

Теоремы свойств пространства и изменчивости компактности в градостроительном проектировании¹

В статье рассматривается реализация теоретических положений теорем свойств пространства и изменчивости компактности в практике создания градостроительных структур. Показано их влияние на формирование планировочной системы городов. Приведены различные топологические схемы естественного градостроительного пространства, в которых осуществляются города. На примере городов Свердловской области определены параметры изменения компактности, связности и сплошности их градостроительных форм. Введено понятие топологического класса города, определяющего сходство условий естественного градостроительного пространства и достижимых в них параметров компактности.

Ключевые слова: теоремы компактности, связность, сплошность, топологический класс городов, свойства пространства.

Mazaev G. V.

Theorems of space properties and variability of compactness in urban design

The article deals with the implementation of the theoretical propositions of the theorems of the properties of space and the variability of compactness in the practice of creating urban structures. Their influence on the formation of the planning system of cities is shown. Various topological schemes of the natural urban planning space in which cities are implemented are given, and the parameters of changes in compactness, connectivity and continuity of their urban planning forms are determined using the example of the cities of the Sverdlovsk region. The concept of the topological class of the city is introduced, which determines the similarity of the conditions of the natural urban space and the compactness parameters achievable in them.

Keywords: compactness theorems, connectivity, continuity, topological class of cities, properties of space.



**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

Ранее мы показали ошибочность отождествления понятий компактности и интенсивности использования территории, характерного для многих исследований «компактного города» [3, 4, 9]. На основе научного аппарата и понятий топологии [1, 2, 10] сформулировано восемь теорем компактности, объясняющих на теоретическом уровне закономерности ее осуществления в естественном градостроительном пространстве, ее свойства и возможности изменения [7].

Теоремы компактности существуют не изолированно, а образуют систему из трех групп, в которых они взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Первая группа включает теоремы, определяющие условия осуществления компактности, исходя из возможностей естественного градостроительного пространства и его свойств:

теорема свойств пространства; теорема изменчивости компактности; теорема целостности; теорема связности.

Вторая группа включает теоремы, определяющие порядок осуществления компактных градостроительных структур: теорема многоуровневости осуществления компактности; теорема построения компактных структур.

Третья группа включает теоремы, определяющие компактность систем расселения — нового понятия в теории градостроительства: теорема множественности; теорема уникальности.

Проявлениям в практике этих теорем — третьей группе посвящена отдельная статья [8]. В настоящей статье рассмотрено влияние теоретических положений теорем компактности первой группы на формирование градостроительных объектов.

Теорема свойств пространства определяет самые важные, базовые условия осуществления компактного искусственного градостроительного пространства. Возможность такого осуществления не является имманентным свойством любого естественного градостроитель-

¹ Работа выполнена по плану ФНИ РААСН и Минстроя России на 2021 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).

ного пространства, имеющего различные топологические условия. Практическим следствием теоремы является существование так называемых топологических классов городов — их особых групп, имеющих одинаковые условия осуществления свойства компактности в естественном градостроительном пространстве и, вследствие этого, одинаковые условия развития и пределы повышения компактности.

Естественное градостроительное пространство неоднородно, содержит большое количество деформаций — «дырок» и «рассечений», изменяющих его свойства и возможности осуществления компактности. Согласно теореме Эйлера, «деформированное» пространство негомеоморфно целостному. В результате формы фигур плана, образованные в «деформированном» пространстве, негомеоморфны фигурам, образованным в целостном пространстве, и будут различаться по своим пространственным параметрам и возможностям осуществления компактных градостроительных форм [4]. Свойство пространства сохраняется всегда, но степень компактности, достижимая на различных его участках, может значительно различаться. Ее потенциальный максимум будет иметь разную величину. Поскольку количество деформаций естественного градостроительного пространства различно, необходимо ввести показатели, характеризующие эти различия.

Наличие «дырок» не позволяет создать сплошную форму плана градостроительного объекта, делает ее несплошной, что может быть охарактеризовано коэффициентом сплошности (Кс). Он выражается отношением площади, потенциально пригодной для застройки территории (т. е. без учета «дырок»), к площади всей фигуры формы плана (т. е. с учетом «дырок»). Коэффициент сплошности меняется в пределах $0 < K_c \leq 1$. Чем больше значение (Кс), тем более сплошным является пространство и тем выше возможности создания градостроительной формы с максимальной компактностью.

