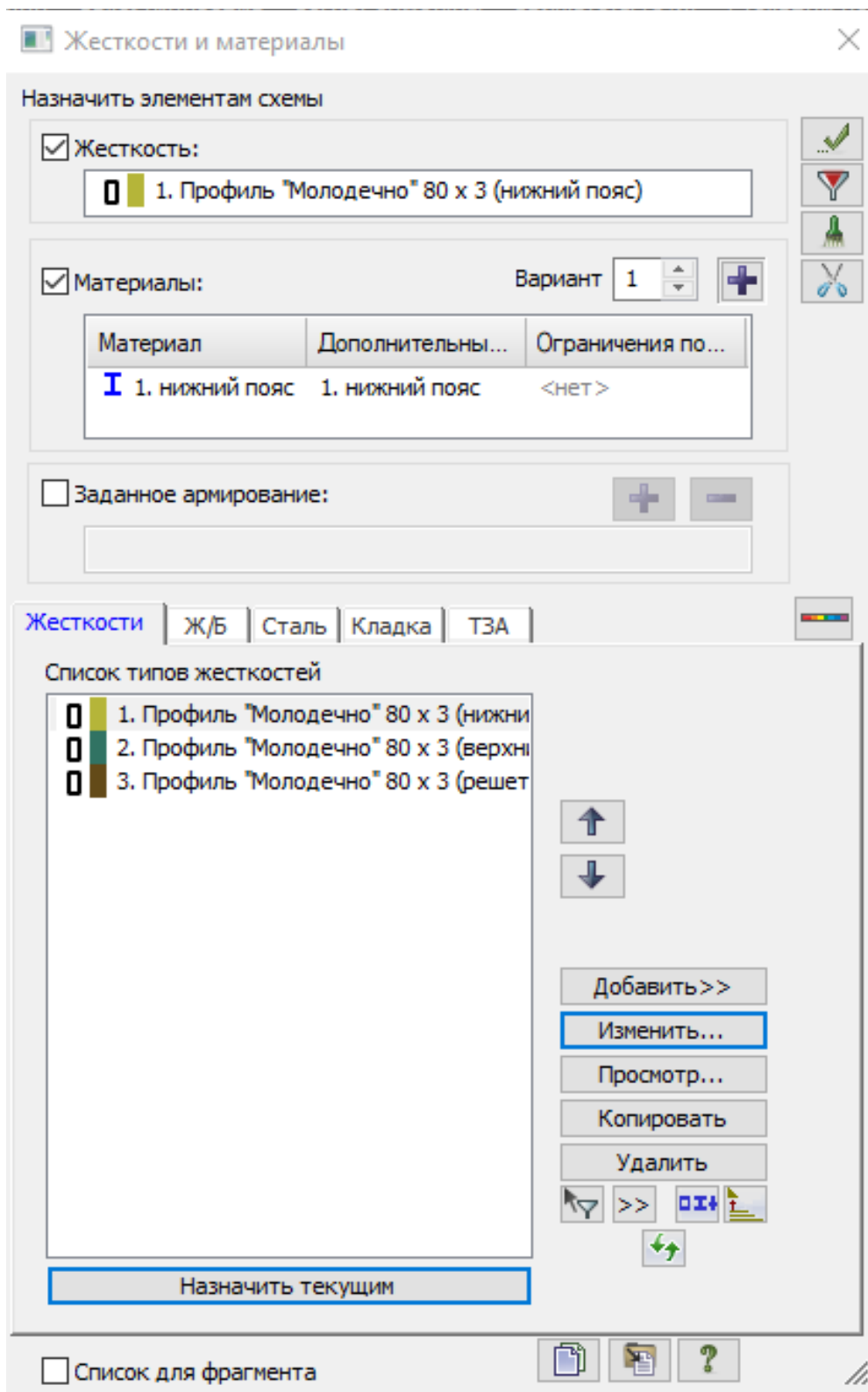


Рисунок 27 – Элементы фермы

### 2.3 Монтаж элементов облегченной зоны отдыха

Перед началом монтажа элементов облегченной конструкции необходимо осуществить доставку элементов к месту монтажа. Монтаж облегченной конструкции производится в рамках реконструкции существующего многоэтажного жилого дома.

Все элементы зоны отдыха попадают на эксплуатируемую кровлю при помощи подъемника одномачтового грузоподъемностью 500 кг, высотой подъема от 3 до 100 м. Одномачтовый подъемник «имеет выкатную платформу с защитным ограждением по периметру» (Рисунок 28).

