

УДК 551.4.042

## ОСОБЕННОСТИ РАЙОНИРОВАНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ОЦЕНОК РИСКА ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

© 2019 г. В. Н. Булова

*Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН),  
Уланский пер., 13, стр. 2, Москва, 10100 Россия  
E-mail: valentina\_burova@mail.ru*

Поступила в редакцию 03.06.2019 г.

Урбанизированные территории рассмотрены как единые природно-техногенные системы. Обеспечение безопасного развития урбанизированных территорий связано с оценками природного риска. Предложено специальное районирование урбанизированных территорий для обособления участков, в пределах которых риск формируется по определенным сценариям. Районирование предполагает последовательное разделение территории города на относительно однородные части с использованием, как правило, одного признака для выделения этих частей на каждом уровне районирования как по природным, так и техногенным факторам. Таким образом, достигается, с одной стороны, последовательность деления общего на части для каждой из двух групп факторов, а с другой – учитываются разнообразные сочетания этих факторов при обособлении типологических конечных таксонов.

**Ключевые слова:** *урбанизированная территория, природные и техногенные факторы, конечные таксоны районирования, критерии районирования, критерии типизации, индексные обозначения.*

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-780920196106-111>

### ВВЕДЕНИЕ

В основе любой хозяйственной деятельности должны лежать оптимальные решения по ее реализации. Освоение территорий, в том числе урбанизированных, связанное в первую очередь со строительством, должно осуществляться на основе специального районирования, обуславливающего оптимальные решения для выбора площадок строительства и обоснования проектных решений.

Город и природная среда представляют единое целое, они взаимосвязаны и взаимообусловлены. Постоянно возрастает антропогенное воздействие на геологическую среду урбанизированных территорий. И в то же самое время природная среда оказывает свое воздействие на объекты строительства. Изменения природных условий существования города чаще всего формируются стихийно. Изменения состояния техногенных объектов могут быть оценены с использованием различных методов (натурных исследований, инструментальных измерений, моделирования и т.д.).

Обеспечение безопасного развития урбанизированных территорий связано в настоящее время с оценками природного риска как основного инструмента, необходимого для уменьшения не-

гативного воздействия друг на друга природной и техногенной среды.

Урбанизированная территория – сложная природно-техногенная система, в пределах которой невозможно выявить влияние какого-либо одного природного или техногенного фактора на состояние зданий и сооружений, определяющего возможные негативные последствия. Это состояние определяется сочетанием природных и техногенных факторов, и, соответственно, формирование риска и его значение зависят напрямую от условий и характера взаимодействия этих факторов.

Основной задачей, согласно общей методологии оценки природных рисков на урбанизированных территориях, нам представляется проведение районирования по основным природным и техногенным факторам с целью обособления территорий (конечных таксонов), в пределах которых риск формируется по определенным сценариям. Под сценариями в данном случае понимается возможность развития определенных опасных геологических и инженерно-геологических процессов и их взаимодействий с конкретным техногенным типом (реципиентом опасности), которые приводят к потерям, чаще всего в виде деформирования

и разрушения зданий и сооружений в соответствующих показателях риска.

### СПЕЦИФИКА РАЙОНИРОВАНИЯ

Районирование, являющееся основой для оценок риска, предполагает последовательное разделение территории города на относительно однородные части с использованием, как правило, одного признака для выделения этих частей на каждом уровне районирования, как по природным, так и техногенным факторам. Конечные таксоны районирования обособляются путем наложения друг на друга двух независимых и индивидуальных (иерархических) по содержанию подсистем районирования по основным природным

и техногенным факторам, характеризующим инженерно-геологические условия [2]. Таким образом, достигается, с одной стороны, последовательность деления общего на части для каждой из двух групп факторов, а с другой – учитываются разнообразные сочетания этих факторов при обособлении типологических конечных таксонов (табл. 1).

### РАЙОНИРОВАНИЕ ПО ПРИРОДНЫМ ФАКТОРАМ

При районировании урбанизированных территорий по природным факторам для выделения конечных таксонов оценки на структурно-геодинамическом уровне необходимо учитывать современную геодинамику земной поверхности (регион).

