УДК 728.1.012(569.1) DOI: 10.22227/2305-5502.2020.3.2

Принципы формирования объемно-планировочных решений малоэтажных домов на рельефе в г. Касаб (Сирия)

Сауд Яра Мухаммад, Т.Р. Забалуева
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В состав провинции Латакия в Сирии входит г. Касаб, разместившийся в чаше горного массива. Плоские территории под застройку исчерпаны, что вынуждает занимать под новое строительство горные склоны с разными уклонами и разной ориентацией по сторонам света. Приводится анализ возможности формирования объемно-планировочных и композиционных решений индивидуальных жилых домов на рельефе на примере г. Касаб. Это позволяет сформировать основные принципы архитектурных решений в зависимости от комплекса факторов: типа уклона и его ориентации, размещения дома на участке относительно уклона и подъездных дорог, применения в строительстве конструктивной системы «несущий этаж» с эффектом существенной экономии стоимости проектируемых домов, возможности использования консольных решений вторых этажей, наличия летних помещений с учетом защиты от перегрева в условиях климата г. Касаб, ориентации уклона по сторонам света и традиций арабской семьи. Предмет исследования — принципы архитектурной организации индивидуальных жилых домов на рельефе. Цель — разработка рекомендаций формирования архитектурных решений для возведения индивидуальных жилых домов на рельефе для повышения комфорта проживания в зависимости от уклонов и ориентации рельефа по сторонам света и снижения стоимости объекта.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе анализа характеристик рельефа местности по г. Касаб, анализа возможности возведения застройки на различных уклонах разной ориентации с использованием конструктивной системы «несущий этаж», анализа нормативной литературы Сирии и РФ и литературных научно-аналитических источников.

Результаты. В результате исследования индивидуального жилого дома на рельефе в г. Касаб в Сирии разработаны принципы проектирования индивидуальных жилых домов в сложных условиях рельефа местности под строительство.

Выводы. Сформированы рекомендации по созданию малоэтажного индивидуального жилья, размещенного на разных уклонах местности с разной ориентацией по сторонам света на примере г. Касаб, который находится в горной лощине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рельеф, ориентация уклона, защита от перегрева, несущий этаж, экономичные дома, консоль, летние помещения

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: *Сауд Яра Мухаммад, Забалуева Т.Р.* Принципы формирования объемно-планировочных решений малоэтажных домов на рельефе в г. Касаб (Сирия) // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. Вып. 3. Ст. 2. URL: http://nso-journal.ru. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.3.2

Principles of space planning solutions applicable to low-rise buildings in Kesab, Syria

Saoud Yara, Tatiana R. Zabalueva
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Latakia Governorate, Syria, includes Kesab located in a mountainous area. Plains, that are good for construction purposes, are depleted; therefore, mountain slopes have to accommodate new construction projects. The analysis of space planning solutions, designated for single-family residential houses, was performed with regard for the terrain of Kesab. This analysis underlies the fundamental principles of the architectural solutions that take account of the following factors: the slope type/orientation, the layout of buildings in relation to the slope and access routes, the use of the “bearing floor” design system that reduces construction costs, the use of cantilever solutions for first floors, the availability of summer

© Сауд Яра Мухаммад, Т.Р. Забалуева, 2020

premises protected from overheating in the Kesab climate, the orientation of the slope towards cardinal points, and traditions of Arabic families. Principles of architectural design of single-family residential houses with account taken of the local terrain constitute the subject of this research. The objective is to develop recommendations designated for architectural solutions for single-family residential houses to be built in the mountainous environment of Kesab, to assure indoor comfort depending on the earth grade and terrain orientation towards cardinal points, and to reduce construction costs.
Materials and methods. The research is based on the analysis of the Kesab terrain, the analysis of potential construction work to be performed on the slopes having different orientations, the use of the "bearing floor" structural system, the analysis of effective Syrian and Russian regulations and data sources.
Results. As a result of research into a single-family residential house built with regard for the Kesab terrain in Syria, the co-authors developed design principles applicable to single-family residential houses in the areas featuring rough terrain.
Conclusions. The recommendations are designated for low-rise single-family houses that have different orientations towards cardinal points in the areas that have varied earth grades like Kesab located in the mountain valley.

KEYWORDS: terrain, slope orientation, overheating protection, bearing floor, low-energy buildings, cantilever, summer premises

FOR CITATION: Saoud Yara, Zabalueva T.R. Principles of space planning solutions applicable to low-rise buildings in Kesab, Syria. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2020; 10(3):2. URL: http://nso-journal.ru. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.3.2 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

В Сирии после окончания военных действий возникла острая необходимость строительства нового капитального жилья. Переселенцы из разрушенных городов и поселений перемещаются в большинстве случаев в провинцию Латакия, не затронутую войной и обладающую хорошими климатическими условиями Средиземноморского побережья. В результате роста населения на этих территориях г. Касаб, разместившийся в чаше горного массива, испытывает те же потребности в новом современном строительстве, что и вся провинция. Строительство необходимо осуществлять на основе современных подходов к проектированию и созданию комфортных условий проживания.

Проблема проектирования домов на сложном рельефе в последние десятилетия актуальна для многих территорий Сирии, а для г. Касаб в особенности, так как он расположен на сложном рельефе, а до настоящего времени для строительства использовались только плоские участки территории с малым уклоном, составляющие примерно 23 % территории города. Сейчас возникает проблема нехватки таких участков земли, что вынуждает занимать под новое строительство горные склоны с разными уклонами и разной ориентацией уклонов по странам света [1, 2].

Увеличение численности населения, в том числе за счет перемещения людей из зон военных действий, при одновременном экономическом спаде и обнищании народа в стране, требует поиска оптимальных объемно-планировочных и конструктивных решений. Они должны учитывать особенности горного рельефа, предоставлять возможность адаптации к природным условиям, соответствовать нормам современного жилища и отвечать традициям арабской семьи.

Для решения сложившейся комплексной проблемы в статье предлагаются принципы, которые отвечают основным требованиям перспективных архитектурных решений для возведения индивидуальных жилых домов на рельефе с разными уклонами и с разной ориентацией по странам света. Снижению стоимости строительства может способствовать применение конструктивной системы «несущий этаж», которая обеспечивает высокую степень экономичности, включая расход конструктивных материалов [3, 4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Провинция Латакия находится на западном побережье в западной части Сирии, характеризуется различными природными и климатическими условиями. В состав провинции входит г. Касаб площадью 100 км^2, расположенный в 60 км севернее порта Латакия, на расстоянии 3 км от побережья Средиземного моря, с населением около 5 тысяч человек [5].

Типы рельефа в г. Касаб существенно различаются: побережье быстро сменяется горными массивами. Городу Касаб присущи разные типы и формы рельефа, на юге самые низкие отметки рельефа находятся на высоте около 100 м над уровнем моря. Горных территорий больше на севере. Абсолютные высоты местности в направлении на север повышаются от 300 до 750 м над уровнем моря и более, достигая максимальных отметок высот в 1736 м над уровнем моря. Уклоны рельефа г. Касаб можно разделить принципиально на три типа: малый уклон — 4–10 %; средний уклон — 11–25 %; крутой уклон — 26–43 % (рис. 1, табл. 1) [6].

Так как рельеф местности связан с горными массивами, окружающими город со всех сторон, то направления склонов гор по сторонам света — разные. Склоны гор в г. Касаб можно подразделить на семь типов, в соответствии с направлением уклона по сторонам света (рис. 2):

- малый уклон — уклон рельефа включает три направления: на север, северо-восток и северо-запад;
- средний уклон — уклон рельефа включает два направления: на юг и юго-восток;
- крутой уклон — уклон рельефа включает два направления: на восток и юго-запад.

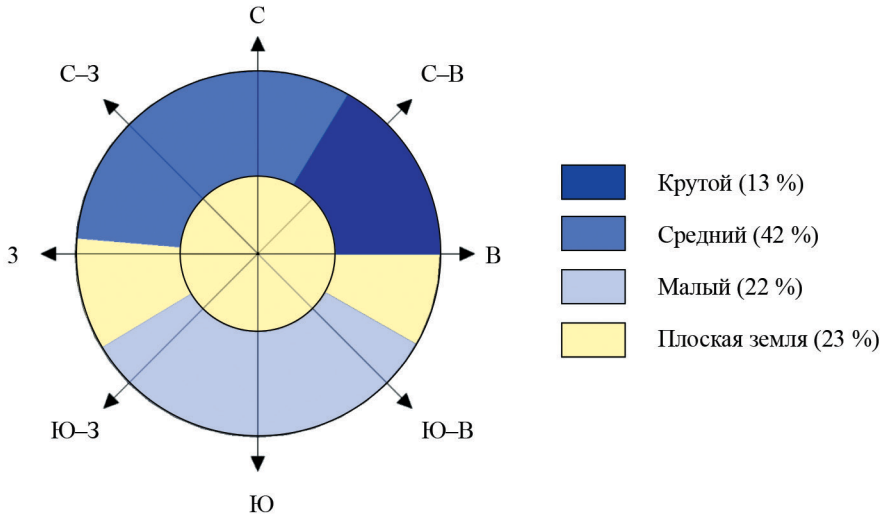
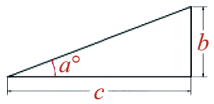


Рис. 1. Типы уклона рельефа г. Касаб (рис. авторов)

Табл. 1. Типы уклона рельефа города Касаб (сост. авторами)

Тип уклона	Плоская земля	Малый уклон (4–10 %)	Средний уклон (11–25 %)	Крутой уклон (26–43 %)
Подъем местности, м	—	от 100 до 200	от 200 до 750	от 750 до 1736
Расположение уклона местности в г. Касаб	Центральные площади района Касаб	Юг Юго-Запад Юго-Восток	Север Северо-Запад	Северо-Восток
Территории с уклоном*, %	23	22	42	13



b — разница высот; *c* — расстояние между точками; *a* — угол уклона

Примечание: * — процент территорий с уклоном принят относительно общей площади г. Касаб (100 км^2)

Рис. 2. Направления уклона рельефа г. Касаб (рис. с Google Карты)

Таким образом, возникает необходимость рассмотреть размещение индивидуальных жилых домов на возможных участках с предложениями по объемно-планировочным решениям в каждом отдельном случае уклона и его ориентации. Если опираться на схему генерального плана поселения, в которой внутренние дороги между группами участков с домами размещены перпендикулярно уклону, то возникают две возможности размещения входов в дом: сверху по уклону и снизу по уклону (рис. 3) [7].

