Индивидуальные жилые дома на сложном рельефе в провинции Латакия Сирии на новой конструктивной основе

Сауд Яра Мухаммад, Т.Р. Забалуева

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

АННОТАЦИЯ

Введение. Современные проблемы послевоенной Сирии связаны с миграцией населения из районов военных действий, в которых жилой фонд существенно разрушен, в районы, которые не коснулась война. Таким районом в стране явилась провинция Латакия с наиболее крупным городом Касаб, который расположен в горной «чаше». Территорий с плоским рельефом почти не осталось и строительство ведется на склонах, окружающих город. Обоснована необходимость строительства домов на рельефе на основе новой конструктивной системы «несущий этаж», которая позволяет значительно снизить стоимость таких домов (в полтора раза), формировать на ее основе объемно-планировочные решения, отвечающие как современным требованиям к жилищу, так и традициям арабской культуры.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе статистических и географических данных по г. Касаб; анализа нормативной литературы Сирии и РФ, литературных научно-аналитических источников, а также проведенного анализа конструктивной системы «несущий этаж», ее экономических преимуществ и объемно-планировочных возможностей.

Результаты. В результате исследования индивидуального жилья на основе конструктивной системы «несущий этаж» определены ее преимущества, они позволяют в объемно-планировочных решениях соответствовать современным требованиям формирования жилища на примере г. Касаб. Приведены примеры объемно-планировочных и композиционных решений.

Выводы. Конструктивная система «несущий этаж» позволила сформировать рекомендации по созданию объемно-планировочных и композиционных решений индивидуальных жилых домов на рельефе в г. Касаб, который размещен в горной ложине. Применение конструктивной системы снижает стоимость строительства, и за счет освобождения нижнего этажа от промежуточных опор дает возможность использовать свободную планировку, а при необходимости и перепланировку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рельеф, конструктивная система «несущий этаж», объемно-планировочные решения, безопорное пространство, свободная планировка, требованиям к жилищу, экономические преимущества

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Сауд Яра Мухаммад, Забалуева Т.Р. Индивидуальные жилые дома на сложном рельефе в провинции Латакия Сирии на новой конструктивной основе // Строительство: наука и образование. 2019. Т. 9. Вып. 2. Ст. 8. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.2.8

Individual houses on complex relief in the province of Latakia, Syria, on a new structural basis

Yara M. Saoud, Tatiana R. Zabalueva

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavskoye shosse, 129337, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The current problems of post-war Syria are related to the migration of people from hostility areas where the housing stock is substantially destroyed to the areas which remained intact of the war. Such a region in the country is the province of Latakia, Kasab being the biggest city located in a mountain "bowl". However, there is almost no flat terrain, and construction is being carried out on the slopes surrounding the city. The paper substantiates the rationale for construction of houses on the relief on the basis of a new structural system called "carrier floor" which allows for significant reduction of the cost of such houses (by 1.5x), as well as for space and layout design solutions based thereon which meet both current requirements for housing and Arab cultural traditions.

Materials and methods. The study has been carried out based on statistical and geographical data for Kasab; analyses of Syrian and Russian codes, scientific and analytical sources in literature, as well as on the analysis of the "carrier floor" structural system, its economic advantages and space-planning capabilities.

Results. As a result of the study of individual housing on the basis of the "carrier floor" the advantages of this system were determined, which allow for compliance with current requirements of housing shaping in terms of space and layout solutions based on the example of Kasab; examples of space-planning and compositional solutions are given.

Conclusions. The “carrier floor” structural scheme has made it possible to develop recommendations for creating space layout and composition solutions for individual residential buildings on the relief in Kasab City located in a mountain valley. The use of this structural system allows for reduction the cost of construction, and for the opportunity of free planning and alteration on demand due to the absence of intermediate supports in the ground floor.

