

Свойства компактной круглой градостроительной формы и ее замена на квадратную¹

В статье показаны исторические направления развития компактной круглой градостроительной формы. Показаны основные свойства круглой формы, определяющие возможности создания круглых градостроительных форм и их недостатки. Приведены основные типы архитектурно-градостроительной композиции и силуэта компактного круглого города. Рассмотрены причины замены круглой формы плана города на квадратную. Показаны свойства квадратной градостроительной формы, дающие ей преимущества перед круглой формой. Приведены примеры «идеальных» городов с квадратной формой плана.

Ключевые слова: круглая форма плана, квадратная форма плана, свойства градостроительных форм, возможности градостроительной композиции.

Mazaev G. V.

Properties of a compact round urban planning shapes and its replacement with a square one

The article shows the historical directions of the development of a compact round town-planning form. The main properties of the round shape that determine the possibilities of creating round town-planning forms and their disadvantages are shown. The main types of architectural and urban composition and silhouette of a compact round city are given. The reasons for replacing the round shape of the city plan with a square one are considered. The properties of a square urban planning form are shown, giving it advantages over a round shape. Examples of «ideal» cities with a square plan form are given.

Keywords: round shape of the plan, square shape of the plan, properties of urban forms, possibilities of urban composition.



**Мазаев
Григорий
Васильевич**

кандидат архитектуры,
профессор, академик
РААСН, главный научный
сотрудник, филиал ФГБУ
«ЦНИИП Минстроя России»
УралНИИпроект,
Екатеринбург, Российская
Федерация

e-mail: uro-raasn@mail.ru

История градостроительства показывает высокую устойчивость компактных круглых градостроительных форм. Возникшие на ранних, еще доградостроительных этапах, они сегодня не только сохраняются в памятниках градостроительства, но и активно используются в современной практике, оставаясь важной частью градостроительного искусства. Они не возникли сразу в законченном виде, но прошли долгий путь совершенствования и развития планировочных форм, выработки устойчивых планировочных приемов, трансформируясь во все более развитые планировки. Этот процесс не имел однозначной направленности от простого к сложному: линии развития градостроительных форм ветвились, пересекались, исчезали и появлялись вновь. Это показано на схеме развития градостроительных структур с круглой формой плана (Иллюстрация 1).

Круглые графемы неолита и протоградостроительные формы кольцевых сооружений стали планами первых круглых городов с делением крестообразными в плане улицами на че-

тыре части. Две круглые структуры, вложенные одна в другую, реализованы в плане Аркаима. В его планировке появились и радиальные элементы, но они не элементы планировочной структуры города, а «свернутая» система ячеечкового жилища. Возникла идея «дома-стены», реализованная позднее в древней цитадели Эрбиля, а затем неоднократно повторенная в европейских городах (Брам, Эгисхаймс) защитной кольцевой застройкой. Это стало своего рода «новым прочтением» кольцевых и круглых городищ, в котором земляной вал и крепостная стена заменены застройкой. Круглые формы городищ развивались в радиально-кольцевые структуры, которые к настоящему градостроительному периоду стали наиболее сложными. Характерные примеры — планировки городов Эрбиль и Москва.

Наибольшее развитие радиально-кольцевая система Эрбиля получила к началу XXI в. Сегодня она состоит из семи полных колец, начато строительство восьмого транспортного кольца, которое уже связывает два вылетных радиуса и развивается в сторону третьего. Из центра выходит семь полных радиусов за пределы седьмого и восьмого колец, планировка включает также одиннадцать радиусов в пределах седьмого кольца. Построение плана очень четкое, кольца стремятся к круглой форме, наиболее «деформированы» пятое и шестое кольца. Восьмое

¹ Работа выполнена по плану ФНИ РААСН и Минстроя России на 2023 год в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы).

