

На правах рукописи

Юсфи Римма

**СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ СИРИИ
С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ ТРАДИЦИОННОЙ АРАБСКОЙ
АРХИТЕКТУРЫ**

05.23.21 – Архитектура зданий и сооружений.

Творческие концепции архитектурной деятельности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата архитектуры

Нижний Новгород – 2019

Научный руководитель
кандидат технических наук, доцент
Забалуева Татьяна Рустиковна

Официальные оппоненты:
Колесникова Татьяна Николаевна
доктор архитектуры, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева», заведующая кафедрой архитектуры

Генералов Виктор Павлович
кандидат архитектуры, профессор
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
заведующий кафедрой архитектуры жилых и общественных зданий


Ведущая организация
ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт
(государственная академия)»

Защита состоится 12 ноября 2019 года в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.162.07 при ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65, корпус 5, аудитория 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте www.nngasu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2019 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат архитектуры

 Н.А.Гоголева

Общая характеристика работы

Актуальность исследования определяется необходимостью восстановления разрушенного войной жилого фонда Сирии на принципах устойчивой архитектуры, включающих экономию конструктивных материалов на возведение зданий и энергии при их эксплуатации, возможность свободы планировки и перепланировки этажей в процессе эксплуатации по требованию текущего времени при сохранении остова здания. Для этого предлагается применение разрабатываемой и реализуемой в России конструктивной системы «несущий этаж», выполняемой в монолитном железобетоне, наименее материалоемкой и, при этом обеспечивающей большую свободу планировки по сравнению с другими конструктивными системами.

Для создания комфорта в жилых помещениях в условиях жаркого и сухого климата применяют два способа: специальные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и инженерные системы кондиционирования воздуха и охлаждения ограждающих конструкций. Инженерные системы потребляют большое количество электрической энергии. Для разрушенной войной Сирии такие траты энергии невозможны. Поэтому, в сложившихся условиях, целесообразен первый способ - применение энергоэффективных объемно-планировочных и конструктивных решений. Этот способ тем более целесообразен потому, что в будущем, когда в восстановленной стране будет достаточное количество энергии, энергоэффективные планировочные и конструктивные меры будут вносить существенный вклад в экономию эксплуатационных расходов на здания.

Накоплен большой мировой опыт применения планировочных и конструктивных мер предотвращения перегрева в зданиях, построенных в известных конструктивных системах. Конструктивная система «несущий этаж» разработана и применяется в России в условиях умеренного климата. Применение её в условиях жаркого климата Сирии требует исследований условий сочетания конструктивных особенностей системы «несущий этаж» с конструктивными и планировочными мерами по обеспечению защиты от перегрева. Поэтому тема диссертации, включающая в себя два взаимосвязанных направления, актуальна.

Степень разработанности темы исследования по первому направлению: конструктивно-планировочная система «несущий этаж» разработана и запатентована в России (патент RU 2536594 C1 “Здание с большепролетным помещением»). В основе данной системы лежит пространственная конструкция коробчатого сечения со строительной высотой в один этаж, в которой сплочены воедино его стены и перекрытия. Такая конструкция имеет возможность иметь опоры только по своему внешнему контуру, оставляя в его пределах под- и над собой полностью свободные беспорные пространства, создавая свободу планировки и, в дальнейшем, по мере необходимости – перепланировки в процессе эксплуатации здания. При этом, конструкция «несущий этаж» позволяет в монолитном железобетонном исполнении достигать полутора - двукратную экономию конструктивных материалов по сравнению с известными традиционными конструкциями. Использование несущего этажа в малоэтажном жилищном строительстве с исследованиями и разработкой планировочных решений проводили Т.Р. Забалуева, Е.С.Колядова, С.О.Макаренко, конструктивных – А.В.Захаров и А.С.Назаренко. К 2018 году построено домов общей площадью около 4000 м², в которых исследовались и совершенствовались планировочные и конструктивные решения, технология возведения. В данной работе предпринимается попытка, используя опыт малоэтажного строительства, разработать на основе несущего этажа объемно-планировочные решения домов средней этажности;

по второму направлению: развитие способов защиты зданий от перегрева солнечной радиацией имеет более чем двух тысячелетнюю историю.

Июльская температура воздуха в тени на рассматриваемых в диссертации территориях составляет 35-40°С, средняя температура на солнце вблизи отражающих поверхностей в среднем на 20 градусов больше. Комфортная температура для жителей умеренных широт 24-25°С, субтропиков 27°С, температура грунта и горных пород (в которых нет экзотермических процессов) на глубинах от 10 до 100 и более метров стабильно составляет около 10°С. Таким образом, если иметь в виду, что архитектурная деятельность направлена на создание среды жизнедеятельности человека, то в части создания комфортной среды в субтропической зоне (колыбели человечества),

архитектура Сирии исторически развивалась в диапазоне температур от +10 до +60°C, с целью приблизиться к +25°C.

Многие способы борьбы с перегревом хорошо изучены и вошли в нормативную литературу по проектированию и эксплуатации зданий. Их можно представить тремя большими группами: 1 - активные, 2 - пассивные и 3 - гибридные.

Активные способы отличаются применением инженерного оборудования, в основном кондиционеров, использующего промышленную электрическую энергию для охлаждения воздуха помещений и охлаждения ограждающих их конструкций до температур, предписываемых санитарными нормами обеспечения комфортных условий в помещениях.

Уровень теоретических и экспериментальных исследований для применения способов первой группы к настоящему времени позволил во многих странах развить в широких масштабах производство необходимого оборудования для кондиционирования и вентиляции воздуха. Способы использования этого оборудования универсальны по возможности применения в различных типах зданий, при различных погодных условиях и времени их использования. Ограничение в применении способов первой группы заключается в необходимости затрат большого количества энергии на изменение агрегатного состояния хладагента кондиционеров, работающих на изменение температуры больших масс воздуха кондиционируемых помещений. При этом необходимо отметить, что понижение температуры воздуха требует затрат энергии на порядок больше чем её повышение на ту же ступень. По указанной причине широкое распространение применение способов борьбы с перегревом первым способом доступно только странам, производящим достаточно большое количество энергии. Современная Сирия к таковым не относится и, поэтому, первая группа способов борьбы с перегревом в диссертации не рассматривается.

Пассивные способы отличаются использованием природных источников энергии, таких как, ветер, солнечная радиация, гравитационное давление в воздушной среде, перепад температуры воздуха в разное время суток, перепад температуры воздуха и воды водоемов и рек, грунтовых вод, подземных слоев грунта. Общим достоинством способов второй группы является нулевая

потребность промышленной энергии на эксплуатацию систем защиты от перегрева, что существенно для Сирии. В архитектурном аспекте указанные способы изучали исследователи разных стран: М. Абдельмохсен, Т. Абдель-Салам, А. Абуфаед, А. Ажаж, И.К.Т. Ал Обайди, М. Аль-Зубайди, С. М. Аль-Лаяли, В. Аль-Сайед, А.М., А.А. Аль-Халед, Аль-Шорбаджи, М. Ахмед, М. Д. Ахмед, М. Н. Бахадори, С. Бахрами, А. Г. Большаков, В. Л. Воронина, М.Х. Гадири, Ш. Р. Гамзаев, Н. Гатгас, И.С., Гиясов, В. Л. Глазычев, М. Дехнави, М. Джавахериан, Д. АА. Джассим, М. Джедид, Г.В. Есаулов, А.А. Зами, М. Махмуди Заранди, Х. Ибрагим, М.А. Иса, А. Июси, М. А. Камал, Г. Г. Кафаль, Л. Н. Киселевич, П.П. Коваленко, В.Н. Куприянов, Я. Лавафпур, В. К. Лицкевич, М. Мади, Л. Махер, В. В. Мельник, А. Мехернуш, Х. Мохаммед, Х. Мохаммади, М. С. Мягков, А.А. Нур, Л. Н. Орлова, А. Реджи, А. Н. Римша, Г. М. Рихан, С. Сулиман, Ю. А. Табунщиков, Х.М. Талиб, Д. Тайех, И. Н. Филиппович, В. М. Фирсанов, А. Хезла, И. С. Шукуров.