KEYWORDS: relief, structural system “carrying floor”, space and layout planning solutions, supports-free space, free layout, housing requirements, economic advantages

FOR CITATION: Yara M. Saoud, Zabalueva T.R. Individual houses on complex relief in the province of Latakia, Syria, on a new structural basis. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2019; 9(2):8. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.2.8 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Провинция Латакия в Сирии простирается вдоль Средиземноморского побережья до предгорий аль-Акра, которые достигают высоты в 1736 м над уровнем моря. Город Касаб провинции находится в «чаше» этого горного массива на площади 100 км² с населением в 5000 тыс. [1] человек, которое постоянно увеличивается за счет мигрирующего населения из районов военных действий. Потребность в территориях под застройку не может быть уже удовлетворена плоскими участками территории города, которые почти использованы. Новое строительство возможно вести только на склонах гор, окружающих город [2].

В современных условиях горного г. Касаб недостаточно разработаны научно обоснованные рекомендации по формированию жилых домов на сложном рельефе, опыт этого вида строительства незначительный. Поэтому возникает необходимость разработки рекомендаций для проектирования жилых домов на сложном рельефе для г. Касаб [3].

Проблема проектирования домов на сложном рельефе в последние десятилетия актуальна для многих территорий Сирии, а для г. Касаб в особенности, где в самое ближайшее время для возведения жилых домов население вынуждено будет использовать только горные склоны с разными уклонами и разной ориентацией по сторонам света [4]. Выравнивать площадки под возведение дома — затратно. Поэтому ситуация требует поиска оптимальных объемно-планировочных и конструктивных решений, связанных с рельефом, которые предоставляют возможность адаптации к природным условиям в горном Касабе [4].

В текущей финансово-экономической обстановке особенно востребованы решения по возведению современного жилища, позволяющие снижать стоимость строительства объектов и повышать уровень комфорта в малоэтажных домах. Такие возможности при возведении индивидуальных жилых

домов на рельефе дает использование современной конструктивной системы «несущий этаж» [5].

В статье предлагаются рекомендации по проектированию и дальнейшему возведению подобных экономичных индивидуальных жилых домов на рельефе, что обеспечивается конструктивной системой «несущий этаж» [6]. Новая конструктивная система уже сегодня позволила получить значительные преимущества в жилищном строительстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Термин конструктивная система «несущий этаж» введен в практику проектирования ЦНИИ-ЭП 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 МГСУ и официально введена в практику проектирования ЦНИИЭП жилища в 2017 г. На ее основе построено и проверено в эксплуатации сотрудниками МГСУ около 40 домов, что дает основание рекомендовать ее к широкому использованию.

В архитектурно-планировочном решении на рис. 1 показан типичный пример жилого двухэтажного дома размером 10 × 10 м с использованием конструктивной системы «несущий этаж» [7, 8]:

- на первом этаже создается свободное безопорное пространство для большого помещения, обеспечивающее общественные функции дома;
- на втором «несущем этаже» — интимная зона с набором небольших индивидуальных комнат, разделенных стенами-перегородками, к которым подвешено междуэтажное перекрытие.

Конструктивная система «несущий этаж» — единая пространственная конструкция коробчатого сечения с строительной высотой, равной этажу, в которой сплочены все стены и перекрытия. В несущем этаже верхняя и нижняя полки образуют перекры-

Рис. 1. Использование системы «несущий этаж» в жилом двухэтажном доме: *a* — план первого этажа; *b* — план второго этажа (авторские иллюстрации)

тия, а продольные и поперечные стенки разделяют его на отдельные помещения. Междуетажное перекрытие подвешено к стенам несущего этажа и опирается по контуру на каркас внешних стен. Все элементы несущего этажа одновременно выполняют

несущие и ограждающие функции. Конструктивная система несущего этажа дает возможность освобождать пролет ниже лежащего пространства от промежуточных опор, создавая возможность свободной планировки (рис. 2) [9, 10].

Рис. 2. Модель дома на основе конструктивной системы «несущий этаж» (авторские иллюстрации)

Экономические требования к проектированию жилых домов определяются необходимостью сокращения затрат и минимального расхода материалов [11]. Система несущий этаж обеспечивает экономию железобетона по сравнению с традиционными конструктивными решениями почти в два раза (рис. 3) в пределах 2-х этажей и в полтора раза на весь дом. В традиционной стеновой конструктивной системе средняя толщина монолитного перекрытия составляет 300 мм. В системе несущего этажа этих затрат материала хватает на возведение нижнего и верхнего перекрытия и вертикальных внутренних стен, что свидетельствует о существенном снижении затрат на материалы [12].