**Таблица 1.** Схема районирования урбанизированных территорий по природно-техногенным обстановкам (факторам) формирования риска (в масштабе 1:10 000)

Таксоны индивидуального районирования и критерии их выделения		
Природные	Техногенные	
<b>Регион</b> (структурно-геодинамический – современные движения земной коры)	<b>Провинции</b> (период освоения территории, годы – I-IV)*	
	<b>Зоны</b> (функциональное использование территорий)	
	Первого порядка	Второго порядка
	Застроенные (З)	жилые (ЗЖ)
		историко-культурного наследия (ЗИК)
промышленные (ЗП)		
прочие (ЗПр)		
<b>Область</b> (геоморфологический – современные формы рельефа)	реорганизации и реконструкции (ЗРР)	
	Транспортные (Т)	метрополитен (ТМ)
		автомагистрали (ТА)
		железные дороги (ТЖд)
		транспортные узлы (ТУ)
прочие (ТПр)		
<b>Район</b> (литолого-стратиграфический – различные сочетания комплексов пород)	Рекреационные (Р)	природные территории (Рп)
		особо охраняемые (Рп <sub>оо</sub> )
<b>Участок</b> (инженерно-геологический – распространение и интенсивность опасных геологических и инженерно-геологических процессов и т.д.)	Водных объектов (В)	
	Неиспользуемые (Н)	
	Сельскохозяйственные (С)	
	<b>Округа</b> (плотность застройки, м <sup>3</sup> /ед. площади): высокая – (в), средняя – (с), низкая – (н)	
	<b>Ареалы:</b> тип застройки (ЗЖ <sub>тк</sub> -а(3) ... Ж <sub>ипр</sub> -а(3)); тип метрополитена (ТМ[1](1) ... Т-М[3](3)(4)); тип автодорог (ТА[1](1)... Т-А[3][4](3 и >)); тип железных дорог (Т-Жд[1](1)... Т-Жд[2](1))	

### Таксоны перекрестного двухрядного районирования

\* Периоды освоения территории I-IV: I - до 1909 г. (окружная железная дорога); II - 1909-1962 гг. (МКАД - Московская кольцевая автомобильная дорога); III - 1962-2012 гг. (присоединение территорий на северо-западе и юго-западе Москвы); IV – 2012 г. - наст. время (новая Москва).

В настоящее время результаты геодезического мониторинга подтверждают наличие современных вертикальных движений земной коры в пределах территории г. Москвы. Эти движения в основном зафиксированы в разделяющих современные блоки земной коры разломных геодинамических зонах. Подобные исследования имеют не только научный интерес, но и диктуются практическими потребностями, и, в первую очередь, в градостроительстве. Анализ этих исследований показал, что земная поверхность на территории Москвы испытывает разновеликие и разнонаправленные вертикальные смещения [1].

Примечательно следующее, что в пределах блоков, в соответствии с неотектонической картой, отмечены опускания земной поверхности на общей тенденции этого блока к поднятию. И, наоборот, в пределах опускающихся блоков, расположенных в пределах наиболее опущенной части долины р. Москвы, некоторые участки испытывают поднятия. Т.е. инструментально обнаружены такие аномальные зоны, на которые, по нашему мнению, необходимо обращать внимание при оценке инженерно-геологических условий при градостроительстве и дальнейшей оценке риска.

Области выделяются по геоморфологическим критериям, отвечающим современным формам рельефа. В пределах областей обособлены районы, соответствующие различным сочетаниям комплексов пород. Самый низкий иерархический уровень (участок) – территории, в пределах которых проявляются различные опасные геологические и инженерно-геологические процессы различной интенсивности (см. табл. 1). Следует отметить, что районирование по природным критериям является наиболее разработанной и общепринятой частью рассматриваемого деления территорий.