Для применения пассивных способов используется не промышленное оборудование, а части зданий, выполняющие зачастую совместно с функциями защиты от перегрева функции несущего остова здания, функции организации бытовых и технологических процессов, композиционные функции интерьеров и фасадов зданий. Эти элементы вошли составной частью в арабскую архитектуру, имеющую вековые традиции.

Их можно подразделить на следующие подгруппы:

- создающие тень навесы, козырьки, перголы, сквозные решетки типа жалюзи, машрабии, озеленение;
- светоотражающие покрытия;
- теплоизоляционные конструкции, ограждающие помещения;
- поглощающие и отводящие в грунт массивные конструкции, поверхности водных партеров, поглощающие за счет теплоемкости и испарения воды,
- растительность, использующая поглощенную радиацию на биохимический синтез.

Они дают возможность понижения температуры воздуха помещения до температуры наружного воздуха в тени. Эти способы хорошо изучены, имеют

стандарты, вошли в нормы проектирования. Но их недостаточно для достижения комфортных температур в помещениях.

Комфортные температуры можно получить путем радиационного охлаждения помещений каменными полами, устроенными по плотному грунту. В достаточно затененных помещениях с закрытыми дверями и небольшими оконными проемами, обращенными по преимуществу на север, полы отдавая тепло грунту и приобретая температуру ниже температур внутреннего воздуха и внутренних поверхностей ограждающих конструкций, становились источником радиационного охлаждения. Благодаря этому помещения средневековых одноэтажных домов могли иметь близкие к комфорту температуры.

Достаточно большие подвальные и подземные помещения за счет описанного радиационного охлаждения (в медицине его называют «отрицательной радиацией»), позволяют охлаждать помещения расположенные выше двух – трех этажей. Охлажденный под домом воздух имеет наибольшую массу и не имеет возможность перемещаться в верхние этажи. Для его перемещения используют специальные сооружения: ветровые башни, в которых воздух движется под напором ветра и вытесняет холодный воздух из подвалов на верхние этажи, и вытяжные шахты, в которых нагретые солнцем стенки создают тягу вытяжки воздуха из помещений в атмосферу. Иногда устраиваются подземные тоннели с каналами, наполненными водой. Воздух, выталкиваемый из ветряной башни и проходящий над каналом, дополнительно охлаждается испарением воды. Этим повышается эффективность системы «ветряная башня – водяной канал – охлаждаемые помещения – вытяжная шахта». Но в целом, работа системы недостаточно стабильна из-за несовпадения временных суточных циклов нагрева и охлаждения отдельных её элементов, а также непостоянства ветров. Для стабильности работы системы необходимо использование электровентиляторов и некоторых элементов современной автоматики, что переводит систему в разряд гибридных и открывает новые возможности дальнейшего её усовершенствования.

Отдельные физические явления, происходящие в этой системе, хорошо изучены и согласуются с фундаментальными законами физики. Но в совокупности, с учетом географических, погодных, временных и

архитектурных факторов представляют сложную многофункциональную задачу. Здесь нет стандартов, подобных стандартам, установленным для группы способов, указанных выше. Здесь правила устройства защиты от перегрева, являясь элементами многовековых традиций, архаичны. Для того, чтобы выйти на стандарты проектирования для архитекторов, нужны системные исследования специалистов по теплотехнике и вентиляции зданий.

Гибридные способы – это те же пассивные способы, но с использованием, по сравнению с первым способом, небольшого количества энергии для запуска естественных процессов движения воздуха, побуждаемого перепадом гравитационного давления; подачи в дом и обеспечения циркуляции охлаждаемой в грунте воды, подачи воды в распылитель и т.п. Гибридные способы при небольшой трате промышленной энергии значительно повышают эффективность пассивных способов защиты зданий от перегрева. Использованию гибридных систем посвящена по вторая и третья главы диссертации.

Цель исследования. Разработка научно обоснованных рекомендаций для формирования объемно-планировочных решений средне этажных жилых зданий с использованием конструктивной системы «несущий этаж» и архитектурно- конструктивной системы защиты таких зданий от перегрева в условиях жаркого климата.

Задачи исследования:

- изучение опыта современного городского жилищного строительства в Сирии и методов защиты зданий от перегрева в традиционной арабской архитектуре;

- исследование архитектурно-планировочных возможностей применения конструктивной системы «несущий этаж» в среднеэтажном жилищном строительстве;

- научное обоснование и разработка принципов объемно-планировочных решений средне этажных жилых домов на основе конструктивной системы «несущий этаж», совмещенной с системой защиты здания от перегрева, разработанной на основе традиционной арабской архитектуры.

Объект исследования. Современные жилые дома средней этажности с применением принципов традиционной арабской архитектуры.

Предмет исследования. Проектные решения жилых домов на основе конструктивной системы «несущий этаж» и энергосберегающих способов защиты от перегрева, взятых из традиционной арабской архитектуры.

Границы исследования. Территория северо-запада Сирии, включающая город Алеппо; модернизированные арабские способы защиты зданий от перегрева.

Гипотеза исследования состоит в том, что особенности, подходы и перспективы архитектурно-планировочного формирования жилых домов средней этажности в условиях послевоенной Сирии могут быть представлены в виде планировочных моделей на основе конструктивной системы «несущий этаж» с обеспечением комфортного пребывания в квартирах в условиях энергетического голода в стране с помощью не затратных способов, используемых в традиционной архитектуре и усиленных современными предложениями, не отягощающими финансовыми затратами процессы эксплуатации домов.

Научная новизна исследования заключается в научно обоснованных рекомендациях применения планировочно-конструктивной системы «несущий этаж» в средне этажном жилищном строительстве в условиях жаркого сухого климата и гибридной системы защиты зданий от перегрева, позволяющей достигать температуры воздуха в защищаемых помещениях ниже температуры воздуха в тени.

Методика исследования базируется на комплексном анализе проектных материалов и публикаций в профессиональной литературе, архитектурных решений современных и традиционных арабских жилых домов. Производился сравнительный анализ климатологических норм России и Сирии, а также норм по тепловой защите зданий. Произведен системный анализ 7 элементов традиционной арабской архитектуры, предназначенных для защиты от перегрева солнечной радиацией и современных энергетически мало-затратных технических решений по снижению температуры в помещениях. На основе этого анализа была предложена классификация средств защиты зданий от перегрева и выбрана наиболее целесообразная комбинация способов, составившая гибридную систему: ветровая башня с реактивным роторным распылителем воды - охлаждаемые помещения - вытяжная шахта.

Для выбора конструктивной основы новых домов был произведен анализ современных конструктивных систем из монолитного железобетона по критерию наименьшего расхода конструкционных материалов и возможности свободной планировки и перепланировки в процессе эксплуатации дома. По этим критериям была выбрана конструктивная система «несущий этаж».

Выбранные системы легли в основу разработки экспериментального проекта среднеэтажной жилой застройки в городе Алеппо.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке принципов проектирования жилых домов на основе применения конструктивной системы «несущий этаж», а также рекомендаций по созданию в среднеэтажных жилых домах гибридной системы защиты зданий от перегрева, включающей традиционную ветровую башню с современным роторным реактивным гидрораспылителем и традиционную вытяжную шахту.