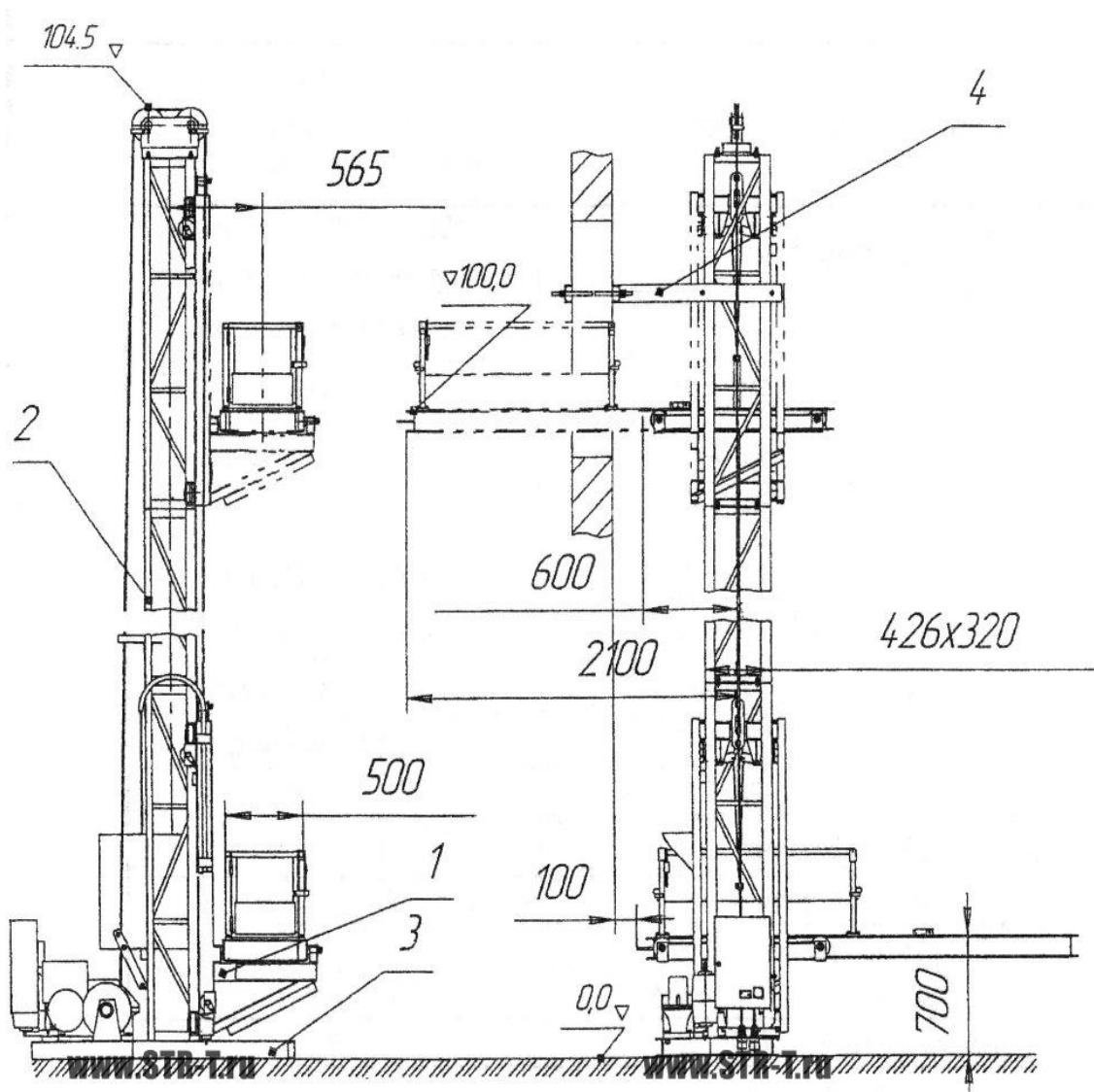


Рисунок 28 – Подъемник одномачтовый ПМГ-500: 1 - платформа грузовая, 2 - мачта, 3 - опорная рама, 4 - узел крепления.

В дальнейшем укрупненные узлы конструкций собираются при помощи болтов в единый устойчивый каркас.

#### Выводы по второй главе

- разработано конструктивное решение зоны отдыха с летним садом на существующей кровле жилого здания;
- произведен общий просчет материалов для устройства облегченной зоны отдыха;
- представлен окончательный вид облегченной зоны отдыха с летним;
- произведен расчет на устойчивость конструкции металлической фермы;
- выполнен подбор элементов фермы;
- обеспечена надежность и целостность разработанной конструкции на кровле;
- конструкция отвечает эстетическим и экологическим нормам и требованиям;
- решен вопрос монтажа облегченной конструкции в рамках реконструкции существующего многоэтажного жилого дома.

## **Глава 3. Внутреннее обустройство облегченной зоны отдыха с летним садом**

### **3.1 Обустройство зоны отдыха**

Разработанное конструктивно-технологическое решение облегченной зоны отдыха с летним садом, представляющее собой зону с размерами в плане 10,8\*11,0 м, требует внутреннего обустройства.

На территории спроектированной зоны отдыха установлены скамейки и столики для отдыха.

Для утилизации мусорных отходов предусмотрены урны для мусора, расположенные рядом со скамейками.

Передвижение людей осуществляется по дорожкам, проложенным на территории зоны отдыха между зелеными насаждениями. Между пешеходных дорожек раскатывается искусственный газон.

Наружная облицовка зоны отдыха представляет собой монолитные поликарбонатные панели.

Этот подвид поликарбоната во многом превосходит все остальные существующие материалы с прозрачной структурой. Он имеет много положительных характеристик: не подвержен гниению, а также плесневению от контакта с водой, что является немаловажным фактором при устройстве зоны отдыха с элементами озеленения [36-41].