Рассечение естественного градостроительного пространства изменяет его свойства, что определяется смежной теоремой целостности: форма плана становится многокомпонентной, т. е. некомпактной. В рассеченной планировочной структуре и форме плана снижается связность, что ведет к нарушению целостности. Это состояние характеризуется коэффициентом связности (Ксв), который

Таблица 1. Коэффициенты компактности форм планов городов Свердловской области

№	Наименование города	Диаметр, км	Кк	№	Наименование города	Диаметр, км	Кк
1	Алапаевск	3,25	0,30	20	Красноуральск	3,0	0,27
2	Арамилъ	2,25	0,24	21	Красноуфимск	3,25	0,24
3	Артемовский	5,25	0,13	22	Кушва	3,5	0,20
4	Березовский	2,75	0,24	23	Михайловский	2,25	0,28
5	Богданович	2,5	0,44	24	Невьянск	2,0	0,64
6	Верхняя Пышма	2,5	0,42	25	Нижние Серги	3,0	0,20
7	Верхняя Салда	1,8	0,44	26	Нижняя Салда	2,3	0,51
8	Верхний Тагил	2,0	0,32	27	Нижняя Тура	1,1	0,43
9	Верхняя Тура	2,0	0,33	28	Новая Ляля	2,0	0,66
10	Верхотурье	1,6	0,25	30	Полевской	3,75	0,30
11	Волчанск	3,75	0,25	31	Ревда	2,5	0,43
12	Дегтярск	3,6	0,22	32	Реж	2,0	0,52
13	Ивдель	1,75	0,36	33	Североуральск	1,5	0,50
14	Ирбит	2,75	0,29	34	Среднеуральск	2,75	0,26
15	Камышлов	3,35	0,21	35	Сухой Лог	3,5	0,20
16	Карпинск	2,5	0,45	36	Сысерть	2,0	0,42
17	Качканар	2,5	0,41	37	Талица	1,75	0,52
18	Кировград	3,0	0,25	38	Туринск	3,2	0,22
19	Краснотурьинск	3,2	0,25				

выражается отношением числа осуществленных планировочных связей через рассечение к их возможному количеству. Коэффициент связности изменяется в пределах:

$$0 \leq K_{св} \leq 1.$$

Коэффициенты сплошности (Кс) и связности (Ксв) являются классификационными признаками, определяющими принадлежность искусственного градостроительного пространства к определенному топологическому классу. В каждом топологическом классе существуют собственные пределы изменения величины компактности и ее достижимого максимума. Поясним это на примере из градостроительной практики Свердловской области. С целью определения состояния компактности городов области проведен ее расчет по методике А. М. Базилиевича, как наиболее распространенной [5]. Результаты приведены в Таблице 1.

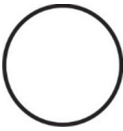
Расчет показал значительный разброс величины компактности: от 0,20 (Кушва) до 0,66 (Новая Ляля), но оставил неясными возможности ее повышения для городов с минимальной компактностью. Можно только сказать, что с ростом диаметра города значение коэффициента компактности (Кк) снижается, что объясняется только более вытянутой формой плана города. Но эта закономерность не абсолютна: можно представить круглый план города с большим диаметром, как Москва, имеющая диаметр 52 км.

Определены топологические классы городов, наиболее часто встречающиеся у городов области по топологическим условиям естественного градостроительного пространства, в которых они существуют. Они представлены в виде топологических схем (Таблица 2).

Схема 1 — сплошное естественное пространство без деформаций позволяет достичь наиболее компактных градостроительных форм. Средняя величина коэффициента компактности у городов этой группы (т. е. осуществленных в таких топологических условиях пространства) составляет $K_k = 0,51$, максимальная величина $K_k = 0,64$, а разброс величины K_k от среднего значения $+0,13 \div -0,08$. Это самые высокие значения компактности, однако они ниже максимально достижимого: для круглой формы плана $K_k = 1,0$, для квадратной $K_k = 0,82$. Это говорит о том, что искусственное градостроительное пространство имеет возможности для повышения компактности форм планов городов этого топологического класса.