Расположение входных групп относительно уклона позволило сформировать их организацию в случаях подъездов к ним сверху или снизу уклона на трех типах уклонов (рис. 4–6):

1. Малый уклон обращен на север, северо-восток и северо-запад, возникает два варианта формирования входных узлов: сверху уклона и снизу уклона. При организации входа сверху по уклону необходима обваловка цоколя и отвод ливневых стоков мимо дома, а также хорошая гидроизоляция фундаментов и цоколя. При организации входа снизу по уклону появляются дополнительные ступени крыльца. В объемно-планировочном решении к входной

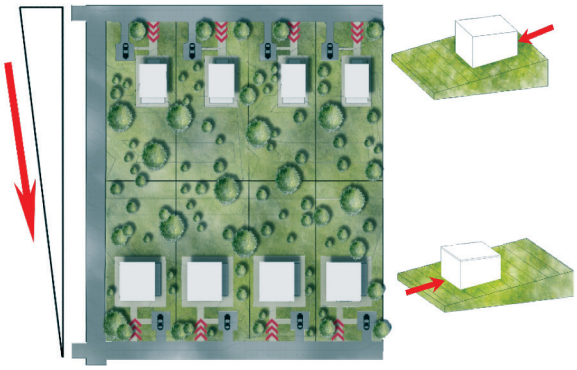


Рис. 3. Схема генерального плана с размещением приусадебных участков на уклонах со входами в дома с разных сторон уклона (рис. авторов)

a

b

Рис. 4. Размещение входа в дом на малом уклоне: *a* — вход сверху относительно уклона; *b* — вход снизу относительно уклона (рис. авторов)

группе, которая включает непосредственно входную дверь и зону перед ней, типа прихожей с гардеробом или вешалкой для одежды, при ориентации входа на север, северо-восток и северо-запад, т.е. снизу относительно уклона, могут примыкать любые помещения дома, учитывая ориентацию стены со входной группой по сторонам света. Если входная группа оказывается сверху по уклону, т.е. обращена на юг, юго-восток и юго-запад, необходимы существенные мероприятия по теплозащите входной стены, а также размещение рядом с входной группой тех помещений, которые не требуют оконных проемов в этой стене. При невозможности такого размещения окна должны быть обустроены солнцезащитными устройствами или нависанием второго этажа (рис. 4).

2. Средний уклон обращен на юг и юго-восток. При входе в дом снизу уклона возникает повышенный цоколь, на который ведет входная лестница с участка с большим количеством ступеней. При размещении входного узла сверху уклона появляется необходимость организовать внешнюю лестницу, позволяющую спуститься к входной зоне дома. В обоих случаях следует провести расчет высоты цоколя, создания входного крыльца с необходимым количеством ступеней внешней лестницы. При организации отвода воды требуется обваловать дома сверху уклона и провести повышенную гидроизоляцию фундаментов и цоколя. При формировании объемно-планировочного решения к зоне входного узла внутри дома желательно примыкать помещения, которые не будут иметь оконных проемов в сторону входа, т.к. он смотрит на юг и юго-восток, что создает существенный перегрев входной стены. Если такое решение невозможно, то окна должны быть обустроены солнцезащитными устройствами. В случае размещения входной зоны сверху уклона ориентация ее связана с северным направлением и северо-западным, что не ограничивает объемно-планировочное решение (рис. 5) [8].

a

b

Рис. 5. Размещение входа в дом на среднем уклоне: *a* — вход сверху относительно уклона; *b* — вход снизу относительно уклона (рис. авторов)

Крутой уклон обращен на восток и юго-запад. В случае входа в дом сверху уклона объемно-планировочное решение существенно отличается от предыдущих рассмотренных случаев. Входная зона размещается в объеме второго этажа, что коренным образом преобразует объемно-планировочное решение. Второй этаж предназначен для размещения в нем помещений для времяпрепровождения членов семьи, что особенно важно в арабских традициях. В связи с этим входная зона должна быть строго изолирована и содержать лестницу, которая спускается из прихожей на уровень нижнего общественного этажа. Если входная стена обращена на юго-запад, то в ней нежелательно иметь оконные проемы. Удалять воду на крутом уклоне необходимо начинать уже с организации водоотвода на территории участка, а также всеми уже указанными средствами. Крутой уклон, на котором размещается строящийся дом, позволяет получить дополнительные жилые помещения ниже уровня общественного этажа. При входе снизу уклона технические мероприятия остаются теми же, но возникает внешняя лестница с большим количеством ступеней, которая ведет на общественный (первый) этаж. Однако входной узел можно разместить ниже, если в цоколе обустроить полноценные помещения, что позволяет рельеф местности (рис. 6) [9].

a

b

Рис. 6. Размещение входа в дом на крутом уклоне: *a* — вход сверху относительно уклона; *b* — вход снизу относительно уклона (рис. авторов)

Одна из особенностей строительства на скалистых рельефах — отсутствие подвалов в домах. Это объясняется тем, что при строительстве на рельефе основными факторами, определяющими возможность сооружения подвала и его целесообразность, являются тип грунта и стоимость строительства подвала. Территория г. Касаб преимущественно представляет собой горную местность, поэтому в районах застройки оказываются скалистые грунты, которые характеризуются повышенной прочностью. Устройство фундамента на участках со скалистыми грунтами затруднено в связи с необходимостью обязательного привлечения специальной техники. Поэтому земляные работы по устройству подвалов в таких районах очень дорогостоящие. Стоимость дома, за счет сооружения подвала и, следовательно, существенного заглубления фундамента, может повыситься почти в два раза. В связи со столь дорогостоящими работами по устройству подвалов в современной практике строительства застройщики, особенно частные, отказываются от подвалов в собственных домах. Это особенно важно учитывать на современном этапе при необходимости возведения бюджетных экономичных жилых домов в Сирии [10].

При строительстве на рельефе в районе г. Касаб была выбрана конструктивная система «несущий этаж», которая позволяет успешно использовать ее в предлагаемом строительстве, отвечает современным требованиям к жилищу, а также традициям арабской культуры. Термин конструктивная система «несущий этаж» введен в практику проектирования Центральным научно-исследовательским институтом экспериментального проектирования (ЦНИИЭП жилища) в 2018 г. в пособии «Проектирование жилых многоквартирных зданий с широким шагом несущих конструкций, обеспечивающих свободную планировку». Конструктивная система «несущий этаж» была предложена и разработана на кафедре архитектуры НИУ МГСУ. Предложенная конструктивная система «несущий этаж» в г. Касаб обеспечивает три аспекта.

Конструктивный аспект

В конструктивном решении «несущий этаж» — единая цельная пространственная конструкция коробчатого сечения со строительной высотой, равной этажу. В несущем этаже верхняя и нижняя полки образуют перекрытия, а продольные и поперечные стенки разделяют несущий этаж на отдельные помещения. Все элементы несущего этажа одновременно выполняют несущие и ограждающие функции. Стены несущего этажа дают возможность увеличивать пролет нижележащего пространства (рис. 7).

При применении конструктивной системы «несущий этаж», нижнее перекрытие должно быть жестко связано с внешними стенами дома по четырем, трем или минимум двум противоположным сторонам (рис. 8). Возможен вынос помещений за пределы фасадов второго этажа. При размещении веранд или террас в уровне нижнего этажа нависание верхнего «несущего» этажа создает хорошую затененность от солнца для площадей летних помещений в нижнем уровне. Верхний этаж можно выносить в любую сторону, но при формировании летних помещений необходимо соблюдать требования конфиденциальности арабской семьи, в связи с чем летние помещения не могут располагаться со стороны главного входа. Несущий этаж позволяет создавать различные летние помещения (балконы, лоджии, террасы, веранды) в уровне второго этажа и вынос желательно ограничивать 2–2,5 м при сохранении толщины перекрытий, имеющих небольшую толщину в 100–120 мм [11].