Данный вид поликарбоната имеет прозрачную текстуру, что позволяет в достаточной мере проникать солнечным лучам.

Установленные на кровле с южной стороны фотоэлектрические панели для генерации электроэнергии позволяют осуществлять большую выработку энергии.

Благодаря применению светопрозрачного поликарбоната и фотоэлектрических панелей внутри помещения сохраняется благоприятный микроклимат [12].

На территории зоны отдыха для эстетического оформления устанавливаются топиарные фигуры в напольных горшках, выполненные из кустарников (Рисунок 29) [30-33].



Рисунок 29– Топиарные фигуры

Вдоль пешеходных дорожек располагаются фигуры из гипса (Рисунок 30).



Рисунок 30 – Гипсовые фигуры для обустройства зоны отдыха

Для комфортного пребывания людей в вечернее время суток, внутри зоны отдыха включаются солнечные светодиодные лампочки (Рисунок 31).



Рисунок 31 – Пример освещения спроектированной зоны отдыха при помощи солнечных светодиодных лампочек

Для комфортного передвижения людских потоков в вечернее время суток вдоль пешеходных дорожек предусмотрены водонепроницаемые светодиодные напольные столбики (Рисунок 32) [35].





Рисунок 32 – Пример освещения пешеходных дорожек водонепроницаемыми светодиодными напольными столбиками

На рисунке 33 представлен план обустройства зоны отдыха с летним садом [27].

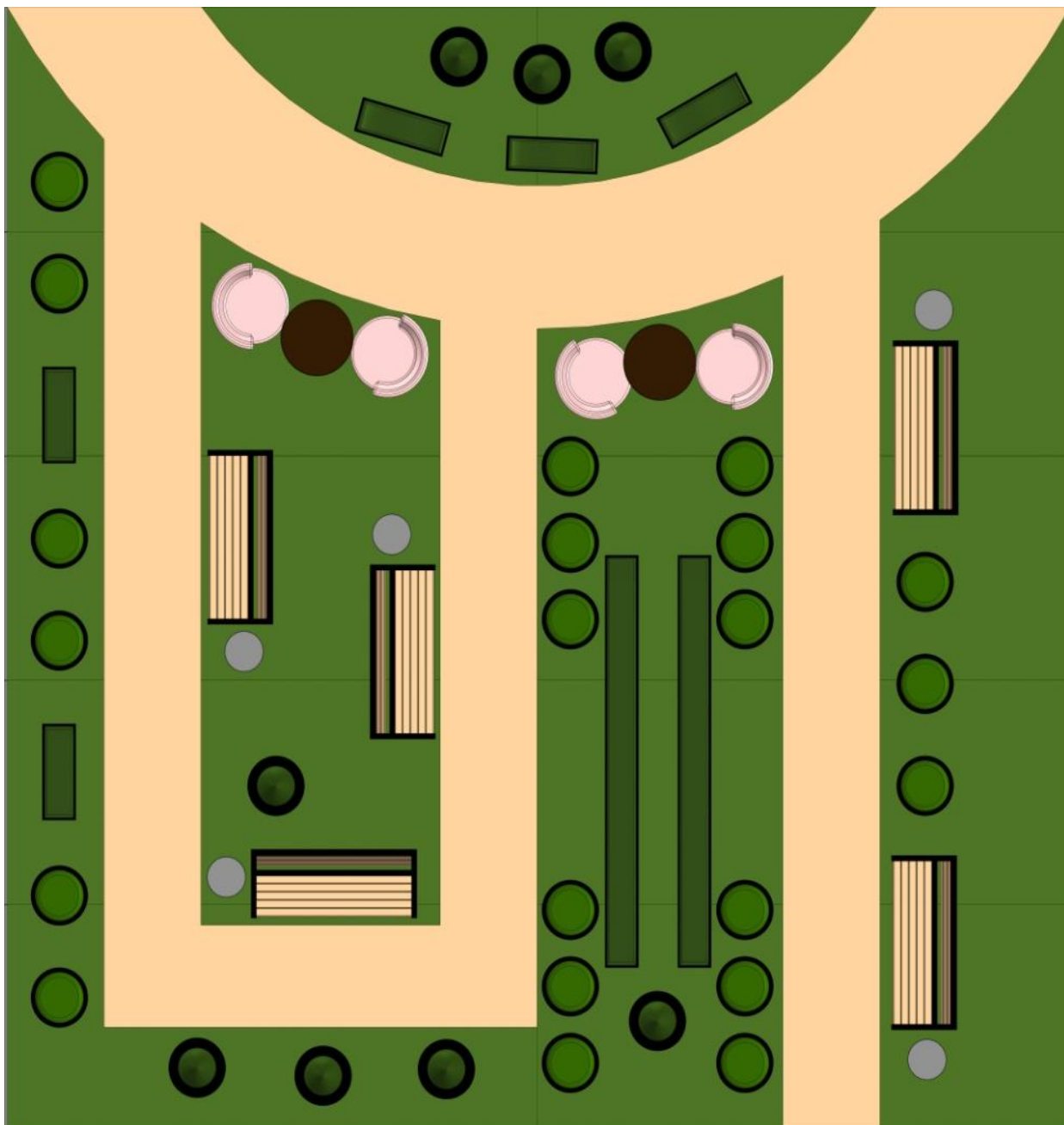


Рисунок 33– План обустройства зоны отдыха с летним садом

На рисунке 34 представлен план обустройства зоны отдыха с летним садом в 3D проекции.