Схема 2 — естественное пространство с одним рассечением, которое может быть рекой или крупной транспортной магистралью (природное или антропогенное рассечение). Средняя величина коэффициента компактности у городов этой группы составляет $K_k = 0,35$, максимальная — $K_k = 0,66$; разброс величины K_k от среднего значения: $+0,31 \div -0,15$.

Таблица 2. Топологические классы городов и их характеристики на примере городов Свердловской области (начало Таблицы)

Топологический каркас		Характеристики формы плана			Города данного топологического класса
		Кк компактность	Ксп сплошность	Ксв связность	
I тип «деформаций расчленения»	1. Пространство сплошное, без расчленений и «дырок»: 	0,64	1,0	1,0	Серов
		0,50	1,0	1,0	Североуральск
		0,48	1,0	1,0	Северский
		0,43	1,0	1,0	Нижняя Тура
		0,43–0,64	1,0	1,0	min–max
		0,51	1,0	1,0	среднее значение
	2. Пространство с одним расчленением: 	0,36	1,0	0,15	Ивдель
		0,28	1,0	0,20	Красноуральск
		0,27	1,0	0,18	Красноуральск
		0,66	1,0	0,40	Новая Ляля
		0,28	1,0	0,28	Михайловск
		0,25	1,0	0,25	Кировград
		0,20	1,0	0,25	Сухой Лог
		0,52	1,0	0,12	Талица
		0,20–0,66	1,0	0,12–0,40	min–max
		0,35	1,0	0,25	среднее значение
	3. Пространство с двумя расчленениями: 	0,24	1,0	0,16	Арамилы
		0,44	1,0	0,20	Богданович
		0,25	1,0	0,28	Верхотурье
		0,24–0,44	1,0	0,18–0,28	min–max
	4. Пространство с четырьмя расчленениями: 	0,30	1,0	0,15	Алапаевск
		0,13	1,0	0,12	Артемковский
		0,13–0,30	1,0	0,12–0,15	min–max
		0,21	1,0	0,13	среднее значение

Снизилась связность планировки: Ксв = 0,25, т. е., только четверть улиц имеет связь через расчленение.

Схема 3 — естественное пространство с двумя расчленениями. Таким может быть пространство в месте слияния двух рек — ситуация, широко распространенная в градостроительной практике. Средняя величина коэффициента компактности Кк = 0,30, максимальная величина Кк = 0,44, разброс величины компактности от средней: +0,14 ÷ –0,06. Связность планировки еще снизилась: Ксв = 0,22.

Схема 4 — естественное градостроительное пространство с четырьмя расчленениями. Средняя величина Кк = 0,21, максимальное значение Кк = 0,30; разброс значений компактности: +0,09 ÷ –0,08. Связность планировки Ксв = 0,13.

Нарастание деформаций естественного градостроительного пространства в результате роста числа его расчленений ведет к снижению возможности осуществления в нем компактных градостроительных структур и понижению связности планировочной структуры (Иллюстрация 1).

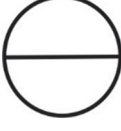
Схема 5 — естественное градостроительное пространство с «дыркой», представляет условия вокруг водоема, включенного в планировочную структуру города. Ситуация часто встречается в практике градостроительства.

Возможности осуществления в таких топологических условиях компактного искусственного градостроительного пространства определяются величиной «дырки» и ее процентным отношением к площади фигуры формы плана градостроительного объекта. Среди объектов Свердловской области в такой ситуации находится только один город. Его Кк = 0,42 и Ксп = 0,94, т. е. «дырка» занимает не более 6% территории.

Схема 6 — естественное градостроительное пространство, содержащее сочетание двух видов деформаций — расчленений и «дырку». Это условия реки с прудом, включенные в планировку города, типичная схема пространства для старых промышленных городов первого технологического уклада, широко распространенных на Урале и в Сибири. Коэффициент компактности в среднем имеет значение Кк = 0,42, максимально Кк = 0,64; разброс значений: +0,22 ÷ –0,44. Сплошность в среднем Ксп = 0,88, а связность составляет в среднем Ксв = 0,13.

Схемы 7, 8 — представляют такой тип естественного пространства. Среднее значение Кк = 0,22, а максимальное Кк = 0,24; разброс величин самый незначительный: +0,02 ÷ –0,02. Это означает практически одинаковую схему планировочного построения таких объектов — линейных систем (Иллюстрация 2).