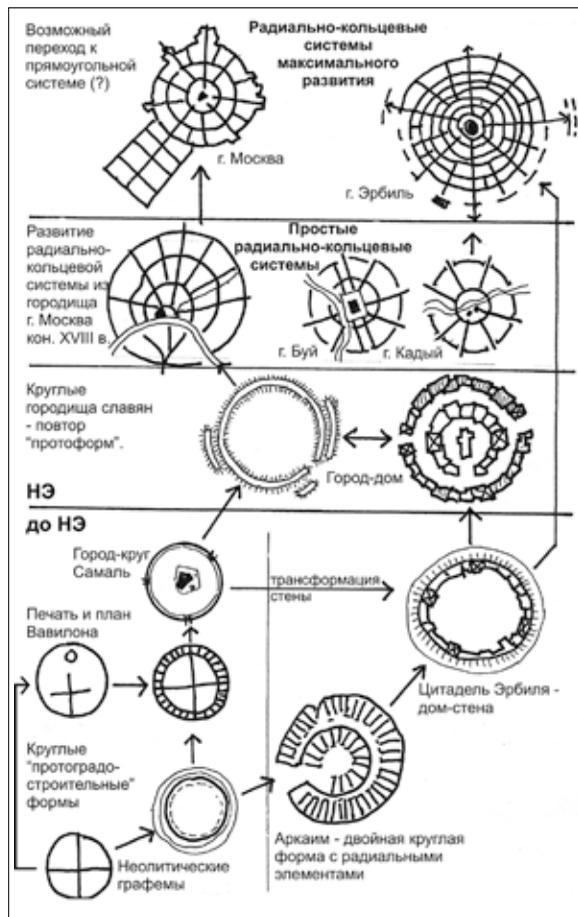


Иллюстрация 1. Схема развития градостроительных структур с круглой формой плана. Рисунок Г. В. Мазаева

кольцо, судя по реализованной части, по форме — правильный круг (Иллюстрация 2) [9].

Кольцевая планировочная структура Москвы сейчас имеет четыре полных кольца. Если сравнить эти две радиально-кольцевые системы, видно, что на 1 м² территории приходится: в Москве 0,0037 часть кольца, в Эрбиле — 0,0242 часть кольца, т. е. кольцевая система Эрбиля в 6,5 раза более развита по степени охвата территории, чем московская.

Устойчивые планировочные приемы и планировочные свойства круглой формы плана компактного города

Круглая компактная форма плана города развивается в виде радиально-кольцевых структур. Она хорошо сохраняется на территориях со спокойным рельефом при отсутствии непреодолимых планировочных ограничений. Наиболее ценные свойства круглой формы — ее компактность и минимальный периметр. Эти свойства определяют частое использование круглой формы в периферийных транспортных системах. В этом качестве она применяется повсеместно, что ведет к явлению «скругления» формы плана. Она встречается не только у давно существующих городов, но и у новых планировочных структур. Круглая форма плана города в процессе его развития часто утрачивается, растворяется в последующих, более сложных планах города. При этом ее ядро достаточно четко проясляется в планировочной системе города, в которой угадываются очертания первоначальных улиц.

Сложностью организации планировочной системы круглой формы плана становится стесненное положение



Иллюстрация 2. План г. Эрбиль (Ирак). По [9]

центра: традиционно он размещается в центре окружности и по мере роста диаметра планировочной структуры ему становится все более сложно выполнять центральные функции из-за нехватки территорий для его развития с ростом города. По этому поводу К. Линч пишет: «Ядро начинает задыхаться, если размеры превосходят некий эмпирический предел» [1, 246]. При таком сценарии развития начинается реконструкция центральной зоны с уничтожением элементов старой планировочной структуры. Как правило, она сопровождается значительным повышением интенсивности использования территории и повышения высотности зданий центра. Если это происходит в историческом городе, в котором центральная зона наиболее ценная в культурном отношении, то в таком случае гарантирован конфликт развития планировочной структуры и охраны исторической архитектурной среды. Это явление — причина многочисленных проблем из-за сноса исторических зданий в центре компактных круглых городов, в которых центральная зона реконструируется с ростом всей планировочной структуры. Можно уверенно сказать, что для городов с круглой формой плана их развитие обуславливает изменение планировочной структуры с утратой ее исторических элементов при повышении интенсивности использования территорий.