Основа архитектурно-планировочной организации жилого дома это функциональное зонирование, которое отражает требования, связанные с демографическим составом семьи и ее образом жизни, а также с национальными традициями [13]. В жилых домах на основе системы несущий этаж имеется большое разнообразие планировочных решений. Однако функционально дома разделены двухчастным зонированием на зоны индивидуальных помещений и помещений коллективного пользования [14], что особенно важно в традиционной системе жизни арабской семьи.

В жилом доме на основе конструктивной системы несущий этаж на первом этаже размещаются помещения коллективного пользования. Создается открытое пространство, которое функционально не нуждается в жестком разделении, но требует больших площадей для размещения большого количества людей, тем более что арабская семья в основном многочисленна [15].

Это помещение выполняет общесемейные жилые функции: холл, столовая, гостиная, кухня, которые входят в единое пространство. Кухня или

столовая могут быть расположены отдельно или являться частью одного помещения (рис. 4, а). На втором этаже размещаются индивидуальные помещения: личные жилые комнаты и подсобные помещения. Помещения связываются между собой общей рекреацией (рис. 4, b).

Проектирование экономичных индивидуальных жилых домов на рельефе с использованием конструктивной системы несущий этаж позволяет снизить, как было показано выше, стоимость дома и обеспечить при необходимости свободу планировки и перепланировки в нижнем этаже, что является необходимостью в постоянно разрастающейся арабской семье. Это позволяет создавать различные объемно-планировочные решения высокого функционального уровня при использовании не только плоского рельефа, но и на строительных площадках со значительным уклоном [16, 17].

При строительстве на рельефе с использованием конструктивной системы несущий этаж, этажность индивидуального жилого дома составляет 2–3 этажа. Строительство возможно на разных уклонах с многообразными планировочными схемами по составу помещений — прямоугольной или квадратной формы, которые являются основной формой построения архитектурного пространства жилого дома в г. Касаб [18].

Однако применение конструктивной системы несущий этаж имеет свои особенности. Наряду с высокой эффективностью отмечаются следующие ограничения, которые оказывают определенное влияние на объемно-планировочную структуру жилого дома [19, 20]:

- нижнее межэтажное перекрытие в несущем этаже, имеющее небольшую толщину в 100–120 мм и повышенную в связи с этим гибкость, не может воспринимать нагрузку от вертикальных стен, по-

Рис. 3. Сравнение традиционной системы и системы несущий этаж: а — традиционная система; б — система несущий этаж (авторские иллюстрации)

Рис. 4. Схема функционального зонирования жилого дома на основе конструктивной системы несущий этаж: а — план первого этажа; б — план второго этажа (авторские иллюстрации)

Рис. 5. Варианты связи нижнего перекрытия с внешними стенами дома в конструктивной системе «несущий этаж» (авторские иллюстрации)

этому нижнее перекрытие подвешивается к вертикальным стенам несущего этажа;

- нижнее перекрытие должно быть жестко связано с внешними стенами дома по четырем, трем или минимум двум противоположным сторонам (рис. 5).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования применения конструктивной системы несущий этаж определены различные объемно-планировочные характеристики

домов, подходящие для любого вида рельефа. Существует ряд способов формирования планировки жилого дома, каждый из которых имеет свое специфическое объемно-планировочное решение, позволяющее достигать гармоничного архитектурного облика дома, вписанного в ландшафт, и обеспечивающего прочность конструкции дома.

Из этого следует, что габариты нижнего свободного этажа и верхнего несущего этажа должны быть:

- одинаковыми, если этажи равны по площади, то опирание стен несущего этажа по контуру будет по четырем сторонам: в двухэтажных домах с конструктивной системой несущий этаж на первом этаже — свободное пространство; на втором этаже — индивидуальные комнаты (рис. 6). Поскольку в климатических условиях не могут отсутствовать летние помещения, то второй этаж может иметь систему балконов или лоджий, а на первом этаже могут быть организованы террасы;

- нижний этаж может превышать площадь верхнего в одну из четырех сторон не более чем на 2 м, тогда опирание стен несущего этажа по контуру будет по трем сторонам и толщина междуэтажного перекрытия не меняется по всему этажу (рис. 7);