Таблица 2. Топологические классы городов и их характеристики на примере городов Свердловской области (окончание Таблицы)

Топологический каркас		Характеристики формы плана			Города данного топологического класса
		Кк компактность	Ксп сплошность	Ксв связность	
II тип «деформаций рассечения» и «дырки»	5. Пространство с одной «дыркой»: 	0,42	0,94	1,0	Верхняя Пышма
	6. Пространство с одной «дыркой» и одним рассечением: 	0,42	0,87	0,17	Сысерть
		0,32	0,89	0,13	Верхний Тагил
		0,44	0,87	0,15	Верхняя Салда
		0,33	0,89	0,10	Верхняя Тура
		0,20	0,89	0,17	Кушва
		0,51	0,76	0,14	Нижняя Салда
		0,22	0,81	0,10	Дегтярск
		0,64	0,94	0,10	Невьянск
		0,31	0,97	0,10	Полевской
		0,48	0,90	0,12	Ревда
		0,52	0,90	0,13	Реж
		0,20–0,64	0,76–0,94	0,10–0,17	min–max
		0,42	0,88	0,13	среднее значение
	7. Рассеченное пространство: 	0,26	1,0	1,0	Среднеуральск
	8. Рассеченное пространство с непреодолимым рассечением и одним преодолимым: 	0,21	1,0	0,17	Камышлов
		0,24	1,0	0,16	Красноуфимск
		0,21	1,0	0,16	Тавда
		0,22	1,0	0,33	Туринск
		0,20	1,0	0,26	Нижние Серги
		0,20–0,24	1,0	0,16–0,33	min–max
		0,22	1,0	0,22	среднее значение

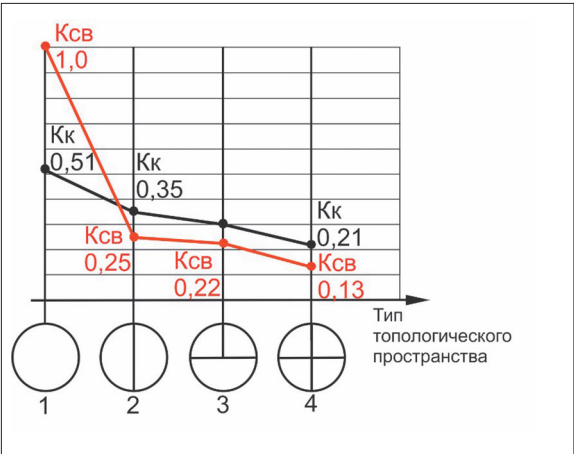


Иллюстрация 1. Изменение компактности (Кк) и связности (Ксв) в зависимости от топологических условий естественного градостроительного пространства с рассечениями. Рисунок Г. В. Мазаева

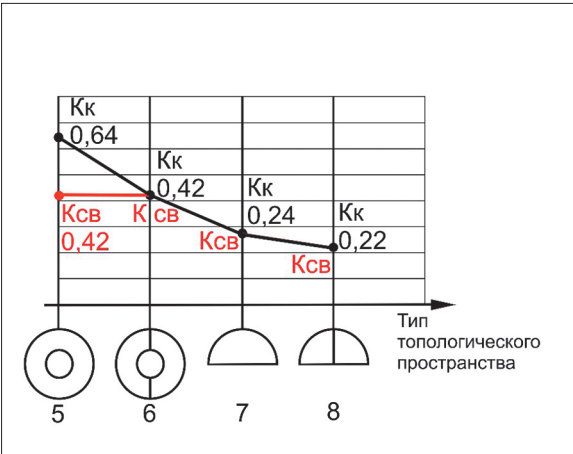


Иллюстрация 2. Изменение компактности (Кк) в зависимости от топологических условий пространства с деформацией «дырка». Рисунок Г. В. Мазаева