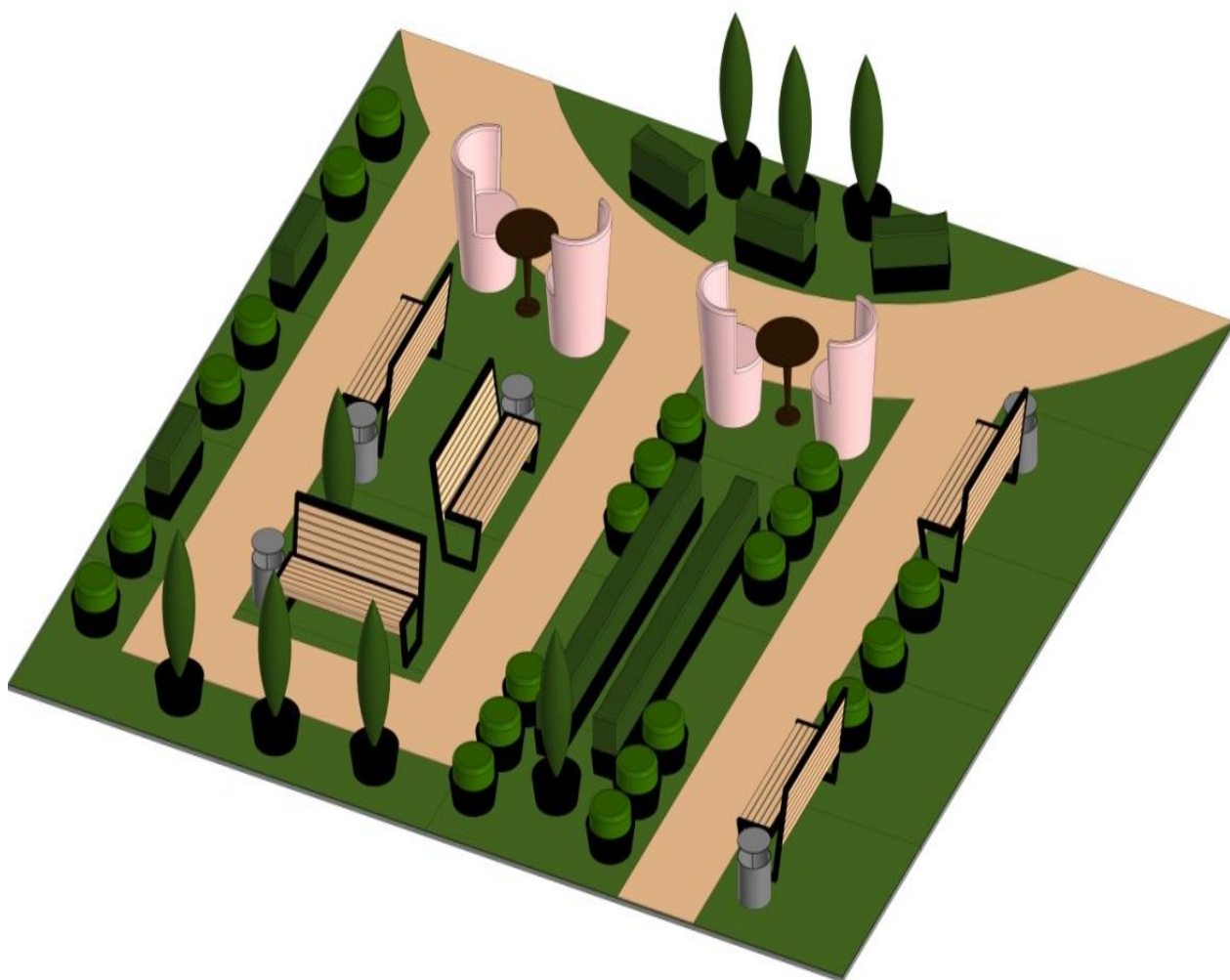


Рисунок 34 – План обустройства зоны отдыха с летним садом в 3D проекции

### **3.2 Выбор растений для устройства летнего сада**

Перед тем, как приступить к созданию летнего сада, необходимо выбрать подходящий тип озеленения.

Рассмотрим подробнее экстенсивный и интенсивный тип озеленение.

Экстенсивное вариант озеленения предполагает применение облегченного субстрата толщиной от 50 мм до 250 мм и неприхотливых в уходе и поливе вечнозеленых растений, устойчивых к ветру, морозам, пересыханию.

Чаще всего располагается на хозпостройках, гаражных боксах, беседках, кровлях аэропортов, заводов и логистических центров.

При экстенсивном виде кровельная поверхность покрывается сплошным зеленым ковром. Нахождение на ней людей обычно не предусмотрено.

В свою очередь, интенсивное озеленение подразумевает создание настоящего садового комплекса, в нем могут быть установлены беседки, фонтаны, выложены прогулочные дорожки, сооружен бассейн. Интенсивный способ подходит для многоэтажек, магазинов, отелей.