Для исторического города с круглой формой плана есть только один путь сохранения своей первоначальной структуры: прекращение его роста до момента качественных изменений в центральной планировочной зоне. Сохранить изначальную круглую планировочную структуру исторического города можно лишь ограничив его дальнейший пространственный рост. Это положение подтверждается примерами из градостроительной практики: «законсервированные» города, типа Пальманова, сохраняют свою изначальную историческую планировку.

Композиционные возможности круглых компактных форм градостроительных объектов

Компактные круглые формы градостроительных объектов имеют три принципиальных варианта использования пространства и создания архитектурного силуэта города. Принципы композиции проиллюстрированы «фантазийными» проектами круглых в плане компактных городов.

Принцип «сковорода» (по терминологии Д. Данцига и Т. Саати): застройка компактного пространства равномерна по территории, не имеет высотных акцентов и образует ровный силуэт. Такую модель представляет проект фантазийного города для Дубая с ковровой застройкой зданиями одинаковой высоты. Планировка города выполнена по мотивам исламских орнаментов, которые образуют кварталы с парковыми пространствами и общественными зданиями (арх. Д. Семенов [10]) (Иллюстрация 3).

Принцип «гора»: застройка компактного пространства неравномерна, имеет максимальную интенсивность использования территории в центральном ядре, понижающуюся к периферии. Образует активный силуэт с выраженным центром. Имеет все сложности круглой формы: затрудненное развитие центра и транспортной организации, что ведет к возникновению нескольких транспортных колец и усложняет радиальную систему из-за большого числа ее пересечений с кольцевыми элементами. Такую модель застройки представляет фантазийный круглый город, состоящий из центрального ядра и трех колец. Интенсивность застройки колец снижается по мере удаления от центра [11] (Иллюстрация 4).

Принцип «бублик»: застройка компактного пространства неравномерна, имеет максимальную интенсивность использования территории по периметру, на примыкании к транспортному кольцу. В этом случае застройка может появиться с наружной стороны кольца для повышения эффективности его использования. Такую модель застройки представляет фантазийный город с кольцевой внешней транспортной системой, к которой смещена основная многоэтажная застройка. В центральной зоне застройка понижена и в ней размещаются общественные здания. Форма плана включает в границу города речное рассечение. Особенностью планировки является отсутствие радиальных элементов, вся уличная система параллельна реке. Такой компактный круглый элемент может стать центральным в линейной планировочной системе [12] (Иллюстрация 5).

Из этих вариантов могут складываться более сложные композиционные архитектурно-планировочные системы.

Теория компактных круглых градостроительных форм, изложенная в ряде работ [6; 7], и анализ планировочных решений реальных объектов позволяют сформулировать **законы компактной круглой формы плана города.**

Круглая форма плана максимально компактна вне зависимости от конкретного построения планировочной структуры. Круглая форма плана всегда создается намеренно, она не возникает в процессе «естественного развития» планировочной структуры, а только целенаправленно.

Круглая форма плана в процессе развития, по мере роста, как правило, принимает вид развитой радиально-кольцевой системы.

Внутренняя планировочная структура в круглой форме плана может быть любых видов: радиально-кольцевая, в которой кольцевые улицы круглые либо многоугольные; регулярная прямоугольная, не связанная с внешней формой плана, которая может содержать также диагональные улицы; произвольная. Свойства круглой формы плана при этом не меняются.

Центральная зона круглой формы плана претерпевает наибольшие изменения с преобразованием планировочной структуры, утрачивая элементы исторической планировки, которая вытесняется типологическими элементами новой структуры.

Сохранение круглой формы плана города при его пространственном росте возможно при размещении его на сравнительно ровной поверхности, без непреодолимых рассечений.



Иллюстрация 3. Проект города Дубая. Арх. Д. Семенов. По [10]



Иллюстрация 4. Проект круглого города. По [11]



Иллюстрация 5. Проект круглого города с речным рассечением. По [12]

Компактные города с квадратной формой плана. Происхождение квадратной градостроительной формы

Болгарская исследовательница Д. Желева-Мартинс приводит гипотезу Chevalieri gheerbrant (1995 г.) о происхождении квадратной формы плана города и самого понятия «квадрат»: «Существуют теории, которые постулируют, что название “guadrata” означает “поделенный на четыре сектора”, то есть круглый город поделен на четыре части двумя перпендикулярными улицами. В любом случае внутренний город спланирован как квадрат, тогда как внешний, вероятнее всего, выглядит как круг» [5, 450]. То есть, квадратным городом называется круглый город с делением плана крестом главных улиц, что буквально повторяет неолитическую графему и соответствует плану Багдада; либо круглый город с прямоугольной планировочной системой, подобно проекту плана Еревана 1924 г. Круглые и квадратные формы плана становятся тождественными!