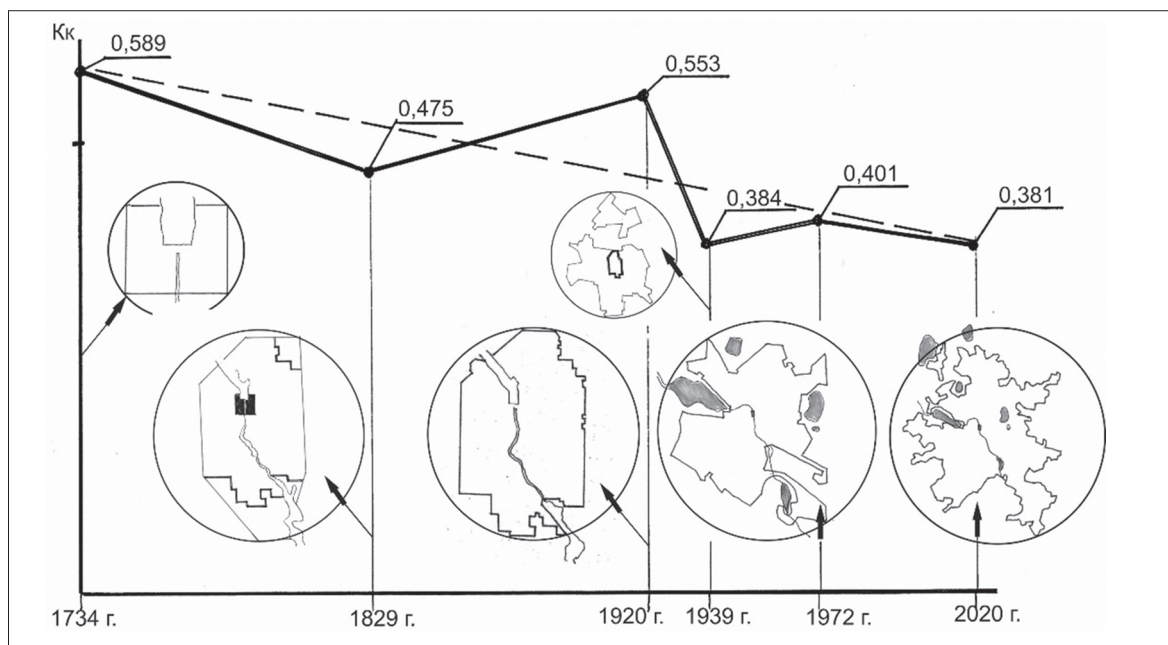


Иллюстрация 3. Динамика изменения компактности формы плана г. Екатеринбурга. 1734–2020 гг. Рисунок Г. В. Мазаева. Форма планов Свердловска–Екатеринбурга по [11]

Приведенные данные позволяют сделать важный вывод о свойствах естественного градостроительного пространства. Неравномерность и деформации, присущие ему, могут быть выражены понятием «Эйлерова характеристика пространства» — особым состоянием пространства, характерным для определенных его участков, и отличающие эти участки от других, делающих их индивидуальными. Можно утверждать, что **Эйлерова характеристика естественного градостроительного пространства наследуется искусственным градостроительным пространством**, что является законом связи между ними, подтверждающим теорему свойств пространства и ее устойчивые проявления в градостроительной практике.

Теорема изменчивости компактности определяет, что компактность не является постоянной величиной, характеризующей состояние формы плана градостроительного объекта. Компактность — свойство замкнутых и ограниченных градостроительных пространств, она остается постоянной до тех пор, пока они остаются таковыми. Если градостроительное пространство получает открытость, т. е. начинает развиваться территориально, характеристики компактности начинают меняться.

В качестве примера рассмотрим изменения плана г. Екатеринбурга. На графике показана динамика изменения компактности формы его плана, рассчитанная по нескольким планам города (Иллюстрация 3). Наиболее компактным был первоначальный план города, близкий к квадратной форме. План 1829 г. имел более вытянутую форму, вследствие чего коэффициент компактности понизился. Этот план к 1920 г. не был реализован, и его форма оказалась более компактной, чем у плана 1829 г. Активное развитие города привело к 1939 г. к некомпактной форме плана со значительным выходом на новые территории. Генплан 1972 г. вновь имеет более высокую компактность, которая снова снизилась в плане 2020 г. Изменения отражают сменяющиеся фазы развития города: интенсивная в 1920 и 1972 гг. и экстенсивная в 1829, 1939 и 2020 гг.