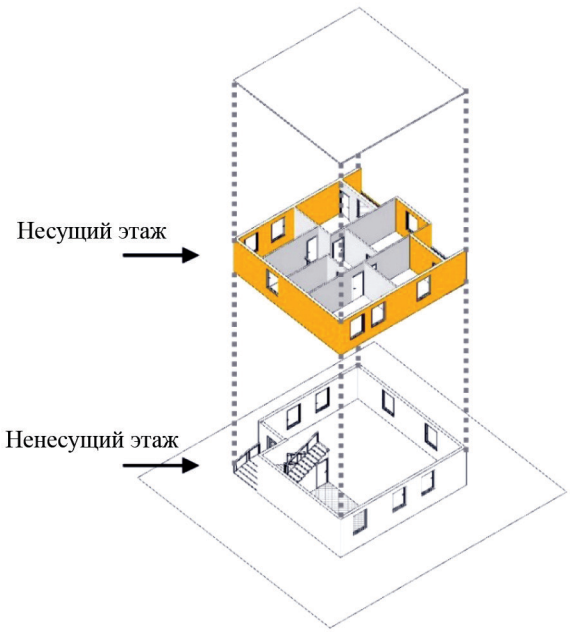


Рис. 7. Модель дома на основе конструктивной системы «несущий этаж» (рис. авторов)

Планировочный аспект

Конструктивная система «несущий этаж» дает возможность создать на первом этаже свободное безопорное пространство для большого помещения, обеспечивающее общественные функции дома и позволяющее проводить любую желаемую перепланировку в нижнем этаже, необходимую для сложной по возрастному составу и демографии единой арабской семьи (рис. 9, *a*). Второй этаж отводится под личные жилые комнаты, спальни, санузел и подсобные помещения, разделенные стенами–перегородками на отдельные помещения, которые обеспечивают конфиденциальность проживания членов семьи, что особенно важно для соблюдения арабских традиций (рис. 9, *b*).

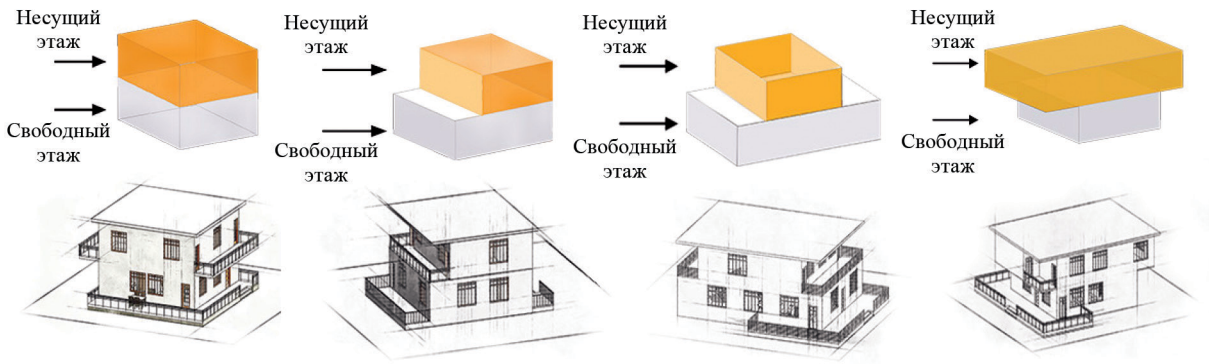


Рис. 8. Варианты связи нижнего перекрытия с внешними стенами дома в конструктивной системе «несущий этаж» (рис. авторов)

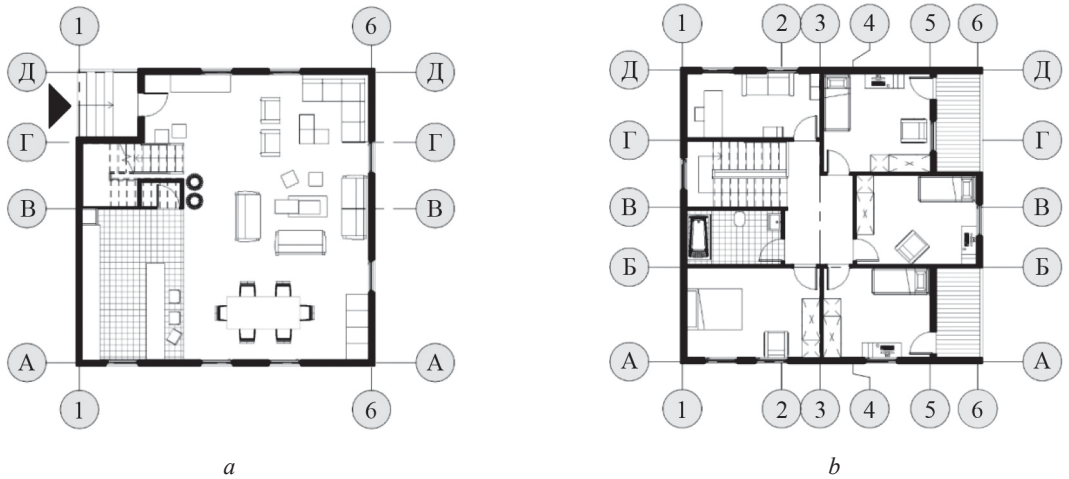


Рис. 9. Использование системы «несущий этаж» в жилом двухэтажном доме: *a* — план первого этажа; *b* — план второго этажа (рис. авторов)

На малом и среднем уклонах при входе сверху или снизу уклона, а также на крутом уклоне при входе снизу уклона возникает необходимость организации входа на первом этаже (свободный этаж), поэтому лестница совмещена с входом и прихожей (тамбур в условиях Сирии не предусматривается) (рис. 10, *a*). Второй вариант: при крутом уклоне при входе сверху уклона существенно меняется объемно-планировочное решение, здесь используются площади «несущего» этажа. Требуется организовывать особые планировочные решения в связи с необходимостью соблюдать условия конфиденциальности арабской семьи. Возникает потребность организации изолированной зоны прихожей с лестницей для спуска в общественную часть дома на нижнем уровне, жестко изолированную от интимной зоны (рис. 10, *b*) [12, 13].

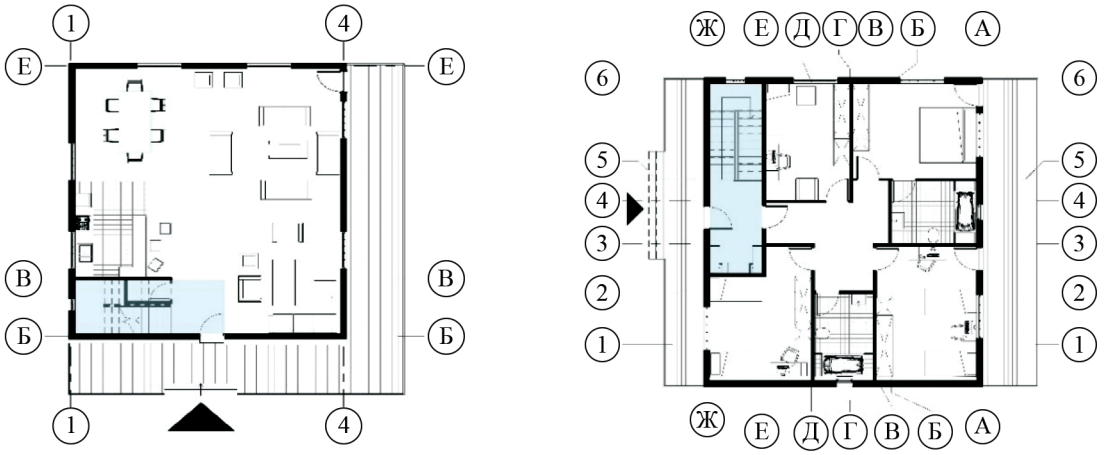
Экономический аспект

В текущей финансово-экономической обстановке в Сирии, а для г. Касаб в особенности, при применении этой конструктивной системы сокращается расход конструктивных материалов (экономия железобетона на одном этаже по сравнению с традиционными конструктивными решениями — в два раза от уменьшения толщин наружных стен и перекрытий). В целом такое решение позволяет снизить стоимость строительства на 30 % (рис. 11) [12, 14].

Как видно, на систему «несущий этаж» расходуется значительно меньше конструкционного материала по сравнению с традиционной системой.