### РАЙОНИРОВАНИЕ ПО ТЕХНОГЕННЫМ ФАКТОРАМ

Как известно, крупные города застраивались на протяжении многих сотен лет, соответственно, в их пределах сформировалась достаточно сложная по своей структуре застройка, оказывающая влияние на природные условия городов и испытывающая на себе их воздействие. Весьма логично районирование крупных городов по техногенным факторам начинать с выделения *провинций* (I...IV), отвечающих времени освоения и застройки территории (времени нарушения естественных природных условий) (см. табл. 1). Здесь необходимо выделить основные периоды освоения, которые в свою очередь определяют приоритетные направления и характеристики застройки. Совершенно очевидно, что территории, схожие по природным

условиям, но подвергающиеся техногенному воздействию в течение времени, отличающемуся на порядок, будут характеризоваться различными природно-техногенными условиями и, соответственно, сценариями формирования риска.

По функциональному делению территории городов подразделены на *зоны первого и второго порядка* (см. табл. 1). Среди зон первого порядка рекомендуется выделять застроенные (З), транспортные (Т), рекреационные (Р), водных объектов (В), зоны, подлежащие реорганизации и реконструкции (РР) (в настоящее время, в пределах городов происходит массовая реконструкция промышленных зон в жилые или какие-то иные), неиспользуемые (Н) и сельскохозяйственные (С).

Застроенные зоны подразделяются на жилые (ЗЖ), историко-культурного наследия (ЗИК), промышленные (ЗП) и прочие (ЗПр). К прочим отнесены административно-деловые, учебно-образовательные, культурно-просветительские, торгово-бытовые, лечебно-оздоровительные, спортивно-рекреационные, учебно-воспитательные зоны и т.п.

Транспортные зоны также разделяются на зоны второго порядка, относящиеся к линиям метрополитена (ТМ), автомагистралям (ТА), железным дорогам ТЖД), транспортным узлам, кластерным повышенной плотности (ТМ<sub>кл</sub>) и прочим (ТПр) (продуктопроводы, магистральные трубопроводы инженерной инфраструктуры и пр.).

Следующим важным фактором районирования нам представляется характеристика плотности застройки (см. табл. 1). При этом рекомендуется использовать объемно-площадные характеристики, наиболее четко отражающие техногенные нагрузки на природную среду в пределах исследуемой территории (м<sup>3</sup>/ед. площади) и численность населения. Интервалы значений градаций: высокая (*в*), средняя (*с*) и низкая (*н*), определяются из существующей плотности застройки в городах. В рамках районирования по данному критерию обособляются *округа* с различной плотностью застройки. Следует отметить, что в данном критерии районирования в косвенном виде учитывается и инженерная инфраструктура городов, и ее влияние на инженерно-геологические (природно-техногенные) условия. Где больше плотность застройки, там больше и инженерной инфраструктуры и, соответственно, можно предположить, к примеру, зависимость между плотностью и возрастом застройки и утечками из коммуникаций.

Следующим критерием деления урбанизированной территории предлагается использовать различные типы в пределах застроенных и транспортных зон для обособления *ареалов* (см. табл. 1).

Типы застройки и транспорта отличаются параметрами разного плана (конструктивные, временные, глубина прохождения, сочетание различных видов транспорта и некоторые другие).

Типизация застроенной зоны проводится с использованием параметров, характеризующих тип здания по материалу и технологии строительства, этажности, времени застройки (возраст), принадлежности к типовому или специальному проектам. Т.е. выбираются параметры, описывающие состояние здания в определенный временной период. Как правило, большая часть территории крупных городов отведена под жилую застройку, которая в большей степени подвержена воздействию опасных процессов, а также оказывает наибольшее влияние на окружающую среду.

Типовая застройка определяет материал и технологию строительства, время ее возведения, что позволяет оценивать износ зданий. Этажность зданий, особенно серийных, и время их

строительства определяет тип фундамента. Учет всех этих данных и их генерализация позволяют выделить преобладающие типы жилой застройки для урбанизированных территорий. Можно предложить следующую обобщенную типизацию жилой застройки по материалам возведения несущих и наружных ограждающих конструкций и технологии строительства, по типовым и специальным проектам, и соответствующим им временным периодам их возведения и этажности зданий (табл. 2).