Изменения формы плана Екатеринбурга на каждой стадии развития настолько существенны, что последующая форма практически не имеет ничего общего с предыдущей формой, которая полностью «поглощается» новой

формой плана. Ее границы исчезают в новой планировке и перестают прочитываться в плане города. Каждая форма плана Екатеринбурга, образовавшаяся после фазы экстенсивного развития, продолжает свое независимое существование. Такой тип изменения компактности градостроительной формы, при котором она не возвращается к какой-то устойчивой первоначальной форме, можно назвать «независимым изменением формы». В этом случае компактность изменяется произвольно.

Противоположный тип изменения компактности происходит с периодическим возвратом к устойчивой форме плана — тип «возвратного изменения формы». В этом случае компактность градостроительной формы периодически снижается, а затем в фазе интенсивного развития вновь повышается практически до первоначальных значений. Такой тип изменения компактности характерен для Москвы, план которой после экстенсивной фазы развития приобретал сложную форму с «выбросами», но в интенсивной фазе возвращался к круглой форме. Процесс естественного изменения плана, длившийся не одно столетие, нарушен в 2010 г., когда к традиционной форме плана Москвы искусственно добавлен «выброс» Новой Москвы (Иллюстрация 4).

Компактность градостроительной формы не изменяется только при условии ее стабильности, без какого-либо развития. Такое состояние характерно для «идеальных» городов. Пальманова, город в Италии, практически не изменился за пятьсот лет своего существования (Иллюстрация 5).

Важным для практики следствием теоремы изменчивости компактности становится связь характеристики значения компактности с фазой развития планировочной структуры: в экстенсивной фазе она снижается, в интенсивной — возрастает. Пределы изменений определяются в каждом топологическом классе городов, что еще раз связывает теоремы свойств пространства и изменчивости компактности. Это позволяет сформулировать практическое значение изучения изменения величины компактности города для градостроительного проектирования: изменение компактности служит индикатором фаз развития города и выработки стратегии его дальнейшего прогнозирования.

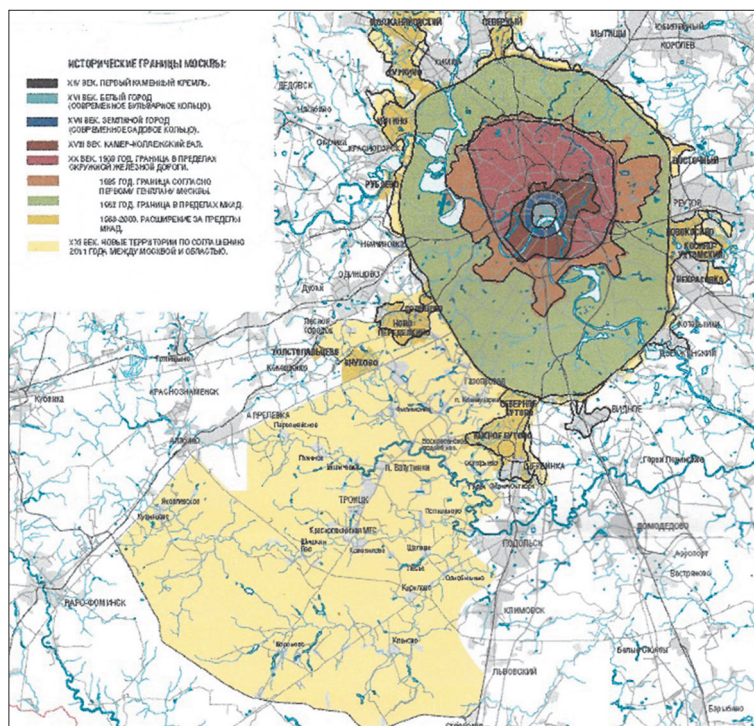


Иллюстрация 4. План Москвы по состоянию на 2012 г. и этапы ее пространственного развития. По [12]