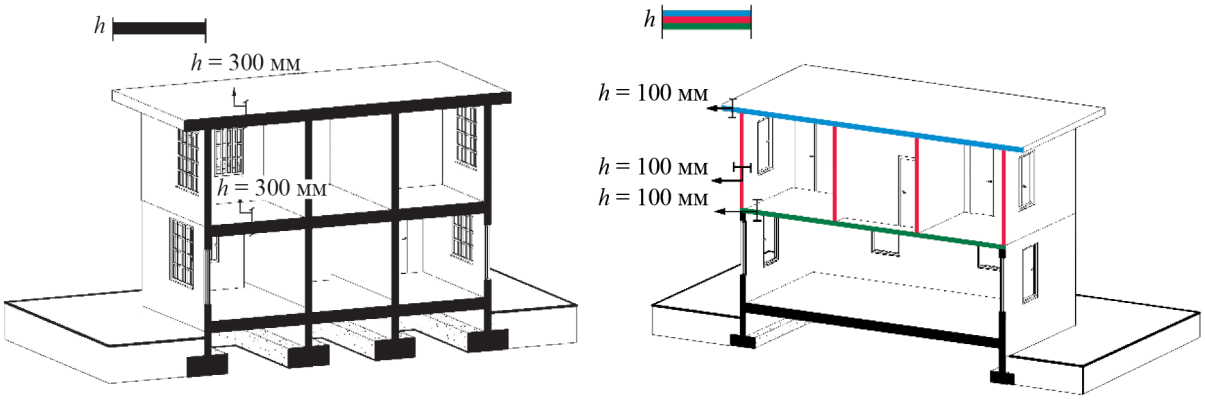
Поскольку климат г. Касаб характеризуется высокой температурой в летние месяцы (34 °C), зимней температурой (7 °C), а также проливными дождями, для повышения прочности конструкции, комфортности проживания и защиты от перегрева необходимо следовать следующим рекомендациям:

• зона крыльца должна быть накрыта расположенным над входной дверью козырьком или надвижкой вышележащего несущего этажа. Несущий этаж выдвигается над зоной крыльца для организации глубокой тени и защиты от ливневых потоков над входом [15];



a *b*

Рис. 10. Варианты входа в дом с использованием конструктивной системы «несущий этаж»:
a — вход в дом на свободном этаже; *b* — вход в дом на несущем этаже (рис. авторов)



a *b*

Рис. 11. Сравнение традиционной системы и системы «несущий этаж»: *a* — традиционная система;
b — система «несущий этаж» (рис. авторов)

• в г. Касаб осенние и зимние месяцы отмечены повышенным количеством осадков, которыми может активно смываться верхний плодородный слой почвы, особенно при средних и крутых уклонах. Эта проблема очень актуальна. Располагая дом длинной стороной вдоль уклона, можно повысить прочность и жесткость конструкции дома, минимизировать мероприятия по отводу дождевой воды, что обеспечит лучшую защиту жилого дома от проникновения поверхностной влаги и оставит фундаменты сухими, а также позволит уменьшить объемы земляных работ и максимально снизить затраты на них, сократить транспортные расходы на доставку или вывоз грунта (рис. 12) [16].

Необходима повышенная гидроизоляция фундаментов и цоколей домов:

• крыши домов должны в своих конструктивных решениях иметь наличие утеплителя большой толщины, определяемой теплотехническим расчетом, которая составляет не менее 25–30 см пенополистирола при плоском покрытии по СНиП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

• для обеспечения защиты от перегрева применяется утеплитель в конструкциях наружных стен, которые наиболее подвержены перегреву. Стены дома по-разному нагреваются в зависимости от ориентации по сторонам света, поэтому требуется внесение в конструкцию теплоизоляционных материалов типа минеральной ваты, полистирола, которые дают возможность снизить температуру ограждающей конструкции на поверхности внутренней стены минимум до температуры тени. Для обеспечения комфортного проживания в домах, в соответствии со СНиП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», необходимо следовать следующим рекомендациям в зависимости от ориентации стены дома и влияния солнечного излучения (рис. 13) [17].

Рис. 12. Дом расположен вдоль уклона (рис. авторов)

Теплоизоляция наружных стен от перегрева:

• северная, северо-западная и северо-восточная стены не нагреваются прямыми солнечными лучами, толщина утеплителя может составлять 5–10 см;

• теплоизолируются от перегрева утеплителем толщиной 10–15 см стены дома восточной, юго-восточной ориентации. На этих направлениях излучение восточного солнца еще очень слабо. Западная стена также меньше нагревается, но необходимо создание экрана из зеленых насаждений, который будет отбрасывать тень на эту стену от склоняющегося с зенита солнца;

• теплоизолируются от перегрева утеплителем не менее 25 см толщиной: южная стена, получающая скользящие солнечные лучи, когда солнце в полдень стоит в зените, а также юго-западная стена. Как только солнце начинает склоняться к юго-западу, его интенсивность еще не теряется, и солнце активно нагревает юго-западную стену [18];

• вынос консольного объема над «горячей» стеной для организации глубокой тени при ориентации на юг и юго-запад с увеличением площади второго этажа по площади относительно нижнего этажа;

• нежелательное применение окон на такой «горячей» (особенно подверженной перегреву) стене. Но, в случае примыкания к ней помещения, которому требуются окна для обеспечения комфорта внутри пространства дома, необходимо применять оконные проемы с использованием машрабии — элемента традиционной арабской архитектуры, неразрывно связанного с жарким климатом. Он обеспечивает конфиденциальность и комфортность пребывания в помещении людей. Машрабия — узорные деревянные решетки с маленькими отверстиями, которые позволяют воздуху свободно циркулировать, что способствует увеличению вентиляции и охлаждению помещений.

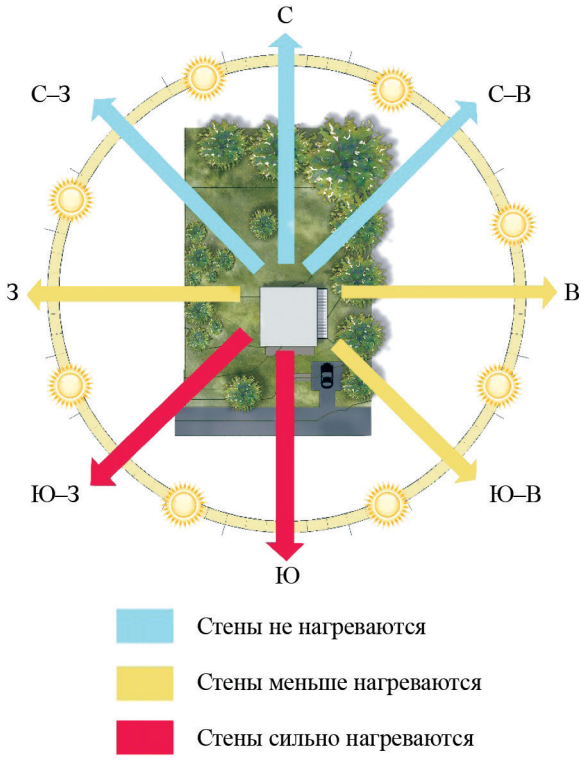


Рис. 13. Ориентация дома (рис. авторов)

При этом смысл машрабии заключается в том, что при большой глубине (толщине панели) решетки прямые солнечные лучи не могут попасть в помещение, что и обеспечивает почти полную затененность помещения при хорошей его вентиляции через машрабию (рис. 14).

Размещение летних помещений имеет определенные ограничения:

• нежелательно располагать летние помещения со стороны юга и юго-запада, но в случае рас-

Рис. 14. Машрабия (рис. с wiki2.org)[1]

положения на этой стороне балкона на втором этаже можно применить машрабию для повышения комфортности;

• летние помещения должны быть обращены вглубь территории приусадебного участка, а не обращены к входной зоне и улице;

• нависание верхнего несущего этажа, создающего хорошую затененность площадей летних помещений в нижнем уровне, обеспечивает комфортность пребывания в них [19, 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сформированы четыре основных принципа проектирования индивидуальных жилых домов в сложной природно-климатической зоне на примере г. Касаб:

1. Градостроительное решение размещения домов на рельефе с разными уклонами и разной ориентацией по сторонам света, привязка через организацию входных зон к уличной сети в условиях разных уклонов рельефа.

2. Конструктивная организация архитектурного решения на основе использования конструктивной системы «несущий этаж», позволяющей сформировать экономичные архитектурные решения индивидуальных жилых домов на различных уклонах территории г. Касаб, обеспечивающей повышение качества объемно-планировочных решений, их трансформации с учетом требований традиций арабской семьи.

3. Обеспечение летними помещениями в жарких условиях Сирии:

• включение летних помещений в объемно-планировочные решения индивидуальных жилых домов на рельефе в условиях Сирии с учетом возможностей конструктивной системы «несущий этаж», которая существенно облегчает создание затенения летних помещений нижнего этажа нависающим верхним этажом;

• при включении летних помещений в объемно-планировочное решение дома необходимо соблюдать требования конфиденциальности арабской семьи и учитывать условия климата г. Касаб, размещая такие помещения с соответствующей ориентацией по сторонам света и ориентацией на приусадебный участок.

4. Учет климатических факторов в объемно-планировочном и конструктивном решении: защита от перегрева ограждающими конструкциями и эффективными объемно-планировочными решениями для более комфортного проживания в домах, в зависимости от расположения дома на уклоне и его ориентации в связи с фактором климата г. Касаб и влияния солнечной радиации на конструкции дома.

ВЫВОДЫ

На основе разработанных принципов строительства индивидуальных жилых домов на рельефе на примере г. Касаб сформированы следующие рекомендации:

• размещение домов на рельефе должно учитывать тип уклонов рельефа, систему подъездных путей, что определяет положение дома на участке и организацию входных зон в дома в случаях подъездов к ним сверху или снизу уклона, а также тип уклона;

• применение конструктивной системы «несущий этаж» на любых уклонах позволяет организовывать многовариантные предложения объемно-планировочных решений, включая в них различные летние помещения;

• применение конструктивной системы «несущий этаж» за счет экономии конструкционных материалов снижает стоимость домов на 30 %, что является необходимым фактором в условиях современной Сирии и определяет предпочтение его использования по сравнению с традиционными конструктивными системами;

• для достижения комфортности пространства и прочности домов на рельефе в зависимости от климатических условий г. Касаб нужно учитывать ориентацию уклонов по сторонам света и связанную с этим ориентацию домов, применять необходимые конструктивные решения ограждающих конструкций домов с учетом возможного перегрева их наружных стен.