Иллюстрация 6. Город Тимгад (Алжир). По [8]



Иллюстрация 8. Город Фройденштадт (Баден-Вюртемберг, Германия). По [13]

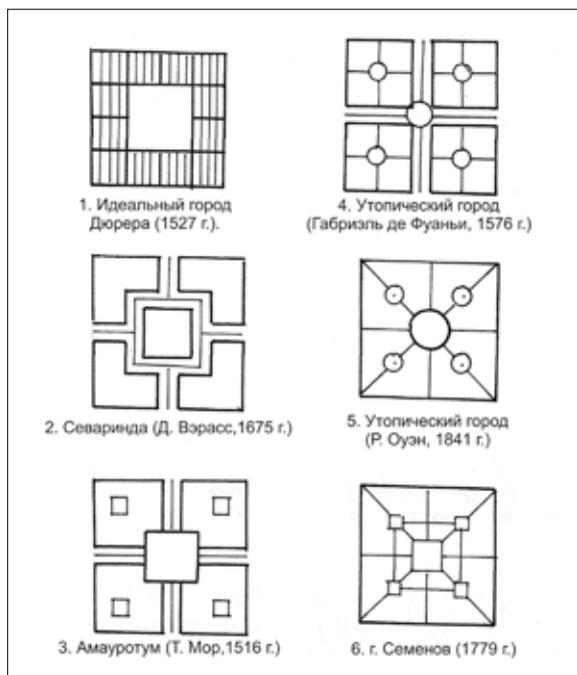


Иллюстрация 7. Планировочные схемы «идеальных» городов с квадратной компактной формой плана. Рисунок Г. В. Мазаева

А. А. Барабанов пишет о смене круглых форм в плане городов на квадратные: «Историко-архитектурные источники свидетельствуют, что большинство первых египетских, месопотамских и других городов имели круглую форму, которая была заменена со временем квадратной или прямоугольной формой, сходной с квадратом. Смена форм планов городов целесообразна: первые города были круглые, так как требовали меньших трудозатрат на свое строительство. С ростом города круглая форма становилась неудобной, поэтому заменялась на упорядоченную квадратную или прямоугольную, имевшую свойства неограниченного роста в любом направлении: рост населения требовал упорядочения системы расселения» [1, 326].

Так же, как и круглые формы планов, квадратные формы в своем происхождении уходят в далекое прошлое неолитических символических графем. А. Голан приводит большое количество таких графем — «лабиринтов» — квадратных и прямоугольных форм. Он пишет: «Обращает на себя внимание наличие многочисленных данных о том, что лабиринт считался крепостью или домом. Один из терминов, которыми называют лабиринты в Англии, имеет значение “жилище”. Лабиринт считался крепостью у древних римлян. Египетский иероглиф, обозначающий “дом”, имеет лабиринтообразный извод» [4, 126]. Можно считать

квадратные и прямоугольные графемы прямыми символами дома, крепости, города, нашедшими свое, часто почти буквальное, воплощение в планировке поселений. Поиски истока прямоугольных и квадратных форм в религиозных верованиях продолжаются и сегодня, связывая эти формы планов с формой плана Святого града Иерусалима, что является широко распространенной идеей. И. В. Белинцева этими методами объясняет планы прибалтийских городов: «Среди средневековых городов региона Балтики и особенно тех, которые были заложены рыцарями Тевтонского Ордена, преобладал тип регулярного города с сетчатой формой плана. Представляется вероятным, что рыцари Тевтонского Ордена при колонизации завоеванных земель на северо-востоке Европы обратились в первую очередь именно к образу утраченного, но не потерявшего святости города Иерусалима. Одной из вариаций темы воссоздания новообретенного Иерусалима были орденские города Балтийского побережья» [2].