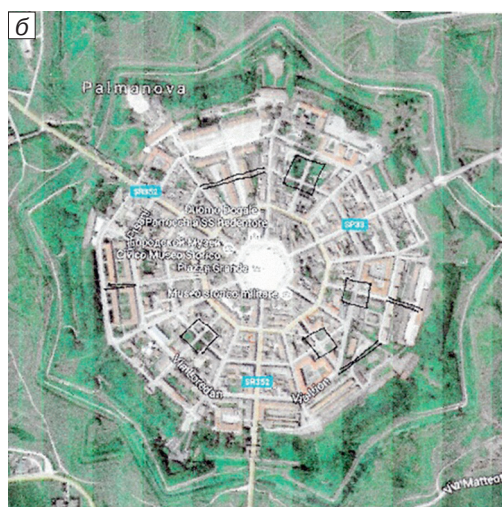
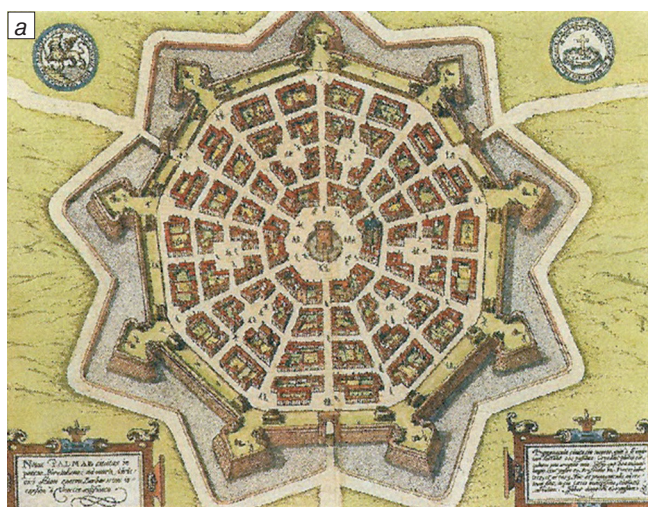


Иллюстрация 5. Город Пальманова (Италия): а — проект (1593 г.); б — современное состояние. По [13]

Заключение

Теоретические положения, изложенные в теоремах свойств пространства, изменчивости величины компактности градостроительных структур, реализуются в практической градостроительной деятельности. Эти теоремы являются базовыми для определения возможностей по осуществлению компактных градостроительных форм населенных мест, повышения компактности существующих градостроительных объектов в процессе их развития, для разработки программ повышения компактности при проектировании генеральных планов городов. Положения теорем являются объективными условиями, не зависящими от субъектов градостроительной деятельности. Важно, что все теоремы взаимосвязаны и взаимозависимы, они образуют систему необходимых условий для создания и повышения компактности. Поэтому ни одна из теорем не может быть исключена из рассмотрения при разработке компактного градостроительного объекта.

Теорема свойств пространства определяет возможности естественного градостроительного пространства по созданию компактных структур искусственного градостроительного. Это подтверждается законом наследования Эйлеровой характеристики пространства. Важнейшим ее результатом для практики является введение понятия топологических классов городов, устанавливающих связь свойств естественного градостроительного пространства с величиной достижимой компактности планировочных структур.

Теорема изменчивости компактности во взаимосвязи с теоремой свойств пространства позволяет на основе характеристик топологических классов городов и соответствующих им величин компактности определять на практике состояние фазы развития планировочной системы и прогнозировать ее развитие. Это говорит о правильности теоретических построений и их связи с практической деятельностью, позволяющей целенаправленно повышать компактность градостроительных структур.