[1] Машрабия // WIKI 2. URL: https://wiki2.org/ru/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D1%8F#/media/File:GD-EG-Caire-Suhaymi033.JPG

ЛИТЕРАТУРА

1. *Diyar Hassan Al-Karim*. Environmental geography, Janadriyah. 2015. Pp. 36–48.
2. *Lionello P.* The Climate of the Mediterranean Region. Elsevier, 2012. Pp. 212–215.
3. *Забалуева Т.Р., Захаров А.В.* «Несущий этаж» — это новая свобода планировочных решений // Новый дом. 2002. № 4. С. 44–47.
4. *Ibrahem Hasan Muhammad.* Arab World and Mediterranean Geography. Alexandria, 2001. 110 p.
5. *Hoda Sulom.* The village of Lattakia between Traditions and architecture. Damascus, 2013. Pp. 22–41.
6. *Header Naisa.* Photos of Lattakia countryside. Lattakia, 1996. Pp. 33–52.
7. *Суворов В.О.* Типология объемно-планировочных решений жилища для территорий со сложным рельефом // Архитектон: известия вузов. 2014. № 47. С. 80–93.
8. *Горниак Л.* Использование территории со сложным рельефом под жилую застройку. М. : Стройиздат, 1982. 72 с.
9. *Курбатов В.В.* Градостроительство в горной местности. М. : Знание, 1987. 61 с.
10. *Микаэлян М., Саркисян Э.* Влияние рельефа на структуру малоэтажных домов и квартир // Архитектура СССР. 1977. № 2. С. 21–28.
11. *Забалуева Т.Р., Захаров А.В.* О некоторых инновационных процессах в современном коттеджном строительстве России // Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym. 2012. № 1 (9). С. 128–133.
12. Патент № 2536594 РФ. Здание с большепролетным помещением / А.В. Захаров, Т.Р. Забалуева, А.Д. Ишков. Патентообл. А.В. Захаров, Т.Р. Забалуева, А.Д. Ишков; заявл. № 2013140060 29.08.2013, опубл. 27.10.2014.
13. *Калабин А.В.* Малоэтажные жилые дома на сложном рельефе в условиях Урала. Рекомендации по проектированию (часть 1) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. № 2. С. 28–34.
14. *Дыховичный Ю.А.* Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий. М. : Архитектура-С, 2006. С. 63–83.
15. *Максимова М.В., Немцева О.Г.* Конструктивные особенности проектирования зданий в условиях жаркого климата // Вестник СибАДИ. 2017. № 4–5 (56–57). С. 126–134.
16. *Гамзаев Ш.Р.* Регулирование микроклимата жилой застройки в условиях сложного рельефа и жаркого климата: на примере Дагестана : дис. ... канд. техн. наук. М. : МГСУ, 2005. 19 с.
17. *Нанасова С.М.* Конструкции малоэтажных жилых домов. М., 2005. С. 29–34.
18. *Navarra A., Tubiana L.* Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean. Springer, 2013. Pp. 217–220. DOI: 10.1007/978-94-007-5769-1
19. *Забалуева Т.Р., Юсфи Р.А.* Традиционное арабское жилище и современное жилищное строительство в Сирии // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 3. С. 10–14.
20. *Калабин А.В.* Террасно-блокированные жилые дома для эффективной застройки склонов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2011. № 1. С. 54–56.

Поступила в редакцию 13 июля 2020 г.
Принята в доработанном виде 7 августа 2020 г.
Одобрена для публикации 31 августа 2020 г.

Об авторах: **Саад Яра Мухаммад** — аспирант кафедры архитектура; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 931231; yarasaoud06@gmail.com;

Татьяна Рустиковна Забалуева — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры архитектура; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 323124; trzabalueva@yandex.ru.

INTRODUCTION

An acute need for new permanent residential buildings arose in Syria upon completion of military operations. Displaced persons fled to Latakia, that had not suffered from any warfare and featured the Mediterranean climate. As a result of the population growth, Kesab, located in the mountainous area, also needs new buildings same as the whole governorate. Any construction project requires an advanced approach to design to assure a comfortable living environment.

Over the last decades, the problem of structural design for rough terrains was relevant in many areas of Syria, especially in Kesab, as its terrain is particularly challenging, and until now only small grade plain areas accommodated construction projects, although

they occupy approximately 23 % of the town area. Presently, the problem of housing has arisen, and mountain slopes, having different grades and cardinal orientations, are now used for new construction [1, 2].

An increase in population numbers, caused by the relocation of residents from the areas of military operations accompanied by the economic recession and impoverishment, requires optimal space planning and design solutions. Construction projects must take account of the local terrain, be adaptable to natural conditions, comply with contemporary housing standards and traditions of Arabic families.

The co-authors have developed the principles, that comply with the basic requirements of future-oriented architectural solutions designated for single-family residential houses to be built on the sites that feature different slope grades and orientations towards cardinal points. The application of the "bearing floor" structural system, which ensures substantial cost savings, including the cost of construction materials, also contributes to reduction in the cost of construction [3, 4].

MATERIALS AND METHODS

Latakia Governorate is located on the western coast of Syria; it features diverse natural and climatic conditions. The province includes Kesab with the area of 100 km^2 located at the distance of 60 km north of the Latakia port, at the distance of 3 km from the coast of the Mediterranean Sea. Kesab has about 5 thousand residents [5].

Kesab features versatile types of terrain, because the coastline has mountain groups. Also, Kesab features different terrain forms: in the south, its lowest districts are located about 100 meters above the sea level. There are more mountainous areas in the north. Maximal altitudes go up from 300 to 750 m above the sea level and achieve 1,736 m above the sea level. Kesab slope grades can be split into three groups: slight slopes — 4–10 %; moderate slopes — 11–25 %; steep slopes — 26–43 % (Fig. 1, Table 1) [6].

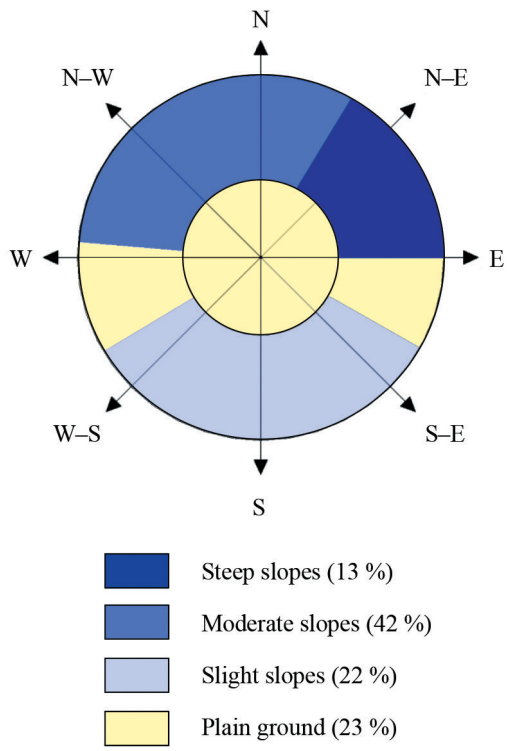


Fig. 1. Slope types in Kesab (the figure is made by the co-authors)

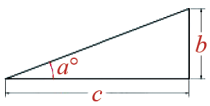
As the local terrain has mountains surrounding the town from all sides, mountain slopes are oriented towards each cardinal point. Mountain slopes in Kesab can be divided into seven types according to their orientation towards cardinal points (Fig. 2):

- a slight slope overlooks the north, the north-east and the north-west;
- a moderate slope overlooks the south and the south-east;
- a steep slope overlooks the east and the south-west.