Практическая значимость исследования заключается:

- в возможности свободной планировки квартир и секций жилых домов на уровнях между несущими этажами, а также перепланировки их в процессе эксплуатации по требованию текущего времени. За счет сохранения несущего остова здания в результате перепланировки, оно защищено от морального износа на весь период его эксплуатации;

- значительной (до 1,5 раз) экономии конструкционных материалов на возведение здания с применением системы «несущий этаж»;

- в создании комфортного микроклимата помещений с малыми энергетическими затратами (по сравнению с электрическими кондиционерами), за счет предложенной гибридной системы защиты зданий от перегрева солнечной радиацией.

В целом, результаты работы способствуют достижению устойчивости архитектуры предлагаемых зданий.

Положения, выносимые защиту:

- возможности применения конструктивной системы “несущий этаж” в жилищном строительстве Сирии, основанные на результатах анализа традиционной и современной архитектуры Сирии с точки зрения обеспечения комфортного температурно-влажностного режима помещений;

- принципы формирования объёмно-планировочных решений жилых домов в Сирии на основе применения конструктивной системы “несущий этаж”, обеспечивающей свободу планировки и перепланировки здания в процессе его эксплуатации и экономию затрат на конструкционные материалы;

- архитектурно-планировочное решение здания с гибридной системой защиты помещений от перегрева солнечной радиацией.

Апробация результатов исследования подтверждена использованием в работе достоверных источников: большого массива опубликованных работ исследователей в данной области (статей в научных журналах, диссертаций, нормативной литературы, данных климатологических служб арабских, европейских, советских и постсоветских стран), а также обсуждением научным сообществом на международных научных конференциях докладов автора:

- XIX международная межвузовская научно-практическая конференция «Строительство – формирование среды жизнедеятельности», г. Москва, 2016;

- Международная конференция «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании», г. Москва, 2016 г.;

- XX международная межвузовская научно-практическая конференция «Строительство – формирование среды жизнедеятельности», г. Москва, 2017.

Структура диссертации.

Диссертация представлена в одном томе, объемом 213 страниц. Диссертационная работа включает в себя: введение, три главы, заключение, список литературы (103 наименований) и приложения (А, Б).

Основное содержание работы

В первой главе диссертации проводится социологический анализ влияния существующего военного конфликта на экономику и рост уровня бедности населения. В связи с ослаблением экономики и дефицитом множества ресурсов, возникает острая необходимость в особом подходе к жилищному строительству, что могло бы позволить снизить затраты на строительство и эксплуатацию жилого фонда.

Приведены общие сведения о стране, рассмотрены демографические и климатические особенности довоенной Сирии, в которой на территории 185,2 т. км² проживало около 17 млн. человек.

Сирия находится в субтропиках, между 37° и 32° северной широты. На северо-западе небольшая полоса средиземноморского побережья, имеющая влажный климат, горными хребтами отделена от основной, полупустынной, с континентальным климатом, равнинной территории страны, простирающейся на восток до Месопотамии (где климат несколько смягчается) и юго-восток.

Самыми густонаселёнными районами являются юго-запад (столичный регион) и северо-запад страны (район г. Алеппо), где плотность населения достигает до 300 чел. на км², а так же районы крупных рек и побережья моря. Наибольший объем строительства и массовое восстановление зданий в послевоенный период будет производиться в областях наиболее крупных городов страны Алеппо и Дамаска.

В районах возможного наибольшего строительства - юге и севере страны, влажность воздуха составляет 20÷50%, температура воздуха в июле достигает 35÷40 °С; ветер преобладающего западного направления, скорость варьируется от слабой до умеренной (4,5÷6 м/с), годовое количество осадков составляет 100÷300 мм.

На территориях возможного строительства сохранились очаги средневековой арабской малоэтажной застройки, но преобладает тип среднеэтажной средиземноморской застройки сухого жаркого климата IXX ÷ XX веков.

В главе рассмотрены объемно-планировочные решения жилых домов указанного периода, и проектные решения предвоенных лет. Анализ этих решений показал слабую защищенность жилых помещений от перегрева солнечной радиацией, недостаточную степень воздухообмена. Во многом это произошло при переходе от малоэтажной традиционной застройки к среднеэтажной, при котором ослабла возможность применения традиционных методов защиты от перегрева.

В условиях средневекового города основная жизнь людей проходила на поверхности земли, затененной строениями или зеленью. Это полы помещений, мощение дворов и проходов и узких улиц, трава в садах. Находясь в тени, т.е. не

получая тепло солнечной радиации, и в контакте с подстилающими грунтами, они отдавали тепло ниже расположенным слоям грунта. В результате температура этих поверхностей становилась ниже температуры воздуха в тени и температуры выше расположенных объектов. Такие поверхности становились источником радиационного охлаждения не только в помещениях, но и в других затененных местах города, становясь своеобразным «фоном прохлады». В помещениях наземных этажей при закрытых дверях и небольшом световом проеме в верхней части стены, практически отсутствовали условия для конвекции. В условиях стабильной прохлады, даже при слабом воздухообмене такие помещения могли иметь вполне комфортные для человека условия.

С ростом этажности застройки возможности традиционного радиационного охлаждения в зданиях сократились практически до нуля и в значительной степени на территориях самой застройки. Это обстоятельство в значительной степени ухудшило климат городской среды и усложнило борьбу с перегревом от солнечной радиации.

Рост этажности города разрушил традиционные межсемейные связи на уровне земли, которые существовали в застройке средневековых городов и осуществляли функцию поддержания социальной устойчивости. При проектировании нового типа дома для Сирии необходимы меры создания возможности сохранения межсемейных связей. Такая возможность появится при проектировании непрямолинейных в плане домов галерейного типа. Непрямолинейные галереи с ограждениями в виде машрабий могут создавать любимую местными жителями «конфиденциальность» и, одновременно, привычную связь между соседями в пределах этажа и, вместе с лестницами, дома. Кроме того, машрабии галерей, расположенные с солнечной стороны, создавая тень, будут служить хорошей защитой от перегрева, создавая колорит арабского дома.

В предвоенный период небольшая часть городского населения решала проблему защиты от перегрева жилища применением кондиционеров. Но дороговизна и недостаточность электроэнергии не позволили массово внедрить такой способ защиты. Поэтому, в Сирии, как и в других странах с невысоким уровнем потребления электроэнергии, возникла потребность поиска

альтернативных способов защиты от перегрева, как традиционных, так и современных, с малым потреблением промышленной электроэнергии.

Вторая глава посвящена анализу способов защиты от перегрева солнечной радиацией помещений в традиционном арабском жилье. В результате проведенного анализа, меры пассивной защиты от перегрева были сгруппированы в виды по месту их применения и по физическим процессам, лежащим в их основе.

Меры на территории застройки:

- в зависимости от конкретной преобладающей ветровой ситуации, применяются правила группировки домов для защиты от горячих ветров пустынь или проветривания кварталов при штилях;
- ориентация домов и их помещений по странам света;
- минимизация расстояний между домами для максимального затенения придомовых территорий и фасадов зданий;
- устройство водных партеров и фонтанов на придомовых территориях;
- озеленение территорий, фасадов и крыш зданий.

Меры в домах по уменьшению воздействия солнечной радиации на помещения:

- затенение путем устройства навесов, козырьков, экранов, жалюзи, машрабий, пергол;
- отражение радиации специальными покрытиями;
- поглощение радиации с использованием её в биохимических реакциях синтеза в растениях. Высокая эффективность озеленения, как раз, и заключается в двойном его действии: в затенении и в синтезе;
- теплоизоляция конструкциями, ограждающими помещения;
- устройства естественной вентиляции путем аэрации помещений через открытые проемы, сквозное проветривание, вытяжная вентиляция через специальные каналы и лестничные клетки, вентилируемые фасады.