При интенсивном способе озеленения растения можно высаживать в цветочные горшки, после чего осуществлять расстановку в зоне отдыха.

В процессе обустройства летнего сада был выбран способ интенсивного озеленения.

На рисунке 35 представлена зона отдыха с интенсивным типом озеленения с обустроенной территорией и летним садом.

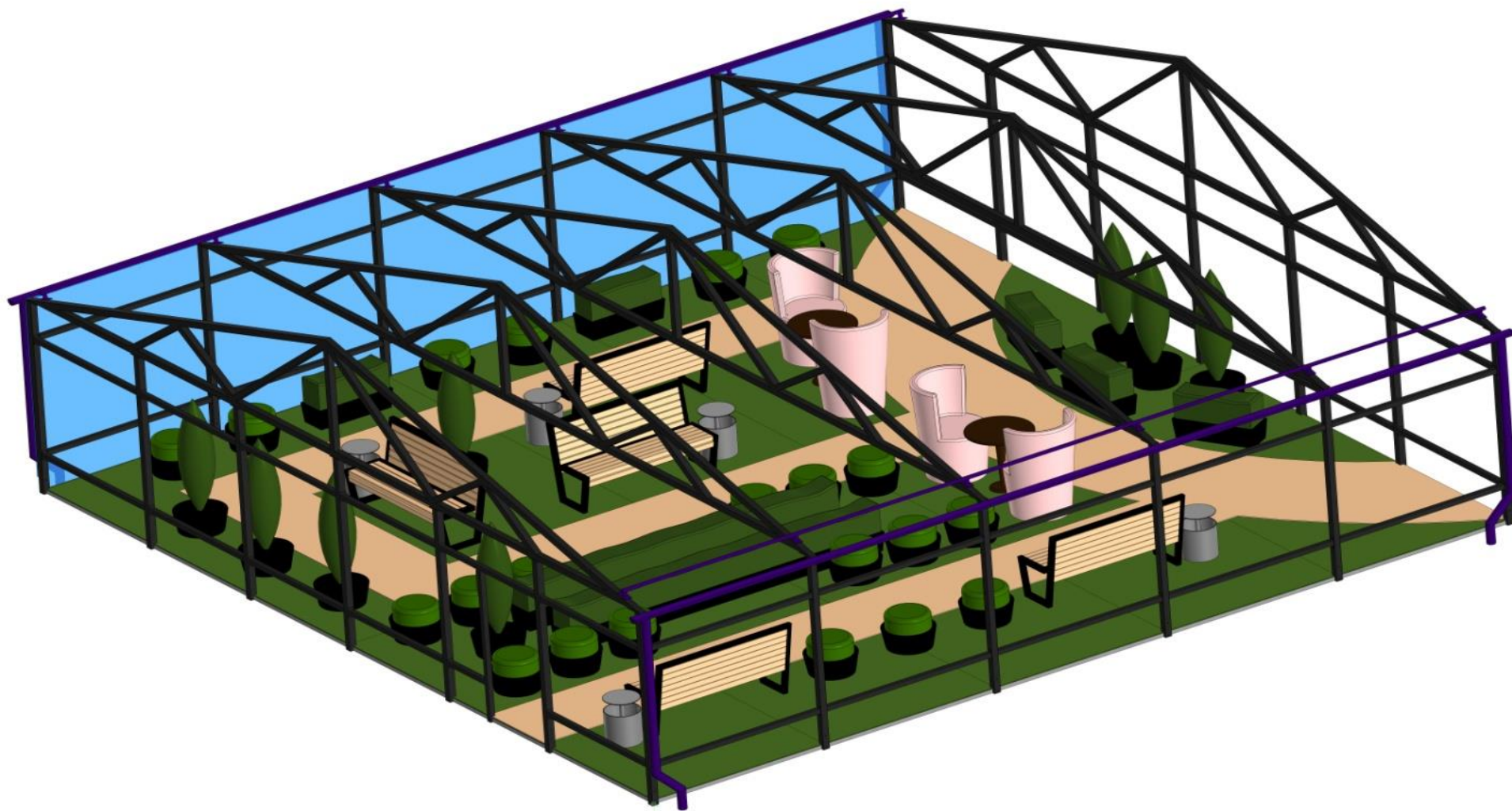


Рисунок 35 – Зона отдыха с интенсивным типом озеленения с обустроенной территорией и летним садом

На территории всей зоны отдыха раскатывается искусственный газон.

Для озеленения летнего сада применяются растения в напольных горшках.

Например, можно высаживать бугенвиллею, семейство папоротниковых растений, кустовые розы, эвкалипты, седумы, хосты и др.

Бугенвиллея относится к семейству вечнозеленых растений. «Некоторые виды культивируют как комнатные или оранжерейные растения, это относится в первую очередь к бразильским видам Бугенвиллея голая (*Bougainvillea glabra*) и Бугенвиллея замечательная (*Bougainvillea spectabilis*). Растения легко размножаются черенками, быстро растут». [24]

Бугенвиллея летом выращивается при температуре 20-25°C, зимой – при 12-16°C. Из данного растения можно выращивать в виде бонсай (Рисунок 36).