- нижний этаж может превышать площадь верхнего в две (противоположные) из четырех сторон,

тогда опирание стен несущего этажа будет по двум сторонам и толщина междуэтажного перекрытия не меняется (рис. 8);

- при желании увеличения площади несущего этажа выше, чем на 2–3 м, необходимо в свободной (вне внутреннего пространства дома) части перекрытия увеличивать его толщину, что снижает экономическую эффективность конструктивного решения, так как верхний этаж не может по площади быть меньше нижнего по всем четырем сторонам;

- нижний этаж может быть по площади меньше верхнего по одной или двум сторонам. Консольное превышение объема несущего этажа без организации дополнительных опор может иметь пролет, равный высоте этажа (рис. 9, 10).

Индивидуальные жилые дома с использованием конструктивной системы «несущий этаж» могут быть трехэтажными. В трехэтажных домах возможно применять различные типы несущего этажа (рис. 11):

- на первом этаже — свободное пространство, на втором и третьем — несущий этаж;

- на первом этаже — свободное пространство, на втором — несущий этаж, на третьем — свободное пространство с одной несущей стеной.

Рис. 6. Двухэтажный дом (площадь 1-го этажа равна площади 2-го этажа) (авторские иллюстрации): а — план 1-го этажа; б — план 2-го этажа; с — разрез 1–1; д — общий вид

Рис. 7. Двухэтажный дом (площадь 1-го этажа больше площади 2-го этажа) (авторские иллюстрации): *a* — план 1-го этажа; *b* — план 2-го этажа; *c* — разрез 1–1; *d* — общий вид

Рис. 8. Двухэтажный дом (площадь 1-го этажа больше площади 2-го этажа по двум сторонам) (авторские иллюстрации): *a* — план 1-го этажа; *b* — план 2-го этажа; *c* — разрез 1–1; *d* — общий вид

Рис. 9. Нижний этаж по площади меньше верхнего по двум сторонам (авторские иллюстрации): *a* — план 1-го этажа; *b* — план 2-го этажа; *c* — разрез 1–1; *d* — общий вид

Рис. 10. Нижний этаж по площади меньше верхнего по одной стороне (авторские иллюстрации): *a* — план 1-го этажа; *b* — план 2-го этажа; *c* — разрез 1-1; *d* — общий вид

Рис. 11. Варианты трехэтажных домов с использованием системы несущий этаж: *a* — на первом этаже — свободное пространство, на втором и третьем — несущий этаж; *b* — на первом этаже — свободное пространство, на втором — несущий этаж, на третьем этаже — свободное пространство с одной несущей стеной (авторские иллюстрации)

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования была выявлена актуальность строительства индивидуальных жилых домов в г. Касаб провинции Латакия в Сирии, а также необходимость применения эффективной новой конструктивной системы, которая позволила осуществлять экономичное строительство на сложном рельефе.

Разработана концепция современного проектирования индивидуального жилья на рельефе на основе конструктивной системы несущий этаж, которая заключается в следующих основополагающих характеристиках, отвечающих требованиям современного жилища в условиях г. Касаб:

- освобождение нижнего этажа, находящегося под несущим этажом, от промежуточных опор, что значительно расширяет возможности планировоч-

ного решения и при необходимости его перепланировки;

- снижение стоимости дома в полтора раза, что является существенным фактором для среднего класса, финансово ограниченного в своих возможностях в современных условиях послевоенной Сирии;

- сохранение территории под застройку и размещение дома на рельефе без специальных дорогостоящих технических мероприятий;

- возможность строить малоэтажные дома с большими пролетами в нижних этажах;