Все указанные меры позволяют снизить температуру помещений до температуры наружного воздуха в тени. Такая температура далеко не всегда может быть комфортной и значительно выше температуры санитарных норм.

Наиболее эффективными и архитектурно выразительными элементами, предназначенными для борьбы с перегревом, представляются ветряная башня (малькаф или бадгир) и вытяжная шахта.

- *ветряная башня*, превышающая дом по высоте и соединяемая с его помещениями воздушными каналами. Ветровой напор через большие проемы в верхней части башни побуждает движение воздуха в помещениях. Для распределения поступающего воздуха по помещениям в башне устроены переборки, разделяющие её на вертикальные каналы. Для улавливания ветрового потока у проемов верхней части устраиваются подвижные створки. При определённых положениях створок воздух может нагнетаться в помещения через проемы с наветренной стороны и вытягиваться с заветренной. Башня может функционировать в режиме штиля и, в зависимости, от температур воздуха в помещениях, на улице и стен башни, в разное время суток, она может работать в режиме подачи уличного воздуха или вытяжки из помещений. Как показал анализ чертежей, двух- трехэтажных зданий с ветряными башнями постройки XIX века, ветряные башни эффективно работают при условии, что тепловая инерция (массивность) их стен $D = 5 \div 7$, а площадь сечения башни в свету составляет около 5% площади охлаждаемых помещений и середина оконных проемов башни превышает уровень потолка верхнего этажа не менее чем на 7 метров. Башня является активным элементом композиционного решения дома и, одновременно выполняет важную функцию защиты его от перегрева.

- *вытяжная шахта*, повышает эффективность ветряной башни. Она располагается с южной стороны дома. Имея стенки малой тепловой инерции, быстро нагревается солнцем и, нагревая, в свою очередь, находящийся в ней воздух создает тягу вытяжки из помещений. Массивность стен шахты $D \leq 1$, а площадь сечения её в свету для нормальной работы должна составлять примерно 1% охлаждаемой площади, а высота выхлопного отверстия должна быть примерно на том же уровне, что и окна ветровой башни.

В дальнейшем, воздух из ветровой башни попадал в помещения через подземный тоннель, с каналом, заполненным водой. За счет испарения воды протягиваемый воздух в тоннеле, охлаждаясь до температур ниже температуры

тени на открытом воздухе, попадал в помещения. Из помещений воздух вытяжной шахтой выбрасывался в атмосферу.

Ветряные башни и вытяжные шахты, как указывалось в разделе состояния вопроса, в традиционном виде работают недостаточно стабильно. Тем более при строительстве домов в 5 этажей габариты башен в традиционном исполнении окажутся неприемлемыми, а эффективность - недостаточной.

При отказе от электрических кондиционеров защиты помещений от перегрева представляются возможными два известных гибридных способа:

1. использовать потенциал разности температур воздуха в тени ($35\div 40$ °С) и грунта (10 °С) на глубине под домом $10\div 20$ метров. В пределах этих глубин размещается циркуляционный водопроводный контур из труб, передающий грунту температуру воздуха помещений дома и (или) ограждающих помещение конструкций. Остывшая до температуры грунта вода подается в дом для его охлаждения. При применении этого способа не тратится промышленной энергии на изменение температуры. Небольшие расходы энергии идут только на циркуляцию воды;

2. использовать похожие на ветряные башни, но работающие на принципе естественного испарения воды в потоке воздуха. Примером такого строительства служит построенный по проекту Фостера комплекс института жилищного строительства в Масдар Сити пригороде Эр Риادا в ОАЭ: во внутреннем дворе группы четырех-, пятиэтажных зданий устроена башня высотой 45 м. К верхней части башни подведены водопроводная труба, к которой подключен гидрореактивный роторный разбрызгиватель. Пропеллерный вентилятор, размещенный сверху, дополнительно распыляет капли воды, направляя распыленную массу вниз. При этом, испарение воды понижает температуру внутри башни, создавая перепад гравитационного давления, создающего затягивание внешнего воздуха и поступление его во внутренний двор, создавая в нём комфортную прохладу. При этом, возникшая естественная тяга разгружает вентилятор, сокращая потребление им электрической энергии.

Описанный эффект, в случае применения ветровой башни с гидрораспылителем для охлаждения помещений, позволяет отказаться от необходимости иметь большую тепловую инерцию башенных стен и подземный

тоннель, с водным каналом. В целом, для достижения температур помещений ниже температуры воздуха в тени внешнего пространства, получается трехэлементная система «ветровая башня с распылителем – охлаждаемое помещение – вытяжная шахта». Такая система требует гораздо меньше затрат материалов на её устройство по сравнению с традиционными башнями и меньше энергии на её эксплуатацию по сравнению с современными электрическими кондиционерами.

В целях экономии электроэнергии необходимо соблюдать следующие принципы:

1) система должна обеспечивать два уровня защиты от перегрева;
2) первый уровень защиты – обеспечение во всех помещениях температуры в тени открытого пространства;

3) второй уровень защиты должен обеспечивать санитарно обоснованную температуру воздуха $24 \div 25^{\circ}\text{C}$ в помещениях отдыха и в помещениях продолжительного труда. При научном обосновании, указанные температуры могут быть повышены или понижены на два градуса;

4) для достижения температуры помещений первого уровня применяются только пассивные методы защиты от перегрева;

5) для достижения санитарно обоснованных норм должны применяться только гибридные системы теплозащиты, в которых не используется промышленная энергия для изменения температуры хладоносителя и его агрегатного состояния.

С точки зрения предложенных принципов в диссертации были рассмотрены новейшие проекты и постройки, осуществленные в арабском мире. Помимо упомянутого проекта института жилищного строительства в Масдар Сити (ОАЭ), рассматривался жилой дом Акаба в Иордании, Французская школа в Дамаске (Сирия), студенческий центр при Американском университете в Бейруте (Ливан), дом Машрабия в Иерусалиме (Палестина).

Во всех приведенных примерах новейших зданий и комплексах активно применяются все известные пассивные способы защиты от перегрева. Следует выделить два проекта, в которых успешно применены гибридные системы защиты от перегрева. Это институт жилищного строительства в Масдар Сити, в котором применен принцип охлаждения испарением воды в башне с роторным

реактивным распылителем, и студенческий центр в Бейруте, в котором использовался принцип радиационного охлаждения помещений за счет использования охлажденной на глубине морской воды.

Итак, исследования показали, что наиболее целесообразной является гибридная вентиляционная система, состоящая из башни с роторным реактивным распылителем воды, вентилируемых помещений и вытяжной шахты, размещенной перед солнечной стороной дома. Система потребляет промышленную энергию только на доставку воды к распылителю и её распыление. Потребное количество воды ориентировочно составит не более 1л на человека в час работы системы.

В случае дефицита воды, возможно применение гибридной системы, использующей, циркуляционный контур охлаждения воды в грунте на глубине, незначительно превышающей 10 метров.

Третья глава диссертации посвящена разработке научных предпосылок создания среднеэтажного жилого дома для застройки микрорайона современного сирийского города, расположенного в районе с жарким сухим климатом. В качестве типичного примера выбран город Алеппо, в значительной степени разрушенный военными действиями.

Здание предполагается возводить из монолитного железобетона с использованием конструктивной системы «несущий этаж». Такая система представляет собой коробчатую конструкцию высотой в этаж, в которой верхняя и нижняя плиты перекрытий связаны воедино стенами и перегородками этажа. Для такой конструкции достаточно иметь опоры только по внешнему периметру. В результате получается остов здания, в котором все четные этажи являются несущими, нечетные - свободны от внутренних опор и полностью доступны для осуществления свободной планировки. В данном случае возникает два варианта устройства планировочного решения дома. В первом случае осуществляется фиксированная планировка квартир, расположенных в пределах несущего этажа и свободная планировка квартир на уровнях, расположенных между несущими этажами. Во втором случае устраиваются двухэтажные квартиры, которые имеют фиксированную планировку только в пределах несущего этажа.