Согласно этой типизации в пределах урбанизированных территорий формально можно выделить 240 различных типов строений. В результате анализа жилой застройки г. Москвы выделено порядка 35 различных наиболее характерных типов, отличающихся по перечисленным выше параметрам, которые отражены табл. 2 с формальным номером. Остальные виды застройки подразделяются на различные типы аналогично проведенной

**Таблица 2.** Типизация жилой застройки урбанизированных территорий

Тип здания*	Этажность	Типовая жилая застройка (Жт)						Индивидуальная жилая застройка (Жи)					
		Возраст зданий, годы**						Возраст зданий, годы**					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Кирпичные (к)	5 и < (а)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	6-12 (б)				16	17		19	20	21			24
	12-17 (в)				28					33			
	> 17 (г)									45			
Блочные (б)	5 и < (а)				52	53							
	6-12 (б)					65							
	12-17 (в)				76	77							
	> 17 (г)											95	
Панельные (п)	5 и < (а)				100	101							
	6-12 (б)				112	113	114						
	12-17 (в)				124	125	126						
	> 17 (г)											143	
Монолитные (м)	5 и < (а)												
	6-12 (б)						162						168
	12-17 (в)												180
	> 17 (г)												192
Прочие (пр)	5 и < (а)							199	200	201			
	6-12 (б)												
	12-17 (в)												
	> 17 (г)											239	

\* по материалу и технологии строительства;

\*\* (1) – до 1914 г., (2) – 1917-1940 гг., (3) – конец 1940-х - середина 1950-х гг., (4) – конец 1950-х - середина 1970-х гг., (5) – середина 1970-х - начало 1990-х гг., (6) – 1990 г. - настоящее время.

**Таблица 3.** Типизация метрополитена по сочетанию глубины заложения, вида и пересечения объектов

Сочетание параметров (Г–М)			
Глубина	Вид и пересечение объектов		
	[1]	[2]	[3]
Наземные (1)	[1](1)	[2](1)(2)	[3](1)(2)
Мелкие (2)	[1](2)	[2](2)(3)	[3](2)(3)
Глубокие (3)	[1](3)	[2](3)(4)	[3](3)(4)
Очень глубокие (4)	[1](4)	-	-

типизации для жилой застройки с использованием тех же параметров. Их количество и номерной фонд могут меняться со временем. На данном этапе показаны подходы к выделению типов строек на застроенной территории крупных городов.

Типизация транспортной зоны осуществлена с использованием данных по расположению и сочетанию различных видов транспорта. В частности, метрополитен подразделяется по глубине станций и перегонов и соотношению перегонов и станций в различных высотных поясах. В качестве примера рассмотрен **метрополитен** (табл. 3). По глубине перегоны и станции подразделяются на:

- наземные – станции эстакадные, наземные, наземные части линий метрополитена (метромоты) (1);
- мелкие – подземные станции, подземные части линий метрополитена, глубина заложения до 15-20 метров (2);
- глубокие – подземные станции, подземные части линий метрополитена, глубина заложения от 15-20 до 50-60 метров (3).
- очень глубокие – подземные станции, подземные части линий метрополитена, глубина заложения более 50-60 метров (4).

По виду и пересечению объектов следует выделить (см. табл.3):

- станции и перегоны в одном высотном поясе [1];
- пересечение 2 перегонов в разных высотных поясах [2];
- 2-3 станции и прилегающие перегоны в разных высотных поясах [3].

Автодороги также подразделяются по месту их прохождения и расположению в различных высотных поясах. Железные дороги подразделяются на различные типы по количеству путей, их примыканию к сортировочно-маневровым зонам и вокзалам, а также по расположению в высотных поясах. Отдельно выделяются транспортные узлы (ТУ), состоящие из пересечения или совместно-

го расположения линий метрополитена, автомобильных и железных дорог:

- сочетание автодороги, железной дороги и метрополитена в одном высотном поясе;
- сочетание автодороги, железной дороги и метрополитена в 2-3 высотных поясах;
- сочетание транспортной автомобильной развязки, железной дороги и метрополитена в 3 и более высотных поясах.