Вместе с тем высказывается и весьма прагматичное объяснение: причина квадратной регулярной формы плана заключается в простоте и элементарности исходной, геометрической формы плана этих городов. Видимо, квадратная форма плана отвечала обоим этим принципам, что делало ее универсальной и широко распространенной. Квадратная форма отражала представление человека о метрике пространства: его длине и ширине, позволяла четко выделять участки для строительства, определять их размеры. Видимо, этими представлениями и продиктовано широкое распространение квадратных и прямоугольных форм, они присутствуют практически во всех культурах, во всех странах и у всех народов, на самых разных этапах развития градостроительства.

Первоначально квадратные формы существуют с квадратной же планировочной системой, в дальнейшем они усложняются диагональными улицами. Появляются также их комбинации с круглыми формами двух видов: круглый план с прямоугольной планировкой и квадратный план с круглыми элементами планировки — общегородскими площадями и более низких рангов. Одним из лучших исторических примеров компактной квадратной градостроительной формы, построенной по регулярной сетке, является город Тимгад [8].

Он был основан императором Тиберием для воинов-ветеранов в Северной Африке на территории сегодняшнего Алжира в 100 г. н. э.; проектная численность населения 15 тыс. человек. Город представляет в плане прямоугольник, приближающийся к квадрату, его планировка построена по прямоугольной сетке с одинаковыми кварталами.

Кварталы, занятые общественными зданиями, укрупнены в структуре сетки и располагаются на пересечении двух главных улиц города. Прямоугольные кварталы застроены прямоугольными зданиями, внутренние помещения которых так же прямоугольные. Можно сказать, что весь Тимгад — от формы плана города до плана жилых комнат, построен по единой прямоугольной сетке (Иллюстрация 6).

Квадратные формы планировки, как и круглые, использовались для создания «идеальных» планировок городов (Иллюстрация 7) [3, 34]. Один из первых рисунков «идеального города» — проект Альбрехта Дюрера (1527 г.). Город представлял собой квадрат с прямоугольной разбивкой на кварталы, с центральной квадратной площадью. Весь проект построен на форме квадрата: участки домов, общественных зданий и сами здания квадратные. Модель квадратного города А. Дюрера почти буквально воплощена в планировке города Фройденштадт (Баден-Вюртемберг, Германия, арх. Г. Шикхардт, XVI–XVII в.). Разрушенный в годы Второй мировой войны, он позднее восстановлен в прежнем виде (Иллюстрация 8).

Город Амауротум (Т. Мор, 1516 г.) имеет квадратную форму, разделенную двумя пересекающимися улицами на четыре квадрата, что подтверждает мысль Желевой: квадрата — город, разделенный на четыре части. Центр, главная площадь, каждый «жилой» квадрат имеет квадратную малую площадь, все участки застройки — квадратные. План города практически повторяет неолитические графемы. Город Северинда (Д. Взрасс, 1675 г.) почти полностью повторяет проект Т. Мора, только «четверти» его планировки не содержат малых квадратных площадей. Идея четвертичности устройства квадратного города еще более ясно выражена в утопическом проекте Габриэля де Фуньян (1676 г.). Он также построен из четырех частей квадратной формы плана, каждая из которых состоит из четырех элементов, т. е. планировка включает уже шестнадцать элементов. Отличие состоит в форме площадей, они круглые в плане, а не квадратные.

Другие идеи планировки квадратного города основаны на диагональных построениях. Утопический город Р. Оуэна (1841 г.) имеет членение на восемь треугольных частей за счет двух прямых и двух диагональных улиц. Центральная площадь и площади второго порядка на диагональных улицах имеют круглую форму. Образцовый город Джеймса Букингема (1848 г.) построен на системе квадратных улиц, повторяющих форму плана и членения плана двумя крестами. В российском градостроительстве похожую планировку имеет город Семенов (1784 г.): квадратный в плане, с одной «квадратной» улицей, повторяющей форму плана, с делением прямым и косым крестами. Центральная и четыре малых площади квадратные в плане. В отличие от более поздних теоретических моделей Р. Оуэна и Д. Букингема, город Семенов реализован и сохранил планировку до настоящего времени.