Эффект экономии конструкционных строительных материалов при применении несущего этажа можно продемонстрировать на примере двухэтажной ячейки размером 10 x 10 метров. Для обеспечения свободной планировки на этажах ячейки, их можно перекрыть железобетонными плитами толщиной по 0,3м, потратив на них 60 м³ железобетона.

Из механики известно, что момент от действующей на перекрытие нагрузки a , следовательно, и расход материалов, пропорционален квадрату его пролета. Имея пролеты плит между железобетонными стенами несущего этажа в пределах 2 ÷ 5 метров, толщину плит можно сократить до 0,1 ÷ 0,12 метра. При этом 30 м³ бетона плиты одного этажа, в рассматриваемом случае, можно спокойно распределить на нижнюю и верхнюю плиты перекрытий и внутренние стены несущего этажа, что и показано на схематичном рисунке цветного вкладыша. Таким образом, по сравнению с исходным вариантом с двумя тридцатисантиметровыми плитами получается более, чем двукратная экономия бетона. Дополнительную экономию даст сокращение расходов на устройство фундаментов при применении облегченной конструкции «несущий этаж». Но в целом на дом, расход конструкционных материалов реально уменьшается в полтора раза, если учесть суммарный расход железобетона на устройство наружных стен, лестниц, галерей и балконов и т.п.

Может возникнуть опасение по поводу достаточности звукоизоляции стен несущего этажа, имеющих малые толщины (5-8 см). Необходимо иметь в виду, что большая часть внутренних стен несущего этажа является внутриквартирными. Их допустимая звукоизоляция может не превышать 40 дБ. Кроме того, эти стены, являясь внутриквартирными, имеют двери, под которыми по санитарным правилам должны быть щели для обеспечения внутриквартирного воздухообмена. В этом случае перегородка с дверью, независимо от их толщин, будет иметь звукоизоляцию не более 20 дБ. Акустический комфорт в этом случае должен достигаться архитектором путем правильного функционального зонирования квартир. В случае необходимости локального устройства межквартирной стены, увеличение изоляции может быть достигнуто применением дополнительного акустического слоя в легких быстро демонтируемых при необходимости межквартирных конструкциях.

Итак, в результате рассмотрены два варианта: вариант применения толстых плит, но с обеспечением свободной планировки на каждом этаже, при котором происходит утяжеление (увеличение расхода конструктивных материалов) дома в полтора раза. И облегченный вариант с несущим этажом, но со свободой планировкой только на одном этаже из каждых двух, но при этом с облегчением и соответственно с удешевлением в два раза. Перед архитектором, инвестором и застройщиком появляется возможность выбора в принятии решения. В начальный послевоенный период рекомендуется выбрать более экономичный вариант с несущим этажом.

К настоящему времени в России разработана и успешно применяется технология возведения и узлы сопряжения конструктивных элементов системы несущего этажа для малоэтажных зданий. Технология строительства таких зданий основана на первоначальном устройстве плит перекрытий под несущим этажом и самого несущего этажа, с последующим возведением всех стен, с таким расчетом, чтобы в цикл времени набора прочности плитами перекрытий целиком перекрывался временем устройства стен. Таким образом, на возведение одного этажа уходит не более времени цикла естественного набора прочности очередной плиты этажа, т.е. не более одного месяца. Так подтверждается выполнение первой части заявленной цели диссертации.

Вторая часть цели заключается в разработке путем экспериментального проектирования научных предпосылок создания энергоэффективной системы защиты помещений здания от перегрева, вызываемого воздействием солнечной радиации.

На основе системы «несущий этаж» был запроектирован комплекс галерейных домов средней этажности, состоящий из рядовых, угловых и крестообразной секций. Набор секций позволил скомпоновать планировочную композицию с двумя внутренними дворами.

Во внутренних дворах и на внешней придомовой территории по проекту предусмотрены меры борьбы с перегревом, описанные во второй главе диссертации.

Для достижения температур помещений квартир, предписываемых санитарными нормами, в домах предусмотрено применение гибридной системы «башня с распылителем воды – охлаждаемые помещения – вытяжная шахта». С

целью равномерного обеспечения квартир прохладным воздухом, принято рассредоточенное распределение пар «башня – шахта» по всем секциям комплекса.

Затем были рассмотрены предложения 5 вариантов различных планировочных решений квартир на основе галерейных домов и на основе конструктивного решения «несущий этаж». Два предложения – это – два варианта двухуровневых квартир, а третий вариант представляет собой одноуровневую квартиру, в то время как четвертый вариант представляет собой студии, над которыми размещается пятый вариант квартир, совмещающий в себе площадь двух ниже расположенных студий.

В двухуровневых квартирах на нижнем этаже размещены: жилое пространство, кухня, санузел и большая терраса. На втором уровне расположены спальни и санузлы. Нижний уровень является этажом свободной планировки, поэтому здесь используются тонкие стены из ГКЛ. Благодаря конструкции «несущий этаж», удалось разместить террасы больших размеров на нижнем этаже с большими проемами, что позволяет обеспечить квартиры дополнительно сквозным проветриванием. Второй этаж со спальнями является несущим этажом, под которым размещен нижний не несущий этаж. Что касается одноуровневых квартир (вариант 3), то на несущем этаже размещены одноуровневые квартиры с фиксированным планировочным решением, в то время как на не несущем этаже располагаются условно квартиры с таким же планировочным решением, но с возможностью будущей перепланировки при необходимости. Одноуровневые квартиры предназначены для небольших семей. Четвертый вариант квартир представляет собой студии для представителей молодого поколения (студенты, молодые семьи, еще не имеющие детей и проч.). Все студии находятся на этаже со свободной планировкой, где стены сделаны из ГКЛ и легко демонтируются для перепланировки в будущем. Над ними (на несущем этаже) размещаются квартиры с несущими стенами, где каждая из этих квартир совмещает по площади две студии. Это позволит молодым людям, проживающим в студии, в случае увеличения семьи, расширить свое жилое пространство (например, совместить две студии в одну квартиру, где может комфортно проживать семья). Для настоящей ситуации в Сирии это весьма актуально. Квартиры-студии могут быть временным решением проблемы для

людей, потерявших свои дома из-за военных действий. Спустя какое - то время они смогут позволить себе жилье с лучшими условиями - это будет возможно осуществить за счет особенностей свободного этажа.

Также были проанализированы принципы блокировки квартир на основе градостроительной ситуации и ориентации по сторонам света. Было рассмотрено размещение квартир в углах комплекса, представляющих по форме букву Г. Особое внимание уделялось южной и в большей степени западной ориентации, так как они подвергаются наибольшему количеству солнечной радиации. Тем самым южная и, в частности, западная сторона квартир должна быть особенно активно защищена от солнца. Эта защита осуществляется с помощью галерей и балконов. При этом, как правило, галереи выходят на улицу, а балконы во внутренний двор. Согласно проведенному анализу по инсоляции было установлено, что галереи предоставляют большее количество тени, чем балконы, следовательно защищают внутренние помещения от перегрева более эффективным образом, поскольку, ширина их больше чем ширина балконов (по конструктивным соображениям и результатам инсоляционного анализа) и они протягиваются по всему фасаду, а не прерываются как в случае балконов. Тем самым, по результатам анализа и исходя из расположения балконов и галерей, было установлено, что северо-восточный угол, в котором западный и южный фасады с расположенными на них балконами, имеют наименьшее затенение поверхностей этих фасадов. Это делает их наименее защищенными от солнечной радиации и менее удобными для размещения в нем квартир и тем самым менее востребованными.