Выращивание растений в форме бонсай отлично подходит для организации ландшафтного дизайна.



Рисунок 36 – Бугенвиллея, выращенная в виде бонсай

Папоротники являются самыми неприхотливыми растениями, которые можно выращивать в помещении, и на улице (Рисунок 37). Они не требуют специального ухода и могут произрастать в тенистой местности.



Рисунок 37 – Папоротник

Для выращивания в горшках в летнем саду подойдут кустовые розы семейства патио или флорибунда, достигающие высоты до 50-80 см., эвкалипты, поддающиеся "приручению" к условиям северной широты.

Эвкалипты хорошо переносят высокие летние температуры и яркое солнце, а в осенний и зимний период папоротник требует плавного понижения температуры до 16-17°C.



Для обустройства зоны отдыха можно использовать сорта китайского самшита (самшит мелколистный), высота которого достигает меньше 1 м (Рисунок 38).



Рисунок 38 – Самшит мелколистный

«Самшит мелколистный подходит для культивирования в условиях средней полосы и благодаря своей способности выдерживать 15-20-градусный мороз».

Растение можно обрезать, тем самым предавая ему любую форму.

Для решения эстетического вопроса можно прибегнуть к выращиванию цветущих растений.

Наиболее подходит для этого «Эрика – невысокое (вырастает не больше 25 см) растение семейства Вересковые» (Рисунок 39).



Рисунок 39 – Эрика – невысокое (вырастает не больше 25 см) растение семейства Вересковые

Этот вид растения неприхотлив и имеет длительный период цветения. Цветы «Эрики» имеют приятный розовый окрас [1,2].

Еще одним примером «вечно цветущего» растения является бегония гибридная, представленная на рисунке 40.

Бегонии гибридные являются наиболее неприхотливыми растениями, они хорошо растут и не требуют обильного полива.



Рисунок 40 – Бегония гибридная

Помимо напольных горшков, в летнем саду устраиваются «умные кашпо» (Рисунок 41).



Рисунок 41– Пример подвесных кашпо

«Умные кашпо» представляют собой конструкцию с двойным дном. Полив растений в данной конструкции осуществляется в специальную шахту сбоку, которая оснащена устройством для контроля количества воды, что позволяет выполнять полив намного реже, чем обычно [4,25,26].

Для выращивания в кашпо отлично подходит растения семейства Астровых – Биденс. Биденс представляет собой растение, цветущее ярко-желтыми цветами, неприхотливое в выращивание, отлично переносит солнечные яркие лучи (Рисунок 42).



Рисунок 42– Биденс для выращивания в кашпо

Для выращивания в кашпо наряду с Биденсом подходит и Виола ампельная, представленная на рисунке 43.



Рисунок 43– Виола ампельная для выращивания в кашпо

Растение имеет необычный окрас, идеально впишется в окружающую среду и разнообразит «зеленый фон» яркими красками.

Виола ампельная неприхотлива в уходе, быстро всходит и требует особых усилий при посеве.

Разнообразить яркие цветущие растения можно при помощи Вербейника монетчатого, представленного на рисунке 44.



Рисунок 44 – Вербейник монетчатый для выращивания в кашпо

Вербейник монетчатый в процессе роста образует длинные спускающиеся вниз плети, а листья растения имеют необычную круглую форму.

#### Выводы по третьей главе

- выполнено обустройство зоны отдыха;
- организована инфраструктура зоны отдыха;
- подобраны растения, располагающиеся в зоне отдыха;
- решен вопрос создания благоприятного микроклимата внутри зоны отдыха;
- решен вопрос комфортного пребывания людей внутри спроектированной зоны отдыха в вечернее время суток.

## Заключение

В результате проведенного исследования в области проектирования и устройства зоны отдыха с элементами озеленения в рамках реконструкции существующего многоэтажного здания были решены следующие задачи:

- В результате изучения отечественного и зарубежного опыта в области возведения зон отдыха с элементами озеленения были определены технологии возведения кровельных покрытий, оснащенных системами озеленения.
- Рассмотрены основные достоинства и недостатки при возведении кровельных покрытий с системами озеленения.
- Определены существующие основные типы озеленения кровельных покрытий.
- Выбран тип озеленения для обустройства кровли.
- Сформировано предложение по разработке и устройству конструктивного решения облегченной зоны отдыха с элементами озеленения.
- Выполнен расчет на устойчивость конструкции фермы в соответствии с нормативными документами.
- Разработана конструкция фермы, отвечающая требованиям устойчивости.
- Произведено обустройство спроектированной зоны отдыха с элементами озеленения.
- Разработанное конструктивное решение отвечает требованиям нормативной документации.
- Обеспечена устойчивость облегченной зоны отдыха.
- Обеспечена целостность существующего кровельного покрытия

В магистерской работе получен уникальный научный результат:

Предложено новое решение организации кровельного пространства, путем проектирования и разработки зоны отдыха с элементами озеленения.