Therefore, there is need to position single-family residential houses on potential construction sites and develop space planning solutions with regard for each

Table 1. Types of slopes in Kesab (the table is made by the co-authors)

Slope Type	Plain ground	Slight slope (4–10 %)	Moderate slope (11–25 %)	Steep slope (26–43 %)
Rising ground, m	—	100 to 200	200 to 750	750 to 1,736
Sloping districts in Kesab	Central districts in Kesab	South South-West South-East	North North-West	North-East
Sloping areas*, %	23	22	42	13



b — elevation difference; *c* — distance between points; *a* — slope angle

Note: * — sloping areas are indicated as the percentage of the total area of Kesab (100 km^2)

Fig. 2. Slopes in Kesab (fig. from Google Maps)

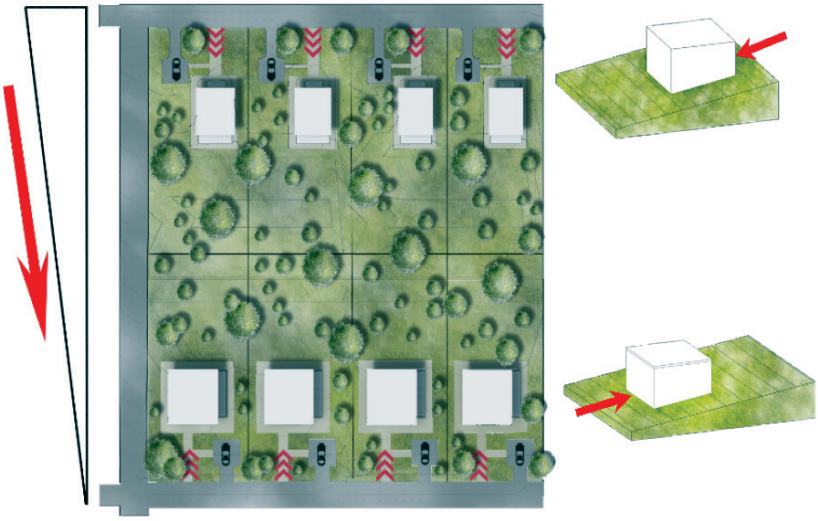


Fig. 3. The master plan featuring households on the slopes with building entrances designed on different sides of the slope (the figure is made by the authors)

slope and its orientation. If the master plan of the town is used for reference purposes, and its roads connecting groups of built-up areas are perpendicular to the slope, then house entrances may be designed from above the slope and from below the slope (Fig. 3) [7].

Entrances are accessible both from above and from below three types of slopes (Fig. 4–6):

1. If the slight slope overlooks the north, the north-east and the north-west, entrances can be designed from above the slope and from below the slope. When the entrance is arranged from above, pedestal bunding, diversion of rain discharges, and sufficient waterproofing of foundations and pedestals are needed. When the entrance is designed from below the slope, additional porch steps appear. The space planning solution that entails the entrance overlooking the north, the north east and the north west, may have any rooms designed next to the entrance that represents the entrance door and the area in front of it, such as a lobby that accommodates the wardrobe or the hall stand. If the entrance is placed from above the slope, i.e. oriented towards the south, south-east and south-west, thermal insulation of the entrance wall is needed, besides, indoor spaces that overlook the south, south-east and south-west, must have no windows. If it is impossible, windows must have sunshields or a cantilevered first floor (Fig. 4).

a

b

Fig. 4. Building entrance on the slight slope: *a* — the entrance is placed from above in the slope; *b* — the entrance is placed from below the slope (the figure is made by the co-authors)

2. The moderate slope overlooks the south and south-east. If the entrance is arranged from below the slope, the pedestal will be extended there, and multi-step stairs will lead to the entrance. If the entrance is positioned closer to the top of the slope, outside descending stairs will lead to the entrance. In both cases it is necessary to identify the pedestal height, to design the entrance porch, and to calculate the number of steps of the outside stairs. The water diversion system must include the house bunding and enhanced waterproofing of the foundations and the pedestal. The spatial plan of the entrance must have no rooms whose windows overlook the entrance, as the entrance overlooks the south and south east, and the entrance wall may get substantially overheated. If this solution is unfeasible, windows must have sun protection devices. If the entrance door is positioned above, it is oriented towards the north and north-west, and therefore, its orientation does not limit the space planning solution (Fig. 5) [8].

a

b

Fig. 5. Building entrance on the moderate slope: *a* — entrance from above the slope; *b* — entrance from below the slope (the figure is made by the co-authors)

The steep slope overlooks the east and south-west. When the building is entered from above the slope, the space planning solution significantly differs from the cases analysed above. The entrance area is arranged on the first floor, thus, making the space planning solution completely different. The first floor is designated for the family members, and their premises are particularly important in the context of Arabic traditions. Therefore, the entrance space, including the stairs, must be isolated. Isolated stairs will connect the lobby and the public area on the ground floor. If the entrance wall overlooks the south-west, it is not advisable to make any windows in it. If the slope is steep, the site will need a water diversion system to be coupled with other methods mentioned above. Additional habitable rooms can be designed below the level of the public ground floor, if the slope, that accommodates the new building, is steep enough. If the entrance is designed from below, protective actions remain the same, but a multi-step stair, leading to the ground public floor, will be needed. However, the entrance can be arranged below, if rooms are designed in the pedestal, as the terrain makes it feasible (Fig. 6) [9].

a

b

Fig. 6. The building entrance on a steep slope: *a* — the entrance from above the slope; *b* — entrance from below the slope (the figures are made by the co-authors)

Buildings, constructed in mountainous terrains, have no basements. It is explained by the fact that the main factors, that determine the feasibility and expediency of construction, include the type of soil and construction costs. Kesab is located in the mountains, the soils that accommodate its built-up districts are strong and rocky. Construction of foundations in solid rock areas is complicated due to the need to use specialized machinery. Therefore, any basement construction in such areas is very expensive. Basement construction may double the overall construction costs due to the need to build deeper foundations. Single-family house owners tend to have no basements in their homes due to high construction costs. This fact needs to be considered now when inexpensive residential houses are needed in Syria [10].

The "bearing floor" structural system was chosen for construction projects in Kesab. It complies with the requirements that apply to contemporary residential housing, and it is in line with Arabic traditions. The "bearing floor" term was introduced into the design practice by the Central Research Institute of Experimental Design in 2018 in the guidelines "Design of Residential Apartment Buildings with a Wide Span of Load-bearing Structures to Ensure Open Concept Planning". The "bearing floor" structural system was

developed and proposed by the Department of Architecture of NRU MGSU. The proposed "bearing floor" structural system in Kesab ensures the availability of three aspects.

Structural Aspect

The structural solution of a "bearing floor" represents a single solid spatial construction having a box-shaped section. Its construction depth is equal to the one of the floors. Upper and lower flanges form floorings of a bearing floor, while longitudinal and transverse walls split the bearing floor into separate rooms. All elements of the bearing floor simultaneously perform bearing and enclosing functions. The walls of a bearing floor make it possible to extend the span over the space below (Fig. 7).

When the "bearing floor" structural system is applied, the lower flooring shall be rigidly connected with four, three or at least two opposite exterior walls (Fig. 8). Rooms can be designed beyond first floor facades. When verandas or terraces are designed at the lower floor level, a cantilevered upper bearing floor provides sufficient shady areas in the summer premises at the lower level. The upper floor can be extended in any direction, but when summer premises are designed, Arabic family's privacy must be cherished, therefore, summer premises should not be designed next to the main entrance. The bearing floor enables to design various summer premises (balconies, recessed balconies, terraces, verandas) at the level of the first floor. It is preferable to limit the cantilever to 2–2.5 m and to have the flooring thickness equal to 100 – 120 mm [11].

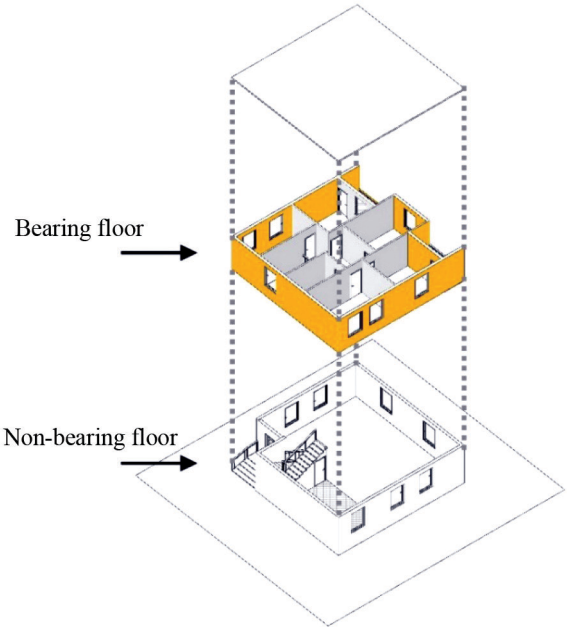


Fig. 7. Model of a "bearing floor" building (the figure is made by the co-authors)

Planning Aspect

The "bearing floor" structural system enables designers to create unsupported spaces on the ground floor that accommodate a large room performing public functions in a building and allow any re-planning of the lower floor which is needed for an Arabic family whose age composition is heterogeneous (Fig. 9, *a*). The first floor accommodates personal living rooms, bedrooms, restrooms and store rooms separated by division walls to ensure the privacy of family members which is important in the context of Arabic traditions (Fig. 9, *b*).

If slopes are slight, moderate or steep and the entry point is designed at the lower level, there arises a need to design it on the ground floor, thus the staircase is combined with the entrance and the lobby (the entrance hall is unfeasible in Syria) (Fig. 10, *a*). If the slope is steep and the entrance is designed on the higher level, the space planning solution is significantly different, and the "bearing floor" is used here. It is necessary to use special planning solutions due to the need to comply with privacy traditions of an Arabic family. There arises a need to design an isolated area composed of a lobby and a staircase leading to the public area of the building at the lower level which is completely isolated from the private one (Fig. 10, *b*) [12, 13].