- возможность строительства на разных уклонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mohammed Abdul Karim Al-Qadi*. Mountains, deserts and grassland. Riyadh, 2016. Pp. 85–103.
2. *Khaled Al-Sultani*. The work of architecture and its text: reading in the architecture of modernity and beyond. Damascus, 2014. Pp. 17–23.
3. *Yasser Shaaban*. Architecture and civilization. Cairo, 2014. Pp. 32–41.
4. *Трокме С.* Современные загородные дома всего мира / пер. с англ. Е.Г. Лейтес; гл. ред. Т.И. Хлебнова. М. : Арт-родник, 2007. 192 с.
5. *Калабина А.В.* Дом на рельефе. Екатеринбург, 2012. 160 с.
6. *Нанасова С.М.* Конструкции малоэтажных жилых домов. М. : Изд-во АСВ, 2005. С. 34.
7. *Захаров А.В., Забалуева Т.Р.* Несущий этаж — это новая свобода // Новый дом. 2002. № 4. С. 44–47.
8. *Иконников А.В.* Функция, форма, образ в архитектуре. М. : Стройиздат, 1986. С. 91–116.
9. Пат. № 2536594 РФ. Здание с большепролетным помещением / Т.Р. Забалуева, А.В. Захаров, А.Д. Ишков ; патентообл. Т.Р. Забалуева, А.В. Захаров, А.Д. Ишков. Заявл. № 2013140060/03, 29.08.2013; опубл. 27.12.2014. Бюл. № 36.
10. *Змеул С.Г., Маханько Б.А.* Архитектурная типология зданий и сооружений. М. : Стройиздат, 2004. 238 с.
11. *Давидсон Б.М.* Архитектура жилища и местный климат. М. : МАРХИ, 1986. 106 с.
12. *Дыховичный Ю.А.* Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий М.: Архитектура-С, 2006. С. 63–83.
13. *Калабин А.В.* Малоэтажные жилые дома на сложном рельефе в условиях Урала. Рекомендации по проектированию // Академический Вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. № 2. С. 28–34.
14. *Суворов В.О.* Типология объемно-планировочных решений жилища для территорий со сложным рельефом // Архитектон: известия вузов. 2014. № 3 (47). С. 7.
15. *Лицкевич В.К.* Жилище и климат. М. : Стройиздат, 1984. С. 31–53.
16. *Забалуева Т.Р., Юсфи Р.* Традиционное арабское жилище и современное жилищное строительство в Сирии // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 3. С. 10–14.
17. *Курбатов Ю.И.* Архитектурные формы и природный ландшафт: композиционные связи. Л. : Изд-во ЛГУ, 1988. 132 с.
18. *Забалуева Т.Р., Захаров А.В.* О некоторых инновационных процессах в современном коттеджном строительстве России // Construction of Optimized Energy Potential Ченстоховского технологического университета : сб. докл. 2012. № 1. С. 129–134.
19. *Анкудович В.К., Мкртчян Р.И.* Жилые дома в застройке городов с теплым климатом // Архитектурно-планировочные решения жилых сооружений в различных условиях застройки. М. : ЦНТИ по гражд. стр-ву и архитектуре, 1979. С. 20–40.
20. *Воронина В.Л.* Народное жилище арабских стран. М. : Стройиздат, 1972. С. 141.

Поступила в редакцию 24 марта 2019 г.

Принята в доработанном виде 11 апреля 2019 г.

Одобрена для публикации 24 мая 2019 г.

ОБ АВТОРАХ: Сауд Яра Мухаммад — аспирант кафедры архитектуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, pz@mgsu.ru;

Забалуева Татьяна Рустиковна — кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, zabaluevatr@mgsu.ru.

INTRODUCTION

The Syrian province of Latakia is extending along the Mediterranean coast to Al-Akr foothills reaching the height of 1736 m OSL. The city of Kasab lies in the bowl of this mountain mass of 100 km² square, with a population of 5000 thousand [1] people constantly growing due to the flow of refugees from hostility areas. The demand for development territories cannot be sufficed with flat areas of the city which are almost exhausted. New construction is only possible on the slopes of the mountains surrounding the city [2].

Under current conditions of the mountain part of Kasab there is a lack of solidly substantiated recommendations on the shaping of living houses on complex relief, the experience of such construction is highly deficient. Based thereon, a demand emerged for the development of living houses design recommendations on the complex relief of Kasab [3].

The problem of design of houses on complex relief has been for the past decades vital for many Syrian territories, especially for Kasab, where in the nearest future the population will be urged to develop only mountain slopes of different angles facing different directions in terms of the cardinal points for residential construction [4]. The levelling of grounds for living house construction will be expensive. That is why the situation requires a quest for optimum space and layout planning and design solutions for the adaptation to the relief and the environment in the mountainous Kasab [4].