В конце XVII — начале XVIII в. при переходе российского градостроительства к регулярным планам городов значительное их число проектировалось с квадратной или приближенной к квадратной форме плана. К числу таких городов относятся Бабиновичи, Мосальск, Руза, Ельня, Зубцов, Юхнов, Лугань, Льгов, Бобров, Вельск и многие другие, что говорит об эффективности этой компактной формы плана. В современной градостроительной практике квадратные формы стали частью планировки городов, они используются в планировке кварталов. Способная к неограниченному пространственному росту прямоугольная планировочная система перестала быть ограниченной квадратной формой в масштабе целого города, сохранившись в его элементах.

Свойства прямоугольной компактной формы плана

Прямоугольная компактная форма плана города способна неограниченно развиваться в пространстве до тех пор, пока не встретит непреодолимое препятствие в виде природных или антропогенных факторов. Первоначальный план органично входит в изменившуюся планировочную структуру. В ней могут быть заложены любые планировочные параметры, что не потребует изменений при повышении сложности планировочной структуры. Это дает возможность сохранить исторические элементы планировочной структуры: при росте прямоугольной формы в ней создаются новые центры, благодаря чему не происходит разрушения старого исторического центра города. При эффекте «смещения центра» в прямоугольной планировочной структуре могут одновременно сосуществовать элементы планировок различных исторических периодов, обогащая архитектурно-исторические качества города.

Планировочные элементы могут укрупняться за счет объединения нескольких соседних, что упрощает размещение разнородных объектов. Планировочные элементы могут быть разделены без нарушения принципа решетки, что позволяет увеличить густоту улично-дорожной сети при возрастании интенсивности использования территории. Развитие прямоугольной системы может быть на время остановлено, а затем безболезненно возобновлено.

Закон прямоугольной формы плана города: прямоугольная форма плана города является универсальной, имеет возможности для неограниченного пространственного роста во всех направлениях при отсутствии непреодолимых препятствий для развития. При правильных выбранных параметрах планировочных элементов сохраняется возможность развития пространственных структур любой степени сложности, способных к укрупнению и делению планировочных элементов. Создание планировочных акцентов в прямоугольной планировочной системе возможно за счет изменения модуля построения, либо использования нескольких различных модулей.

Заключение

Компактные города являются самыми ранними типами в истории градостроительства. Развиваясь несколько тысячелетий, они сформировали устойчивые типы круглых радиально-кольцевых и квадратных с регулярной планировкой городов, которые не только сохранились как памятники градостроительного искусства, но и активно применяются в современной градостроительной практике. Первоначальные круглые компактные формы планов городов были заменены на наиболее удобные в практике квадратные, имевшие возможность неограниченного развития. По сути, они стали теми изначальными градостроительными элементами, которые и привели к созданию современных городов: в каждом из них сохраняется первоначальный компактный город. Эти типы городов не имеют авторов самой идеи компактного города, можно говорить только об авторстве конкретного проекта города.

Список использованной литературы

- [1] Барабанов А. А. Семиотика пространства: [сборник научных трудов] / Междунар. ассоц. семиотики пространства. — Екатеринбург: Архитектон, 1999. — 687 с.
- [2] Белинцева И. В. Архитектура Восточной Пруссии: факты и интерпретации. — Кенигсберг-Калининград: «Живем», 2021. — 400 с.