- В юго-восточном углу - небольшое количество площади затененных поверхностей на западном фасаде, на котором присутствуют балконы. В то время как, на южном фасаде, на котором расположена галерея, видно, что практически все поверхности квартир защищены от солнечной радиации, что делает этот фрагмент комплекса более привлекательным для размещения в нем квартир.

- В северо-западном углу, небольшое количество площади затененных поверхностей на южном фасаде, на котором присутствуют балконы. В то время как, на западном фасаде, на котором расположена галерея, практически все поверхности квартир защищены от солнечной радиации. Этот фрагмент также возможен для размещения востребованных квартир.

- Юго-западный угол показывает, что на западном и южном фасаде, на которых размещены галереи, практически все поверхности фасадов защищены от солнечной радиации, что делает его наиболее удобным для размещения квартир и соответственно наиболее востребованным.

Затем были предложены различные возможности блокировки квартир галерейных домов – это блокировка квартир в форме буквы (Г), (Т) и линейная блокировка. По каждому из этих вариантов был проведен анализ относительно транспортно-градостроительной и климатической ориентации, который показал, что в большинстве случаев галерея выходит на улицу или дорогу, в то время как балконы квартир выходят во внутренний двор. По климатической ориентации вариантов квартир учитываются рекомендации, которые касаются конфигурации блокировки квартир в случае фрагмента дома в форме буквы (Г).

Для более свободной планировки квартир в предлагаемом жилом комплексе на свободном этаже и для возможности дальнейшей перепланировки квартир по мере необходимости так, чтобы канализационные стояки не были помехой и ограничением, предлагается вынести их все за пределы квартир в объем галереи. Тем самым можно будет в дальнейшем расположить санитарные узлы у любой из наружных стен квартиры.

Далее были рассмотрены приемы, предоставляющие возможное затенение и проветривание жилым помещениям в условиях г. Алеппо. Что касается габаритов галерей и балконов для обеспечения эффективного затенения, то по итогам анализа затенения, было выявлено, что оптимальное затенение на широте г. Алеппо обеспечивается при ширине балконов 1.5 м и ширине галерей 2 м.

Выводы и результаты исследования.

В результате проведенного исследования решена важная для архитектурной науки задача – разработаны рекомендации применения способов защиты зданий от перегрева в условиях жаркого климата с минимальным потреблением энергии, что позволило сделать следующие выводы:

1. Современное развитие арабских (Сирийских) городов происходит путем замещения традиционной малоэтажной застройки на средне этажную застройку средиземноморского типа. Изменилась социальная структура

поселений - разорваны крепкие межсоседские связи, выполнявшие социальную функцию поддержания устойчивости городского общества. С отказом от одноэтажности потеряна возможность радиационного охлаждения помещений каменными полами, уложенными по грунту, игравшими решающую роль в обеспечении комфортного температурного режима в помещениях.

2. Разработаны рекомендации применения архитектурно - конструктивной системы защиты таких зданий от перегрева в условиях жаркого климата. Предложена классификация способов защиты помещений от перегрева:

- активные, использующие промышленную энергию (в основном электрическую) для изменения температуры и агрегатного состояния хладагентов и воздуха. Эти способы позволяют при любых внешних температурах воздуха достигать комфортных температур в помещениях, расходуя при этом значительное количество промышленной энергии;

- пассивные, использующие природные явления и процессы без применения промышленной энергии. К ним относится большая часть традиционных способов. Они позволяют, в основном, понизить температуру воздуха в помещениях до значений температуры воздуха в тени открытого пространства;

- гибридные, тоже, что и пассивные, но использующие промышленную энергию для запуска природных процессов или их поддержания, например, циркуляции хладоносителя. Промышленная энергия не используется для изменения температуры или агрегатного состояния хладагентов и теплоносителей. Поэтому их потребность в промышленной энергии на порядок (порядки) ниже потребности активных способов. Гибридные способы позволяют получать комфортную температуру в помещениях.

3. В работе предложены принципы применения гибридных способов защиты от перегрева, обеспечивающие наименьшее потребление энергии.

4. Разработаны научно обоснованные рекомендации объемно-планировочных решений средне этажных жилых домов с использованием конструктивной системы «несущий этаж». Система позволяет осуществлять свободную планировку квартир и, по требованию текущего времени, перепланировку, без изменения несущего остова здания, что предотвращает его моральный износ на весь период эксплуатации. Конструктивная система

«несущий этаж» позволяет экономить до полутора раз конструкционные материалы (железобетон) на возведение дома, что является существенным для разрушенных военными действиями сирийских городов.

5. В результате проведенных исследований, в работе предложен проект среднеэтажного жилого галерейного дома из монолитного железобетона, на основе, разработанной в России, конструктивной системы «несущий этаж», иллюстрирующий принципы применения конструктивной системы «несущий этаж», обеспечивающей свободу планировки через этаж, а также в проекте применены разработанные принципы повышения эргоэффективности такого дома.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Юсфи, Р. А. Традиционное арабское жилище и современное жилищное строительство в Сирии / Р. А. Юсфи, Т. Р. Забалуева // Промышленное и гражданское строительство. - 2016. - № 3. - С. 10-14.

2. Юсфи, Р.А. Традиции арабской архитектуры в энергоэффективных зданиях [Электронный ресурс] / Р. А. Юсфи, Т. Р. Забалуева // АМІТ: международный электронный сетевой научно-образовательный журнал. /. – 2017. - № 2(39). – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/19_usfi-zabalueva/index.php. – (дата обращения: 08.06.2017).

3. Забалуева, Т.Р. Возможные направления устойчивого развития архитектуры многоквартирных жилых домов в послевоенный период Сирии / Т. Р. Забалуева, Римма Юсфи // Вестник Евразийской науки . – 2018. №2. - Режим доступа: <https://esj.today/PDF/30SAVN218.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. - (дата обращения: 01.12.2018).

Публикации в других научных изданиях:

4. Юсфи, Р. А. Экологическое значение традиционных архитектурных решений арабского жилого дома в Сирии // Научный Вестник Воронежского Государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. - 2014. - № 6. С. 189-194.