In the current financial and economic situation, highly demanded are solutions for erection of modern housing which allow for reduction of the cost of construction of buildings and comfort enhancement in houses with small number of storeys. Such opportunities for the construction of individual housing on sloped terrain are provided by the contemporary structural system called “carrier floor” [5].

The paper provides recommendations for design and subsequent erection of such economical individual living houses on mountainous relief due to the “carrier floor” structural system [6]. The new structural system is realized with considerable savings in the residential construction.

MATERIALS AND METHODS

The term of “carrier floor” structural system was introduced in the housing design praxis of CNIIEP in 2018 in the “Design manual of residential flat blocks with wide carrier spans for free layout configurations”. The “carrier floor” structural system was suggested and developed in the Chair of Architecture of MGSU and officially introduced in the housing design praxis of CNIIEP in 2017. Based thereon, about 40 houses were built and studied in operation by MGSU employees the fact being a good substantiation for the recommendation thereof for wide application.

The architectural layout planning solution in Fig. 1 shows a typical example of a two-storey living

Fig. 1. Utilization of “carrier floor” system in a two-storey living house: *a* — ground floor layout; *b* — first floor layout (authors’ drawings)

house 10×10 m built based on the “carrier floor” structural system [7, 8]:

- in the ground floor, a supports-free space for a large room is created for social functions of the house;
- the first “carrier floor” is the “intimacy” zone with a number of small individual rooms separated with partitions on which the interflooring is suspended.

The “carrier floor” structural system is a single spatial structure of box-type cross-section with construction height equal to that of one storey, in which all walls and flooring is consolidated. In the carrier floor, the upper and the lower shelves make the flooring, whereas longitudinal and cross walls divide it into individual rooms. The interflooring is suspended to the walls of the carrier floor and supported along the perimeter by the framing of the external walls. All carrier floor elements function as both carrier and enclosure functions. The “carrier floor” structural system provides for elimination of intermediate columns in the span of the space below for its free layout configuration (Fig. 2) [9, 10].

Economic requirements to the design of residential houses are determined by the need for savings of

cost and materials [11]. The “carrier floor” system allows for almost double reinforced concrete saving compared to the traditional structural solutions (Fig. 3) within 2 storeys and almost 1.5x total project savings. The traditional wall design system presumes an average monolithic interflooring thickness of 300 mm. Within the “carrier floor” system, this material quantity is sufficient for the erection of the upper and the lower flooring and the vertical inner walls, being the evidence of essential material cost savings [12].

The basis for the architectural layout planning of a living house is functional zoning reflecting the requirements stipulated by family’s demography, way of life, as well as by the national traditions [13]. In living houses with a carrier floor there is freedom for various layout planning solutions. However, functionally the houses are divided by two-part zoning into the zone of individual rooms and the social amenities zone [14] which is especially valuable in the traditional living of an Arab family.

The social amenities in a carrier floor house are located in the ground floor. An open space is created which functionally does not need any rigid partitions

Fig. 2. Living house model based on the “carrier floor” structural system (authors’ drawings)

Fig. 3. Comparison of the conventional and the “carrier floor” systems: *a* — traditional system; *b* — “carrier floor” system (authors’ drawings)

Fig. 4. Functional zoning diagram of a living house based on the “carrier floor” system: *a* — ground floor layout; *b* — first floor layout (drawings by authors)

but requires considerable floorspace for a large number especially under consideration of traditional numerosity of an Arab family [15].

This space takes the functions of common familiar amenities: hall, refreshment, parlour, kitchen united in a single space. The kitchen and the refreshment space may be separated or be a part of a single room (Fig. 4, *a*). In the first floor, there are individual rooms: private living rooms and functional rooms. All rooms are connected with one another by a common hall (Fig. 4, *b*).

Designing of individual economy living houses on mountainous relief based on the “carrier floor” structural system allows, as demonstrated above, the price of the house and for the freedom of layout configura-

tion and, on demand, of alterations of the ground floor, being a vital matter in a growing Arab family. This provides for various space and layout planning solutions of high functionality not only in flat grounds, but also in sloped land plots [16, 17].