- [3] Витюк Е. Ю. В поисках идеального города. — Екатеринбург: УралГАХА, 2013. — 156 с.
- [4] Голан А. Миф и символ. — М.: Руслит, 1993. — 375 с.
- [5] Желева-Мартинс Д. Топогенез города — семантика мифа о происхождении // Семиотика пространства: [сборник научных трудов] / Междунар. ассоц. семиотики пространства. — Екатеринбург: Архитектон, 1999. — С. 443–467.
- [6] Мазаев Г. В. Особенности формирования компактных планировочных систем с круглой формой плана // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2022. — № 4. — С. 10–14.
- [7] Мазаев Г. В. Теоремы свойств пространства и изменчивости в градостроительном проектировании // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2022. — № 2 — С. 15–21.
- [8] Город Тимгад. — URL: http://www.slavrus.narod.ru/osnown/Ku/Im_Ku/ku20.jpg (дата обращения: 08.04.2022).
- [9] Город Эрбиль. — URL: <https://reliefweb.int/sites/default/files/styles/large/public/previews/28/7c/287c1262-3342-3859-a1c0-c3b7e4900dc5.png> (дата обращения: 08.04.2022).
- [10] Проект города Дубая архитектора Дахура Семёнова. — URL: <https://ru.pinterest.com/pin/adl-kullanann-panosundaki-pin--352125264594477108/> (дата обращения: 08.04.2022).
- [11] Проект круглого города. — URL: https://cubiq.ru/wp-content/uploads/2020/06/ss_ffa581fd8f047a056928dfb9784abc42bb846951.jpg (дата обращения: 08.04.2022).
- [12] Проект круглого города. — URL: <https://i.pinimg.com/originals/e2/6a/89/e26a896661e9383a918fb0297144f7d6.jpg> (дата обращения: 08.04.2022).
- [13] Город Фройденштадт. — URL: <https://travel.bbf.ru/geo/503/9089/99115/map/0/> (дата обращения: 08.04.2022).
- [10] Projekt goroda Dubaya arhitekтора Dahura Semenova. — URL: <https://ru.pinterest.com/pin/adl-kullanann-panosundaki-pin--352125264594477108/> (data obrashcheniya: 08.04.2022).
- [11] Proekt kruglogo goroda. — URL: https://cubiq.ru/wp-content/uploads/2020/06/ss_ffa581fd8f047a056928dfb9784abc42bb846951.jpg (data obrashcheniya: 08.04.2022).
- [12] Proekt kruglogo goroda. — URL: <https://i.pinimg.com/originals/e2/6a/89/e26a896661e9383a918fb0297144f7d6.jpg> (data obrashcheniya: 08.04.2022).
- [13] Gorod Frojdenshtadt. — URL: <https://travel.bbf.ru/geo/503/9089/99115/map/0/> (data obrashcheniya: 08.04.2022).

Статья поступила в редакцию 10.04.2023.
Опубликована 30.06.2023.

Mazaev Gregory V.

Candidate of Architecture, Professor, Academician of RAACS, Chief researcher, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProjekt, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: uro-raasn@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3353-7552

References

- [1] Barabanov A. A. Semiotika prostranstva: [sbornik nauchnyh trudov] / Mezhdunar. assoc. semiotiki prostranstva. — Ekaterinburg: Arhitekton, 1999. — 687 s.
- [2] Belinceva I. V. Arhitektura Vostochnoj Prussii: fakty i interpretacii. — Kenigsberg-Kaliningrad: «Zhivem», 2021. — 400 s.
- [3] Vityuk E. Yu. V poiskah ideal'nogo goroda. — Ekaterinburg: UralGAHA, 2013. — 156 s.
- [4] Golan A. Mif i simbol. — M.: Ruslit, 1993. — 375 s.
- [5] Zheleva-Martins D. Topogenez goroda — semantika mifa o proiskhozhdenii // Semiotika prostranstva: [sbornik nauchnyh trudov] / Mezhdunar. assoc. semiotiki prostranstva. — Ekaterinburg: Arhitekton, 1999. — S. 443–467.
- [6] Mazaev G. V. Osobennosti formirovaniya kompaktnyh planirovochnyh sistem s krugloj formoj plana // Akademicheskij vestnik UralNIIProjekt RAASN. — 2022. — № 4. — S. 10–14.
- [7] Mazaev G. V. Teoremy svojstv prostranstva i izmenchivosti v gradostroitel'nom proektirovanii // Akademicheskij vestnik UralNIIProjekt RAASN. — 2022. — № 2 — S. 15–21.
- [8] Gorod Timgad. — URL: http://www.slavrus.narod.ru/osnown/Ku/Im_Ku/ku20.jpg (data obrashcheniya: 08.04.2022).
- [9] Gorod Erbil'. — URL: <https://reliefweb.int/sites/default/files/styles/large/public/previews/28/7c/287c1262-3342-3859-a1c0-c3b7e4900dc5.png>