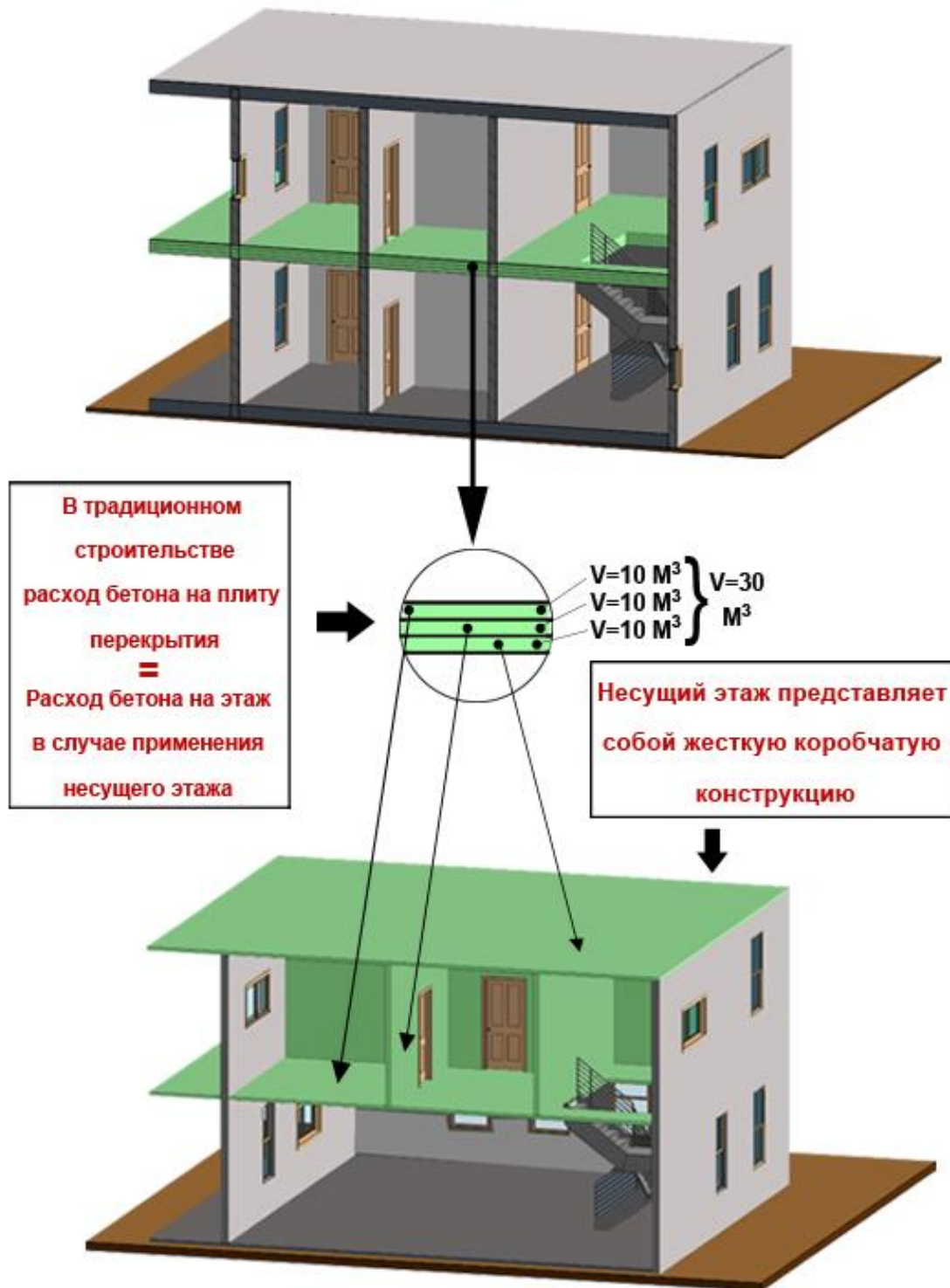
5. Юсфи, Р. А. Эволюция традиционной ветряной башни как пассивной системы охлаждения и ее применение в современной архитектуре / Р. А. Юсфи, Т. Р. Забалуева // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: XIX международная межвузовская науч. практ. конф.: материалы конф. – Москва, 2016. – Т. 1. – С. 216-220.

6. Юсфи, Р. А. Принципы устойчивости в проектировании традиционного арабского города и особенности его планирования / Р. А. Юсфи, Т. Р. Забалуева // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Международная науч. Конф.: материалы конф. – Москва, 2016. – С. 119-124.

7. Юсфи, Р. А. Возрождение элементов традиционной арабской архитектуры при строительстве и восстановлении разрушенных районов г. Алеппо / Р. А. Юсфи, Т. Р. Забалуева // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: XX международная межвузовская науч. практ. конф. – Москва, 2017. – С. 227-229.

Приложение 1

Пример традиционного строительства



Пример строительства с использованием несущего этажа

Приложение 2

Конструктивные возможности перепланировки

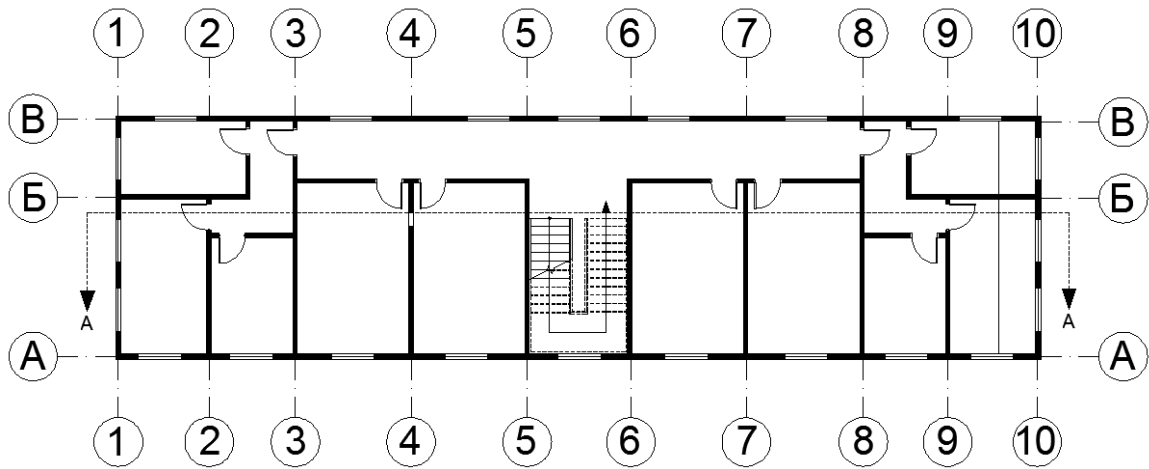


Схема несущего этажа

- Шаг несущих стен (перегородок) не более 4.5 м.

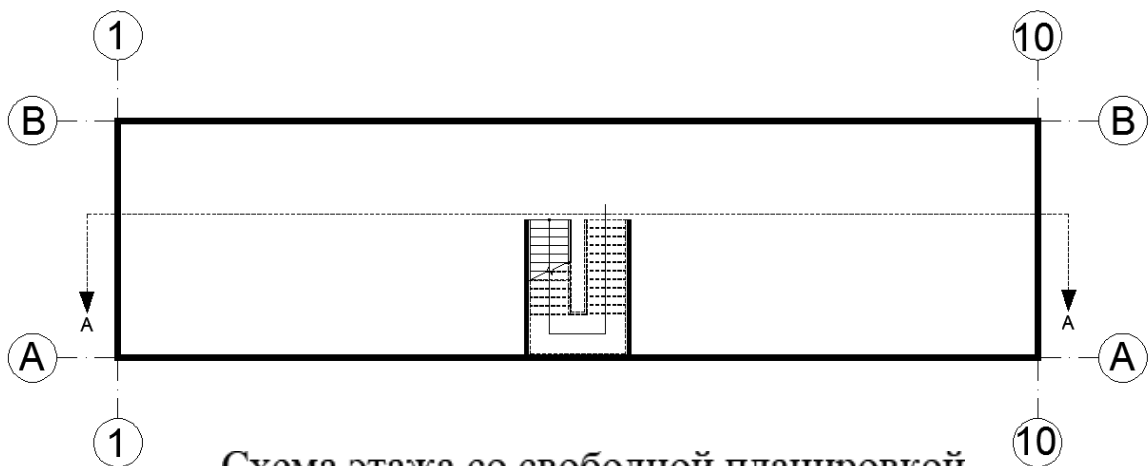
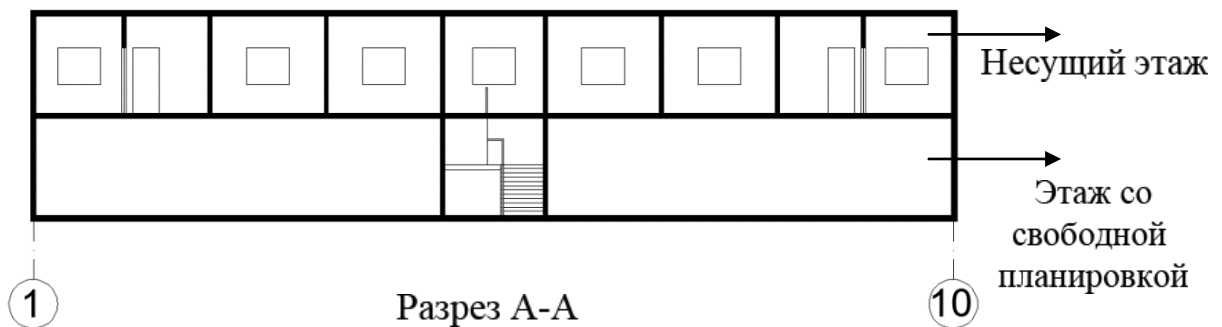