Список использованной литературы

- [1] Болтянский В. Г., Гохберг И. Ц. Разбиение фигур на меньшие части. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971. — 88 с.
- [2] Болтянский В. Г., Ефремович В. А. Очерк основных идей топологии // Математическое просвещение. — М.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957. — Вып. 2. — С. 1–34.
- [3] Вальшин Р. М., Хорунжев А. А. К проблеме плотности современного города // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: сб. статей / под ред. М. В. Шувалова, А. А. Пищулева, Е. А. Ахмедовой. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2019. — С. 176–182.
- [4] Иванькина Н. А., Перькова М. В. Концепция нового урбанизма: предпосылки развития и основные положения // Вестн. БГТУ им. Шухова. — 2018. — № 8. — С. 75–22.
- [5] Мазаев Г. В. Компактный город: критика определений // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2021. — № 2 (49). — С. 9–13. — DOI 10.25628/UNIIP.2021.49.2.002.
- [6] Мазаев Г. В. Прогнозирование вероятностного развития градостроительных систем: учеб. пособие. — Екатеринбург: Архитектон, 2005. — 112 с.
- [7] Мазаев Г. В. Топологические основы компактности градостроительных структур // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2021. — № 3 (50). — С. 16–21. — DOI 10.25628/UNIIP.2021.50.3.003.
- [8] Мазаев Г. В. Топологическое понятие компактности систем расселения // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2021. — № 4. — С. 15–19.
- [9] Орлова Н. А., Орлов Д. Н., Маслова Е. А. Проблема компактного города провинциальной России XXI века // Градостроительство и архитектура. — 2019. — Т. 9. — № 1. — С. 101–108.
- [10] Стинрод Н., Чинн У. Первые понятия топологии: геометрия отображения отрезков, кривых, окружностей и кругов / пер. с англ. И. А. Вайнштейна. — М.: Мир, 1967. — 224 с.
- [11] Формы планов Свердловска-Екатеринбурга. — URL: <http://www.1723.ru/read/map.htm> (дата обращения: 03.05.2022).
- [12] Еще раз о генплане-2025 // Архи.ру: сайт. — URL: <https://archi.ru/russia/5657/esche-raz-o-genplane-2025> (дата обращения: 03.05.2022).
- [13] План г. Пальманова // Travel Experience: сайт. — URL: <https://www.travel-experience.it/> (дата обращения: 03.05.2022).
- [5] Mazaev G. V. Kompaktnyj gorod: kritika opredelenij // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2021. — № 2 (49). — S. 9–13. — DOI 10.25628/UNIIP.2021.49.2.002.
- [6] Mazaev G. V. Prognozirovaniye veroyatnostnogo razvitiya gradostroitel'nyh sistem: ucheb. posobie. — Ekaterinburg: Arhitekton, 2005. — 112 s.
- [7] Mazaev G. V. Topologicheskije osnovy kompaktnosti gradostroitel'nyh struktur // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2021. — № 3 (50). — S. 16–21. — DOI 10.25628/UNIIP.2021.50.3.003.
- [8] Mazaev G. V. Topologicheskoe ponyatiye kompaktnosti sistem rasseleniya // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2021. — № 4. — S. 15–19.
- [9] Orlova N. A., Orlov D. N., Maslova E. A. Problema kompaktnogo goroda provincial'noj Rossii XXI veka // Gradostroitel'stvo i arhitektura. — 2019. — T. 9. — № 1. — S. 101–108.
- [10] Stinrod N., Chinn U. Pervye ponyatiya topologii: geometriya otobrazheniya otrezkov, krivyh, okruzhnostej i krugov / per. s angl. I. A. Vajnshtejna. — M.: Mir, 1967. — 224 s.
- [11] Formy planov Sverdlovskaja-Ekaterinburga. — URL: <http://www.1723.ru/read/map.htm> (data obrashcheniya: 03.05.2022).
- [12] Eshche raz o genplane-2025 // Arhi.ru: sayt. — URL: <https://archi.ru/russia/5657/esche-raz-o-genplane-2025> (data obrashcheniya: 03.05.2022).
- [13] Plan g. Pal'manova // Travel Experience: sayt. — URL: <https://www.travel-experience.it/> (data obrashcheniya: 03.05.2022).

Статья поступила в редакцию 10.05.2022.

Опубликована 30.06.2022.

Mazaev Gregory

Candidate of Architecture, Full Professor, Academician of RAACS, Chief researcher, Branch FSBI «TsNIIP Minstroy Russia» UralNIIProekt, Yekaterinburg, Russian Federation e-mail: uro-raasn@mail.ru

ORCID: 0000-0003-3353-7552

References

- [1] Boltyanskij V. G., Gohberg I. C. Razbienie figur na men'shie chasti. — M.: Nauka, Gl. red. fiz.-mat. lit., 1971. — 88 s.
- [2] Boltyanskij V. G., Efremovich V. A. Ocherk osnovnyh idej topologii // Matematicheskoe prosveshchenie. — M.: Gos. izd-vo tekhn.-teoret. lit., 1957. — Vyp. 2. — S. 1–34.
- [3] Val'shin R. M., Horunzhev A. A. K probleme plotnosti sovremennogo goroda // Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i gradostroitel'stvo: sb. statej / pod red. M. V. Shuvalova, A. A. Pishchuleva, E. A. Ahmedovoj. — Samara: Samar. gos. tekhn. un-t, 2019. — S. 176–182.
- [4] Ivan'kina N. A., Per'kova M. V. Konceptiya novogo urbanizma: predposylki razvitiya i osnovnyye polozheniya // Vestn. BGTU im. Shuhova. — 2018. — № 8. — S. 75–22.