## Список используемых источников

1. Аксенова, Н. А. Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения / Н.А. Аксенова, Л.А. Фролова. - М.: Издательство МГУ, 1989. - 160 с.
2. Алифтина, Мальцева Декоративные деревья и кустарники в ландшафтном озеленении / Мальцева Алифтина. - М.: Феникс, 2002. - 643 с.
3. Анализ достоинств и недостатков эксплуатируемых кровель в современном строительстве, решение проблемы волостока и наледи при их эксплуатации / А.П. Фе-досова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2019. № 1. С. 221-225.
4. Андрей, Лысиков Вертикальное озеленение. Уроки садового дизайна / Лысиков Андрей. - М.: Фитон+, 2011. - 151 с.
5. Афанасьев, А.А. Инновационная технология возведения навесных вентилируемых фасадов в гражданском строительстве / А.А. Афанасьев, А.А. Жунин // Вестник МГСУ. - 2017. - Т. 12. - № 9 (108). - С. 981-989.
6. Афанасьев, А.А. Модульные фасады в высотном строительстве / А.А. Афанасьев, А.А. Жунин // Вестник МГСУ. - 2011. - № 1-2. - С. 19-23.
7. Белочкина, Ю.В., Искусство ландшафтного проектирования, Ростов-на-Дону, Феникс, 2006 г., 192 стр.
8. Беспяткин, Эдуард Все о кровле. Секреты мастера / Эдуард Беспяткин. - М.: Питер, 2013. - 128 с.
9. Библиографическое описание: Нилова О.В., Москаленко З.С. Озеленение крыш: отечественный и зарубежный опыт // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2019. № 12(69). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8450>
10. Бриколаж. Ремонт в доме. Книга 1. Строительные, столярные и отделочные работы, кровля, двери, окна, покрытия. - М.: Ниола-Пресс, 2008. - 192 с.

11. Веселова С.С. Искусство озеленения интерьеров и создания зимних садов от Древней Руси до эпохи модерна. М.: Фитон+, 2012. С. 10-85
12. Веселова, С. Искусство озеленения интерьеров и создания зимних садов. От Древней Руси до эпохи модерна / С. Веселова. - М.: Фитон+, 2012. - 500 с.
13. ГОСТ Р 54964-2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. – М.: Стандартиформ, 2013. – 48 с.
14. ГОСТ Р 56295-2014. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
15. ГОСТ Р 56828.16-2017. Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Методология планирования показателей (индикаторов) энергоэффективности – М.: Стандартиформ, 2017. – 8 с.
16. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН-2001. Часть 12. Кровли. - М.: ФГУ ФЦЦС, 2009. - 872 с.
17. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН-2001. Часть 47. Озеленение. Защитные лесонасаждения. - М.: ФГУ ФЦЦС, 2009. - 755 с.
18. Гунтов А.Э. Мир архитектуры. М.: Молодая гвардия, 1985. С. 154-155.
19. Есаулов Г.В. Энергоэффективность и устойчивая архитектура как векторы развития//АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2015. № 5. С. 4-13.
20. Журнал «Архитектура, строительство, дизайн» // Международная ассоциация союзов архитекторов. 2019. №03/04\_(96/97)\_2019. С. 99
21. За зеленью — на крышу [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://wildlife.by/ecology/presentations/zazelenyu-na-kryshu/>
22. Зеленая крыша своими руками [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://strport.ru/uchastok/zelenayakrysha-svoimi-rukami>

23. Зеленые крыши городов [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://ecopeterburg.ru/2018/12/10/зеленыекрыши-городов/>
24. Интернет ресурс <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бугенвиллея>
25. Карпов, Александр Александрович Вертикальное озеленение в саду, во дворе, на балконе / Карпов Александр Александрович. - М.: Феникс, 2002. - 651 с.
26. Колесникова, Е.Г. Вертикальное озеленение сада / Е.Г. Колесникова. - М.: Кладезь, АСТ, 2013. - 176 с.
27. Крижановская, Н.Я., Основы ландшафтного дизайна, Ростов-на-Дону, Феникс, 2005г., 176 стр.
28. Кровельные и жестяные работы. Возведение кровли из современных материалов. - М.: Арфа СВ, Спектр, 2005. - 224 с.
29. Летин, А.С., Летина, О.С., Компьютерная графика в ландшафтном проектировании, Москва, Феникс, 2006 г., 203 стр.
30. Лысиков, А. Б. Вертикальное озеленение. Дизайнерские решения. Выбор растений / А.Б. Лысиков. - М.: Фитон+, 2012. - 136 с.
31. Модульная конструктивная система зеленой кровли [Текст]: пат. RU0002612698 Рос. Федерация: МПК E04D 13/00/ Шушунова Н.С.; заявитель и патентообладатель Шушунова Н.С. - № 2015123300; заявл. 17.06.2015; опубл. 13.03.2017, Бюл. № 8. - 3 с: ил.
32. Наумов А.Л., Капко Д.В., Судьина О.С. Энергоэффективность, стоимость жизненного цикла и зеленые стандарты//АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2015. № 5. С. 22-31.
33. Николаев, В.А., Ландшафтоведение: эстетика и дизайн, Москва, Аспект пресс, 2005 г., 250 стр.
34. Первая в Беларуси «зеленая» крыша открыта в Марьиногорской гимназии [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://pgs.greenlogic.by/dokumenty/>

35. Петер, Х., Планируем сад. Освещение в саду: Подготовка. Планирование. Расчеты, Санкт-Петербург, Белый город, 2009 г., 168 стр.

36. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. — М.: Москомархитектура, ОАО «Моспроект», 2001. — 44 с.

37. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. — М.: Москомархитектура, ОАО «Моспроект», 2001. — 44 с. — 19 с.

38. Проектный документ Вовлечение общественности в экологический мониторинг и улучшение управления охраной окружающей среды на местном уровне [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://ecopeterburg.ru/2018/12/10/зеленые-крыши-городов/>

39. Руководство по проектированию и устройству эксплуатируемых и зеленых крыш. [Электронный ресурс]. – Корпорация ТехноНИКОЛЬ. – 2012. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/2206-Rukovodstvo-poproektirovaniyu-i-ustroystvu-ekspluatiruemyh-i-zelenyh-krysh.html>.

40. Рыженко, В. И. Кровли. Крыши. Мансарды. От выбора материалов до технологии / В.И. Рыженко, А.А. Теличко. - М.: Оникс 21 век, Центр общечеловеческих ценностей, 2005. - 272 с.

41. Сады на крышах: эксплуатируемая крыша, как элемент энергоэффективности / Ж.П. Леткеманн // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: сб. матер. конф. - Белгород, 2021. С. 762-767.

42. Сады на крыше: новое слово в современном ландшафтном дизайне [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://zstrela.ru/projects/magazine/sections/dizayn-sada/sady-na-kryshe-novoe-slovo-v-sovremennomlandshaftnom-dizayne>

43. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011. Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания. – Введ. 2011 - 11 - 11. – М.: НП «АВОК», ОАО «Центр проектной продукции в строительстве», 2011. – 36 с.

44. СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012. Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания. – Введ. 2012 - 06 - 22. – М.: НП "АВОК", ОАО "ЦНИИПромзданий" и ООО "НПО ТЕРМЭК". 2012 – 23 с.

45. Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л., Миллер Ю.В. Критерии энергоэффективности в «зеленом» строительстве//Энергосбережение. 2012. № 1. С. 1-9.

46. Теличенко В.И., Бенуж А.А. Совершенствование принципов устойчивого развития на основе опыта применения «зеленых» стандартов при строительстве олимпийских объектов в Сочи//Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 10. С. 40-43.

47. Титова, Н., Сады на крышах, Москва, Олма-пресс, 2006 г., 150 стр.

48. Функциональная организация пространственной среды на примере двухуровневой квартиры / Н.И. Манешина, Е.А. Королёва, А.В. Михайлин // Системные технологии. 2020. № 3 (36). С. 61-64.

49. Шиканян, Т.Д., Элементы садового дизайна, Ростов-на-Дону, Кладезь-букс, 2010 г., 146 стр.

50. Юрина, О.П., Освещение сада, Кладезь-букс, Москва, 2008 г., 200 стр.

51. FBV (Fachvereinigung Bauwerksbegrünung) [Электронный ресурс]/ BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V. – Режим доступа: <https://www.gebaeudegruen.info/>

52. Feng, C. Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs / C. Feng, Q. Meng, Y. Zhang // Energy and Buildings, vol.42, issue.6, pp.959-965, 2010.

53. Gaidukov, P, Pugach, E. Technological aspects of lift-slab method in high-rise-building construction, E3S Web of Conferences, 2018. No 02068.
54. Ginzburg, A. Sustainable building life cycle design, MATEC Web of Conferences, 2016. No 02018.
55. Kagan, P. The engineering communication networks - the issues of use of standards for the information representation in design, construction and operation, Procedia Engineering, 153, pp. 261-265.
56. Kagan, P., Naumova, A., Vilman, Y. The problems of project management software implementation in construction corporations, MATEC Web of Conferences, 2016. No 07016
57. Kasyanov, V., Chernysheva, O. Use of Underground Space in Large Cities, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 471, Session 10.
58. Kievskiy, L.V., Kievskiy, I.L. Multiplier effects of the Moscow construction complex, International Journal of Applied Engineering Research, 2016, Volume 11, No 1, pp. 304-311.
59. Klueva, N., Emelyanov, S., Kolchunov, V., Bukhtiyarova, A. New industrial energy and resource saving structural solutions for public buildings, Applied Mechanics and Materials, 2015, Volume 725-726, pp. 1423-1429.
60. Korol, E., Shushunova N. Research and Development for the International Standardization of Green Roof Systems, Procedia Engineering, Volume 153, 2016, pp. 287-291.
61. McDonough W., Braungart M. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press, 2002. 378 p.
62. Olovyov A.K. Hollow tubular light guides: their application for natural illumination of buildings and energy saving, Light & Engineering, 2012. vol. 20, No 1, pp. 40-49. 100. Spala, A.
63. Prokhorenko A.V., Solovyov A.K. Energy-effective technologies for housing and utilities using a case study of energy saving illumination in entrance

halls of apartment buildings, *Light & Engineering*, 2015, vol. 23, No 1, pp. 71-78.122

64. Solovyov A.K. Research into illumination of buildings and construction conducted in architectural and construction educational and scientific institutes: a review, *Light & Engineering*, 2017, vol. 25, No 1, p. 23. \