During construction on relief after the “carrier floor” structural system, the number of storeys of an individual living house will make 2–3 storeys. The construction is possible on different slopes with a multitude of layout schemes in terms of the functionality of the rooms, e.g., rectangular or quad forms being fundamental for the shaping of the architectural environment of a living house in Kasab [18].

However, the “carrier floor” structural system has its specific application features. Along with the high ef-

Fig. 5. Ties options of the lower flooring to the external house walls in “carrier floor” structural system (drawings by authors)

ficiency, there are following restrictions having definite influence on the space and layout planning structure of a living house [19, 20]:

- the lower flooring of the carrier floor having small thickness of 100–120 mm and, due to that, limited rigidity, cannot take the load of the vertical walls, that is why the lower flooring is suspended to the vertical walls of the carrier floor;
- the lower flooring shall be rigidly tied to the external house walls on four, three or, as a minimum, two opposite sides (Fig. 5).

RESULTS OF THE STUDY

As a result of the application study of the “carrier floor” structural system, a multitude of space and layout planning specifications of houses were determined suitable of any type of terrain. There is a number of ways to shape the layout of a living house, each of them having a specific space and layout design solution allowing for harmonic architectural image of a house embedded in the landscape and for the structural strength of the house.

The consequence thereof is that the overall dimensions of the non-carrier ground floor and the first carrier floor shall be:

- equal if the floors have equal floorspace, then the contour support of the walls of the carrier floor shall be on four sides: in two-storey houses of the “carrier floor” structural system, the ground floor will provide common free space; the first floor will contain private rooms (Fig. 6). Since the climate of the region presumes mandatory summer premises, the first floor may have a system of balconies, the ground floor may have terraces;
- the ground floor may exceed the dimensions of the first floor to one of the four sides by max. 2 m, then the support of the carrier floor walls will be ensured on 3 sides by the contour, and the thickness of the interflooring remains the same across the whole storey (Fig. 7);
- the ground floor may exceed the dimensions of the first floor to two (opposite) sides of the four, then the support of the carrier floor walls will be ensured on 2 sides by the contour, and the thickness of the interflooring remains the same across the whole storey (Fig. 8);

Fig. 6. Two-storey house (equal floorspace of the ground floor and the first floor) (drawings by authors): *a* — ground floor layout; *b* — first floor layout; *c* — section view 1–1; *d* — general view

- if it is desired to increase a dimension of the carrier floor by more than 2–3 m then the overhang (outside the internal space of the house) part of the interflooring shall be increased in thickness, reducing the economic efficiency of the design solution, since the first floor cannot be of less floorspace than the ground floor on all four sides;
- the ground floor can have a less floorspace than the first floor on one or two side(s). The overhang extension of the carrier floor without additional supports

may have a free span equal to the height of the floor (Fig. 9, 10).

Individual living houses built after the “carrier floor” structural system can have three storeys. In three-storey houses, it is possible to utilize different types of the carrier floor (Fig. 11):

- free space in the ground floor, carrier first and second floors;
- free space in the ground floor, carrier first floor, free space with one carrier wall in the second floor.

Fig. 7. Two-storey house (greater floorspace of the ground floor than that of the first floor) (drawings by authors): *a* — ground floor layout; *b* — first floor layout; *c* — section view 1-1; *d* — general view

Fig. 8. Two-storey house (greater floorspace of the ground floor than that of the first floor on two sides) (drawings by authors):
a — ground floor layout; *b* — first floor layout; *c* — section view 1–1; *d* — general view

Fig. 9. Ground floor having less dimension than the first floor on two sides (drawings by authors): *a* — ground floor layout; *b* — first floor layout; *c* — section view 1-1; *d* — general view

Fig. 10. Ground floor having less dimension than the first floor on one side (drawings by authors): *a* — ground floor layout; *b* — first floor layout; *c* — section view 1–1; *d* — general view

Fig. 11. Variants of three-storey houses after “carrier floor” structural system: *a* — free space in the ground floor, carrier first and second floors; *b* — free space in the ground floor, carrier first floor, free space with one carrier wall in the second floor (drawings by authors)

CONCLUSIONS

As a result of the conducted study, urgent necessity for construction of individual living houses in Kasab City, province of Latakia, Syria, was determined, as well as a high demand for application of an efficient new structural system allowing for economy living house construction on complex terrain.