Схема этажа со свободной планировкой

- Длина секции не более 42 м
(по пожарным требованиям)

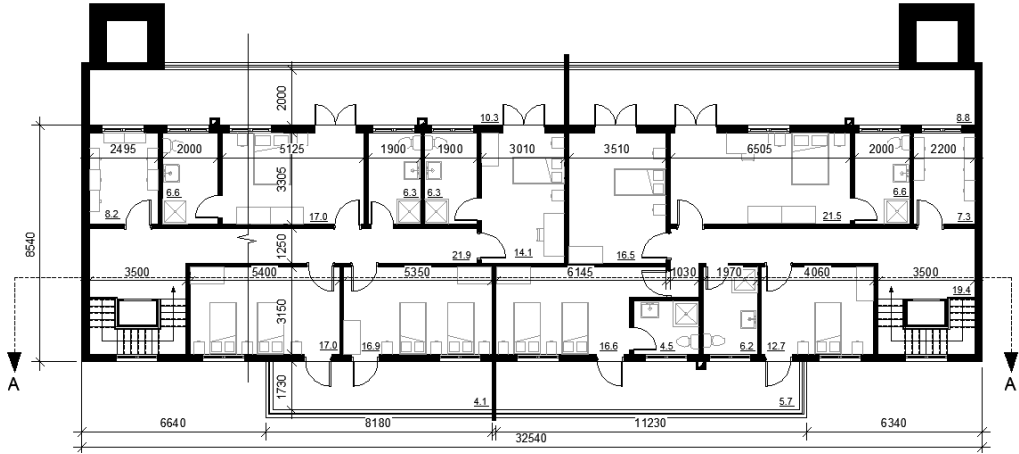


Приложение 3

Принцип взаимозаменяемости

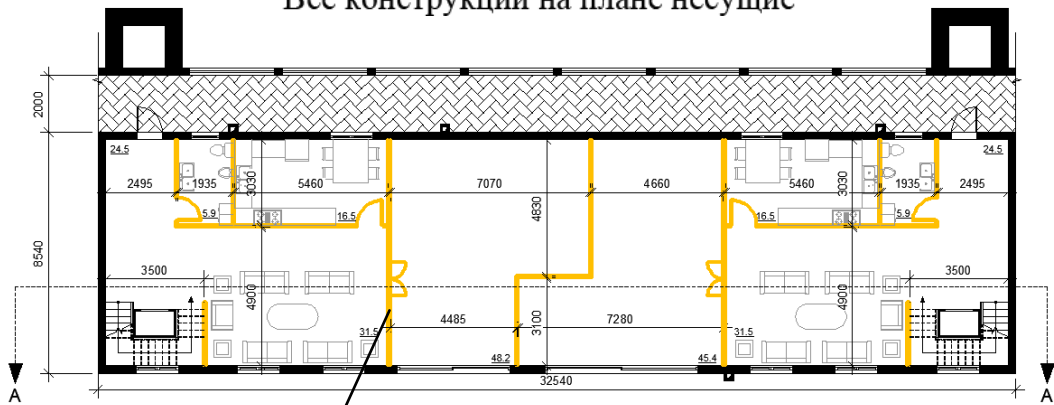
Малькаф

Малькаф



План второго уровня (несущий этаж)

Все конструкции на плане несущие



Не несущие перегородки

План первого уровня (свободная планировка)

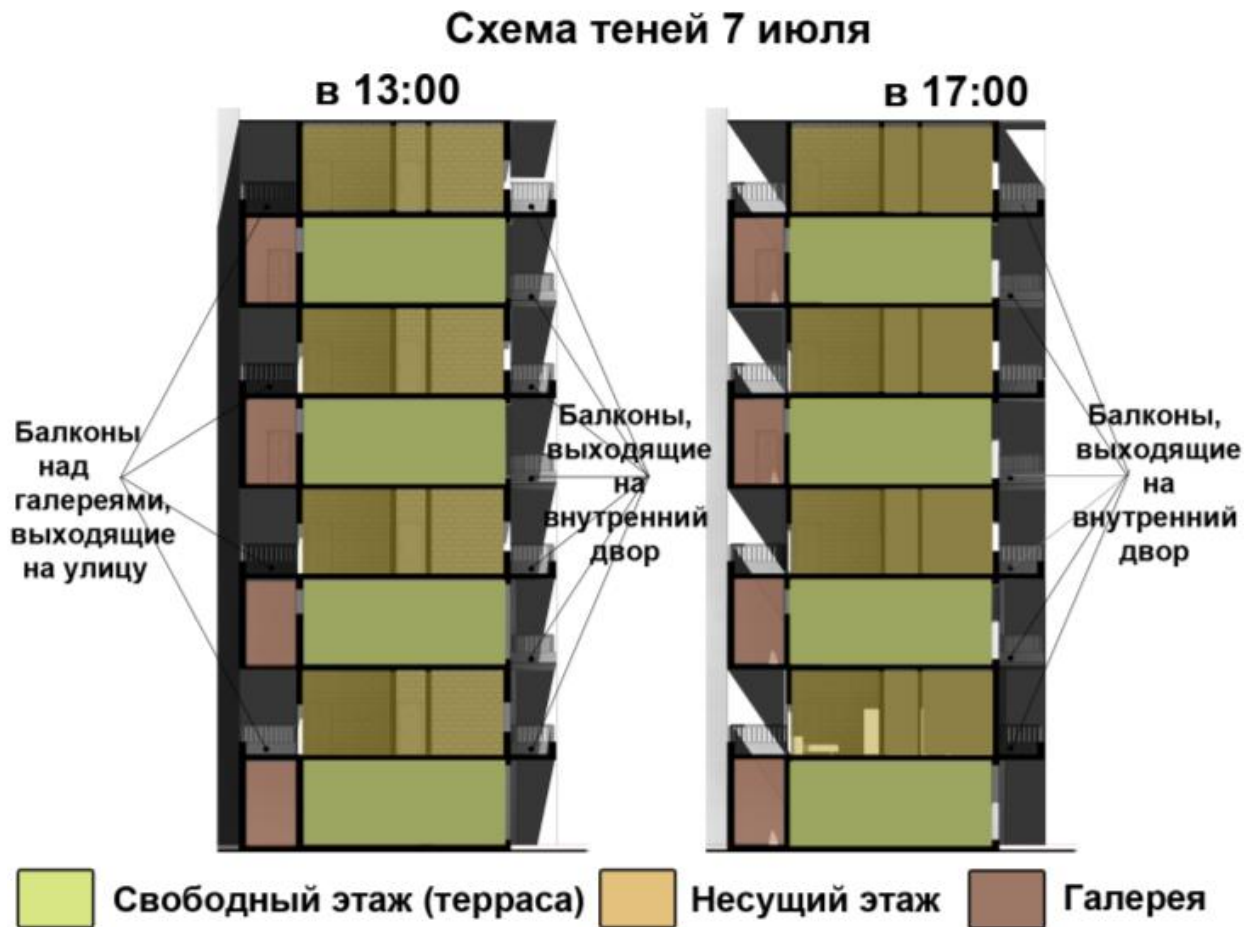
Возможность перепланировки



Разрез (А-А)

Приложение 4

Габариты галерей и балконов для обеспечения эффективного затенения на широте г. Алеппо



Приложение 5

Принцип применения ветряной башни в планировочной структуре