Совмещение площадных и линейных образований, выделенных по предложенным критериям (в соответствии с табл. 1) второй индивидуальной иерархической подсистемы перекрестного двухрядного районирования урбанизированных территорий позволяет выделить конечные таксоны данного районирования, имеющие определенные индексы. Например, таксон I-3Жт(3)-ГА(2)-а – территория начала осваиваться до 1949 г., сейчас относится к застроенной жилой зоне, плотность застройки низкая. В пределах этой территории расположена автодорога, относящаяся ко 2-му типу (дорога проходит по мосту), преобладающий тип застройки – типовые 5-этажные кирпичные здания, построенные в период с середины 1970-х до середины 1980-х гг. Данная характеристика таксона соответствует определенной степени техногенной нагруженности, выраженной через количественные и качественные параметры и рецепиенты опасности с соответствующим буквенно-цифровым индексом.

Конечные таксоны районирования обособляются путем наложения друг на друга двух независимых и индивидуальных (иерархических) по содержанию подсистем районирования по основным природным и техногенным факторам. Охарактеризованный выше таксон I-3Жт(3)-ГА(2)-а может располагаться в пределах территорий (участков), подверженных воздействию различных опасных природных процессов, ответствующих конечным таксонам районирования. Конечные таксоны отвечают различным сценариям формирования риска потерь в зависимости от взаимодействия опасных процессов и различных рецепиентов.

## ВЫВОДЫ

Предложенное районирование урбанизированных территорий по природным и техногенным факторам позволяет выделить конечные таксоны, характеризующиеся определенным сценарием формирования риска, непосредственно обусловленным природной составляющей (опасные процессы определенной интенсивности) и техногенной (определенные реципиенты опасности – здания, сооружения, коммуникации и т.п.).

**Источник финансирования.** Работа выполнена в рамках проекта РНФ 16-17-00125 «Оценка риска опасных природных процессов на урбанизированных территориях».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Певнев А.К., Черников А.Я. Современное тектоническое строение территории города Москвы

по данным геодезического мониторинга // Геодезия и картография. 2010. № 3. С. 40-50.

2. Природные опасности России. Оценка и управление природными рисками. Тематический том / Под ред. А.Л. Рагозина. М.: Издательская фирма “КРУК”, 2003. 320 с.

## REFERENCES

1. Pevnev, A.K., Chernikov, A.Ya. *Sovremennoe tektonicheskoe stroenie territorii goroda Moskvy po dannym geodezicheskogo monitoring* [Modern tectonic structure of Moscow city territory according to geodetic monitoring data]. *Geodeziya i kartografiya*, 2010, no. 3, pp. 40-50 (in Russian)
2. *Prirodnye opasnosti Rossii. Otsenka i upravlenie prirodnymi riskami* [Natural hazards of Russia. Assessment and management of natural risks], vol. 6, Ragozin, A.L., Ed., Moscow, KRUK Publ., 2003, 320 p. (in Russian)

## SPECIFICS OF ZONING URBAN AREAS FOR ASSESSING RISK CAUSED BY NATURAL HAZARDS

© 2019 V. N. Burova

*Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences,  
Ulanskii per., 13, str. 2, Moscow, 101000 Russia  
E-mail: valentina\_burova@mail.ru*

Urbanized areas are considered as single natural and technogenic systems. Ensuring safe development of urban areas is associated with natural risk assessments. It is proposed to carry out a special zoning of urban areas. In the selected areas, risk is formed according to certain scenarios. The proposed zoning involves a successive subdivision of the city territory by natural and technological factors using usually only one feature at each step. As a result, we come up with relatively homogeneous areas. Thus, a consistent division of a total into parts for each group of factors is achieved. Various combinations of these factors are also taken into account when distinguishing typological taxons.

**Keywords:** *urban area, natural and technogenic factors, final zoning taxons, zoning criteria, typification criteria, index designations.*

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-780920196106-111>