A concept of modern individual housing design on mountainous terrain based on the “carrier floor” structural system was developed comprising the following fundamental theses meeting the requirements to modern housing in the conditions of Kasab:

- ground floor under the carrier floor, free of intermediary supports for extended layout planning opportunities and alterations on demand;
- by 1.5x lower cost of construction being an essential factor for the middle class which is financially limited in contemporary conditions of post-war Syria;
- extension of territories suitable for development and house placement on the relief without expensive technical measures;
- possibility of construction of houses with small number of storeys with wide free spans in the ground floor;
- possibility of construction on terrains sloped in different angles.

REFERENCES

1. Mohammed Abdul Karim Al-Qadi. *Mountains, deserts and grassland*. Riyadh, 2016; 85-103.
2. Khaled Al-Sultani. *The work of architecture and its text: reading in the architecture of modernity and beyond*. Damascus, 2014; 17-23.
3. Yasser Shaaban. *Architecture and Civilization*. Cairo, 2014; 32-41.
4. Trokme S. *Hot homes: creating cool contemporary spaces*. Jacqui Small LLP, 2006; 176.
5. Kalabina A.V. *House on the relief*. Ekaterinburg, 2012; 160. (rus).
6. Nanasova S.M. *Constructions of low-rise residential buildings*. Moscow, ACV Publ., 2005; 34. (rus).
7. Zakharov A.V., Zabalueva T.R. Carrying the floor — a new freedom. *A new house*. 2002; 4:44-47. (rus).
8. Ikonnikov A.V. *Function, form, image in the text architecture*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1986; 91-116. (rus).
9. Patent RU No. 2536594, 27.10.2014. Building with a large span / T.R. Zabalueva, A.V. Zaharov, A.D. Ishkov; proprietors T.R. Zabalueva, A.V. Zaharov, A.D. Ishkov. Application: No. 2013140060/03, 29.08.2013; publ. 27.12.2014. Bull. No. 36. (rus).
10. Zmeul S.G., Makhanko B.A. *Architectural typology of buildings and structures*. Moscow, Stroyizdat Publ., 2004; 238. (rus).
11. Davidson B.M. *Architecture of the dwelling and local climate*. Moscow, MARHI Publ., 1986; 106. (rus).
12. Dykhovichny Yu.A. *Architectural Constructions of Low-Rise Residential Buildings*. Moscow, Architecture-S Publ., 2006; 63-83. (rus).
13. Kalabin A.V. Low-rise residential buildings on difficult terrain in the conditions of the Urals. Design recommendations. *Academic Bulletin Uralniiproject RAASN*. 2013; 2:28-34. (rus).
14. Suvorov V.O. Typology of space-planning solutions for dwellings with complex relief. *Architect: university news*. 2014; 3(47):7. (rus).
15. Litskevich V.K. *Residence and climate*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1984; 31-53. (rus).
16. Zabaluyeva T.R., Yousfi R. Arabic traditional housing and modern residential construction in Syria. *Industrial and Civil Engineering*. 2016; 3:10-14. (rus).
17. Kurbatov Yu.I. *Architectural forms and natural landscape: composite links*. Leningrad, Publishing house of Leningrad University, 1988; 132. (rus).
18. Zabalueva T.R., Zaharov A.V. On some innovative processes in modern cottage construction in Russia. Sat report at conf. *Building an optimized energy potential of the Chestokhov University of Technology*. 2012; 1:129-134. (rus).
19. Ankudovich V.K., Mkrtchan R.I. Residential buildings in the construction of cities with a warm climate. *Architectural and planning solutions for residential buildings in various building conditions*. 1979; 20-40. (rus).
20. Voronin V.L. *People's home of Arab countries*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1972; 141. (rus).

Received March 24, 2019

Adopted in a modified form on April 11, 2019

Approved for publication May 24, 2019

BIONOTES: **Yara M. Saoud** — postgraduate student of the Department of Architecture, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, 129337, Moscow, Russian Federation, pz@mgsu.ru;

Tatiana R. Zabalueva — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, 129337, Moscow, Russian Federation, zabaluevatr@mgsu.ru.