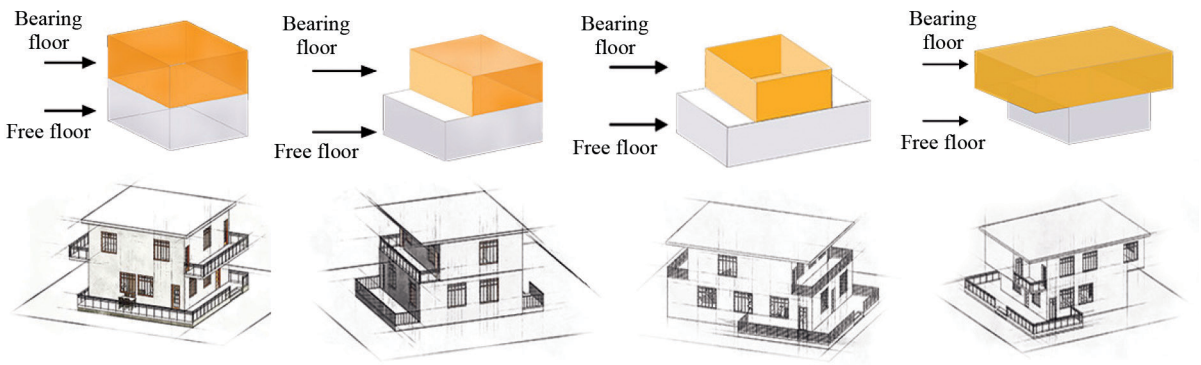
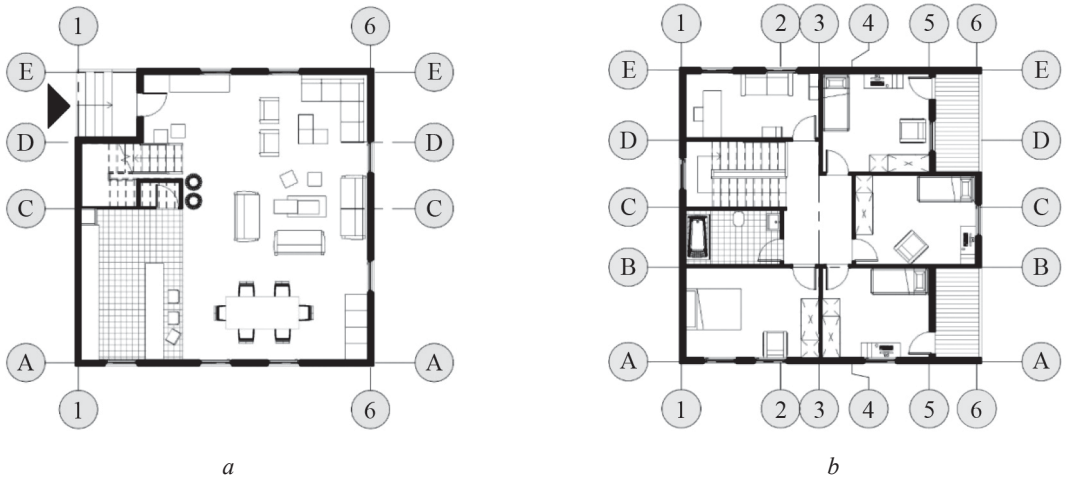
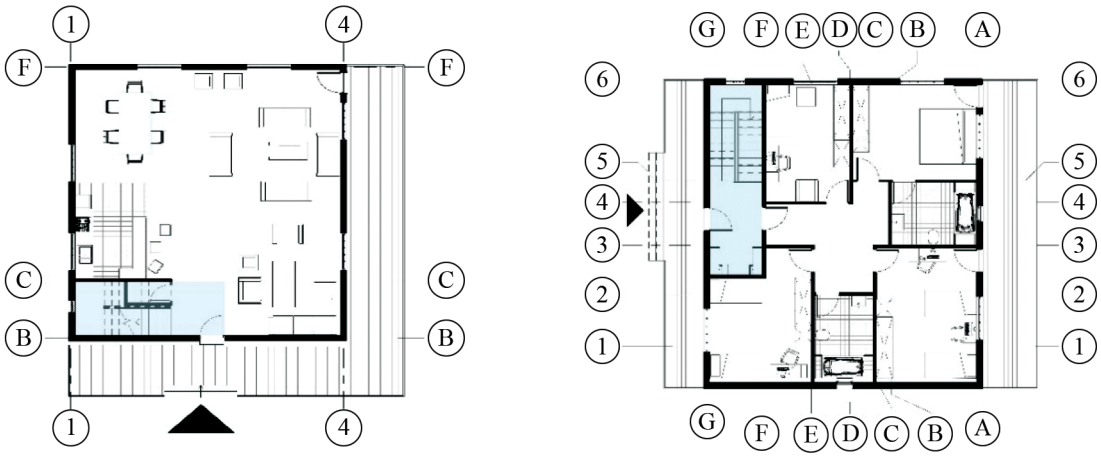


Fig. 8. Options for connecting the lower flooring with exterior walls of a building in the "bearing floor" structural system (the figure is made by the co-authors)



a *b*

Fig. 9. A "bearing floor" system in a residential two-story house: *a* — plan of the ground floor; *b* — plan of the first floor (the figure is made by the co-authors)



a *b*

Fig. 10. Building entrance options that feature the "bearing floor" structural system: *a* — the building entrance on the free floor; *b* — the building entrance on the bearing floor (the figures are made by the co-authors)

Economic Aspect

In the present-day financial and economic environment of Syria, in general, and in Kesab, in particular, this structural system reduces the consumption of construction materials (which means a smaller per-floor consumption of reinforced concrete in comparison with standard design solutions; reinforced concrete consumption goes down two-fold due to the smaller thickness of exterior walls and floorings). In general, this solution reduces construction costs by 30 % (Fig. 11) [12, 14].

Evidently, the bearing floor system requires a much smaller amount of construction materials than the standard system.

As the climate of Kesab is characterized by high temperatures in the summer months (+34 °C), and the winter temperature of +7 °C, as well as showers, the following recommendations must be followed to increase the strength of structures, to assure comfortable living conditions and protection from overheating:

• the porch area must have a canopy over the entrance door or a cantilevered upper bearing floor. The bearing floor overhangs above the porch area to throw the shadow and protect the entry point from the shower water [15];

• autumn and winter months in Kesab are characterized by higher precipitation, and water may wash away the top layer of soil, especially if slopes are moderate and steep. This problem is particularly relevant. If a long wall of a residential building stretches along the slope, the strength and rigidity of the building structure can be increased, rainwater can be diverted to ensure the best protection of a residential building from the penetration of the surface water, to keep the foundation dry, to reduce the amount of earth work and to minimize its cost, and to reduce soil transportation costs (Fig. 12) [16].

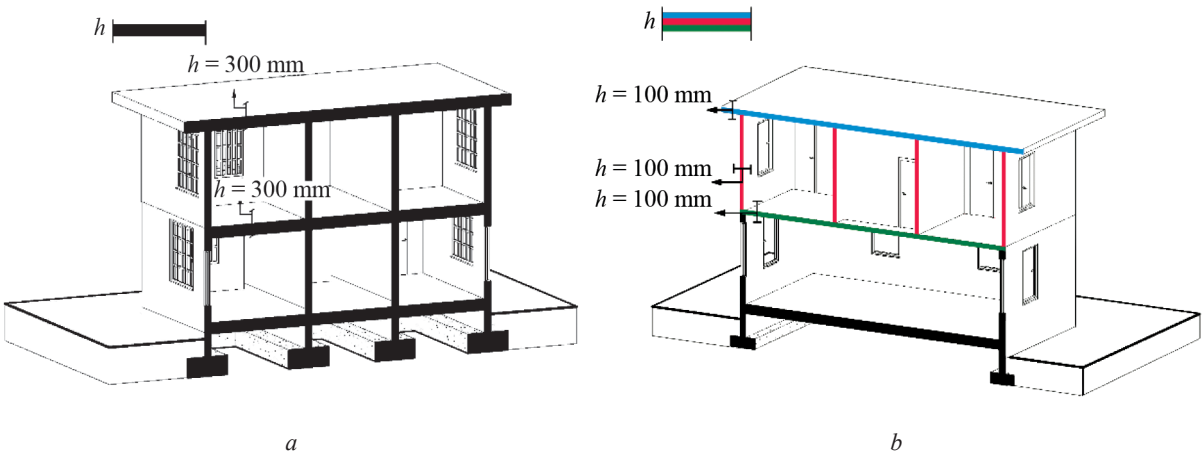


Fig. 11. Comparison of the standard system and the bearing floor system: *a* — standard system; *b* — bearing floor system (the figure is made by the co-authors)

Fig. 12. The building is stretched along the slope (the figure is provided by the co-authors)

Foundations and pedestals of buildings need enhanced waterproofing:

• building roofs shall have a thick layer of thermal insulation to be identified on the basis of the thermotechnical analysis. Insulation thickness shall be at least 25–30 cm of the polystyrene foam in case of a flat roof pursuant to SNiP 50.13330.2012 "Thermal Protection of Buildings";

• to protect structures from overheating, external walls, that are most frequently exposed to overheating, must be covered with thermal insulation materials. The heating rates of walls vary depending on their orientation towards cardinal points, thus, thermal insulation materials like mineral wool or polystyrene, capable of reducing the surface temperature of internal walls of enclosing structures, are needed, as they can reduce the temperature to the values typical for the shadow. To ensure comfortable living conditions inside buildings according to SNiP 50.13330.2012 "Thermal Protection of Buildings", the following recommendations shall be followed depending on the building wall orientation and influence of solar radiation (Fig. 13) [17].

Thermal insulation of external walls to prevent overheating:

• the walls facing the north, the north-west and the north-east are not exposed to direct sunlight, and thermal insulation thickness can be 5–10 cm there;

• the walls that face the east and the south-east must have thermal insulation having the thickness of 10–15 cm to prevent overheating. The radiation emitted by the eastern sun is very low. Western walls are also less heated, but they need a screen of greenery that will throw a shadow on this wall protecting it from the dipping sun;

• southern walls exposed to sliding sun rays, when the sun is high at midday, as well as south-western walls must be covered with thermal insulation having the thickness of, at least, 25 cm to prevent overheating. As the sun goes down to the south-west, the intensity of its radiation does not reduce, and it actively heats south-western walls [18];

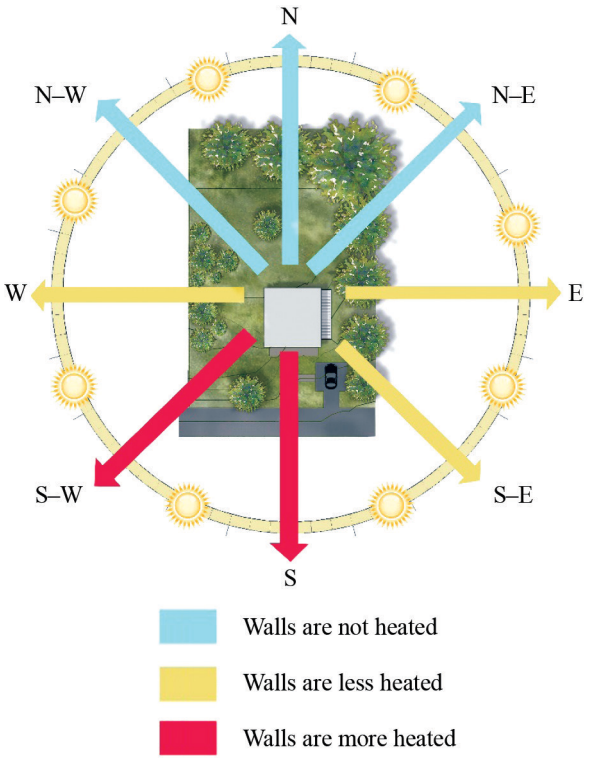


Fig. 13. Building orientation (the figure is made by the co-authors)

• protection of "hot" walls by cantilevers that throw deep shadows on southern and south-western walls, so that the area of the first floor was bigger than the one of the ground floors;

• no windows in "hot" (exposed to overheating) walls. But if the room, that needs windows to ensure comfort inside the building, is next to the overheated wall, window openings shall be protected by muxarabi — an element of traditional Arabic architecture inseparable from hot climates. It ensures the privacy and comfort of people in the room. Muxarabi is a carved latticework screen that has small holes for free air circulation or room ventilation and cooling. Moreover, muxarabi is thick enough for direct sun rays not to reach the room; thus, it ensures shadow and ventilation inside (Fig. 14).

The layout of summer premises has certain restrictions:

• it is inexpedient to arrange summer premises in the southern and south-western parts of a house, but if the balcony is located there, muxarabi can be installed to make rooms more comfortable on the first floor;

• summer premises shall face the backyard rather than the entry point or a street;

• a cantilevered upper bearing floor produces sufficient shadow for summer premises at the lower level and ensures a comfortable stay there [19, 20].

RESEARCH FINDINGS

Four basic principles of design are developed for single-family residential houses built in complex natural and climatic zones exemplified by Kesab:

Fig. 14. Muxarabi (fig. from wiki2.org)[1]

1. An urban planning solution for buildings on rough terrains having different slopes must be oriented towards cardinal points, their binding to street networks must be made through entrance areas given that slopes feature versatile inclination angles.

2. The implementation of architectural solutions based on the "bearing floor" structural system ensures the cost effectiveness of single-family houses built on varied slopes in the Kesab area. These are high quality solutions, tailored to comply with traditions of Arabic families.

3. Design of summer premises in the hot climate of Syria:

• integration of summer premises into 3D planning solutions for single-family residential houses on the terrain of Syria with regard for the "bearing floor" structural system, that provides shadows in the summer premises on the lower floor and the cantilevered upper floor;

• when summer premises are integrated into 3D planning solutions of a house it is necessary to comply with the privacy requirements of an Arabic family and take account of the climatic conditions in Kesab by arranging such premises with the appropriate orientation towards cardinal points and the backyard.

4. Regard for the climatic factors in respect of space planning and design solutions: using enclosing structures and effective space planning solutions to ensure protection from overheating, depending on the building orientation due to the Kesab climate factor and the influence of solar radiation on building constructions.

[1] Muxarabi // WIKI 2. URL: https://wiki2.org/ru/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D1%8F#/media/File:GD-EG-Caire-Suhaymi033.JPG

CONCLUSIONS

The following recommendations are made in furtherance of the principles developed for single-family residential houses built on the terrain of Kesab:

• the position of a house on the terrain must be identified with regard for the slope terrain type and the system of driveways that determine the place of a house and its entry points that can be designed both on upper and lower levels;

• the use of "the bearing floor" structural system on any slopes ensures several options of space planning solutions including the design of different summer premises inside;

• the use of the "bearing floor" structural system reduces the building cost by 30 % due to saving of structural materials, this factor is vital for present-day Syria and it determines the success of this structural system if compared with traditional solutions;

• comfortable indoor spaces and strong houses, built on the terrain typical for the climatic conditions of Kesab, require the slope and house orientation towards cardinal points, design solutions for enclosing structures of buildings with regard for the overheating of their exterior walls.

REFERENCES

1. Diyar Hassan Al-Karim. *Environmental geography, Janadriyah.* 2015; 36-48.
2. Lionello P. *The Climate of the Mediterranean Region.* Elsevier, 2012; 212-215.
3. Zabalueva T.R., Zakharov A.V. "Bearing floor" is a new freedom of planning decisions. *New House.* 2002; 4:44-47. (rus.).
4. Ibrahem Hasan Muhammad. *Arab World and Mediterranean Geography.* Alexandria, 2001; 110.
5. Hoda Sulom. *The village of Lattakia between Traditions and architecture.* Damascus, 2013; 22-41.
6. Header Naisa. *Photos of Lattakia countryside.* Lattakia, 1996; 33-52.
7. Suvorov V.O. A typology of spatial planning solutions housing for complicated terrains. *Architecton: Proceedings of Higher Education*. 2014; 47:80-93. (rus.).
8. Gorniak L. *Use of territory with difficult terrain for residential development.* Moscow, Stroyizdat, 1982; 72. (rus.).
9. Kurbatov V.V. *Urban planning in the highlands.* Moscow, Knowledge, 1987; 61. (rus.).
10. Mikaelyan M., Sarkisyan E. Influence of relief on the structure of low-rise houses and apartments. *Architecture of the USSR*. 1977; 2:21-28. (rus.).
11. Zabalueva T.R., Zakharov A.V. About some of the innovative processes in contemporary cottage construction in Russia. *Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym.* 2012; 1(9):128-133. (rus.).
12. Patent No. 2536594 RF. Building with a large-span room / A.V. Zakharov, T.R. Zabalueva, A.D. Ishkov. Patented A.V. Zakharov, T.R. Zabalueva, A.D. Ishkov; declared No. 2013140060 08/29/2013, publ. 10.27.2014.
13. Kalabin A.V. Low-rise residential house in complex terrain in the conditions of Ural. Design recommendations (part 1). *Akademicheskij vestnik UralNIIPROEKT RAASN.* 2013; 2:28-34. (rus.).
14. Dykhovichny Yu.A. *Architectural designs of low-rise residential buildings.* Moscow, Architecture-S publ., 2006; 63-83. (rus.).
15. Maksimova M.V., Nemtseva O.G. Design features of buildings in hot climates. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal.* 2017; 4-5(56-57):126-134. (rus.).
16. Gamzaev Sh.R. *Regulation of the microclimate of residential buildings in a difficult terrain and hot climate: the example of Dagestan : dissertation ... Candidate of Engineering Sciences.* Moscow, MGSU, 2005; 19. (rus.).
17. Nanasova S.M. *Designs of low-rise residential buildings.* Moscow, 2005; 29-34. (rus.).
18. Navarra A., Tubiana L. *Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean.* Springer, 2013; 217-220. DOI: 10.1007/978-94-007-5769-1
19. Zabalueva T.R., Yusfi R.A. Arabic traditional housing and modern residential construction in Syria. *Industrial and Civil Engineering.* 2016; 3:10-14. (rus.).
20. Kalabin A.V. Terrace-blocked residential buildings for effective slope development. *Akademicheskij vestnik UralNIIPROEKT RAASN.* 2011; 1:54-56. (rus.).

Received July 13, 2020.
Adopted in revised form on August 7, 2020.
Approved for publication on August 31, 2020.

Bionotes: **Saoud Yara** — postgraduate of the Department of Architecture; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 931231; yarasaoud06@gmail.com;

Tatiana R. Zabalueva — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 323124; trzabalueva@yandex.ru.