УДК 502: 911.2; 504.54: 911.52; 519.876

РЕЙТИНГ ДРЕВОСТОЕВ И КУСТАРНИКОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПО ЛУЧШЕМУ КАДАСТРОВОМУ КВАРТАЛУ

Кудряшова А.И., Мазуркин П.М.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: Little-one7@yandex.ru, kaf_po@mail.ru

В любой городской среде классификации ООН классов почвенного покрова соответствуют три элемента растительного покрова: газоны, древесные насаждения (древостои) и кустарник обычный. Для выявления статистических закономерностей одновременно по древостоям и кустарникам было принято известное в нашей стране функциональное зонирование городской застройки. Картографическими измерениями в ГИС «Карта 2011» на примере г. Йошкар-Олы была выделена «Зона застройки многоэтажными жилыми домами». Рассмотрены параметры древостоев и кустарников: площадь и периметр, коэффициенты абсолютной и относительной формы. Получены двухчленные уравнения ранговых распределений у обоих типов растительности, проведен рейтинг и выбран лучший элемент растительности среди древостоев и кустарников по экологическим условиям.

Ключевые слова: город, кадастровые кварталы, древостои и кустарники, распределения, закономерности, рейтинг, лучший элемент растительности

THE RATING OF TREE STANDS AND SHRUBS IN THE URBAN ENVIRONMENT AT THE BEST OF THE CADASTRAL QUARTER

Kudryashova A.I., Mazurkin P.M.

Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, e-mail: Little-one7@yandex.ru, kaf_po@mail.ru

In any urban environment, the UN classification of soil classes meet the three elements of vegetation: lawns, tree plantations (stands) and ordinary shrub-tion. In order to identify statistical regularities simultaneously stands of shrubs was made known in our country, the functional zoning of urban development. Kar-tograficheskimi measurements in GIS «Map 2011» on the example of Yoshkar-Ola was allocated «zone Building multi-story apartment buildings». Parameters considered and stands couscous tarnikov: area and perimeter, the coefficients of absolute and relative forms. Binomial equation derived rank distributions of both types of vegetation, held Rey Thing and choose the best element among the stands of vegetation and shrubs on the environmental conditions.

Keywords: city, cadastral quarter, the stands of trees and shrubs, distribution, patterns, rating, the best element of the vegetation

По классификации ООН [7] среди 11 классов почвенного покрова первые три составляют: травяной покров, древесно-кустарниковая растительность и леса. В городе им соответствуют три элемента растительного покрова: газоны, древесные насаждения (древостои) и кустарник обычный. В городе Йошкар-Оле чистых газонов почти не оказалось, поэтому большинство земельных участков на кадастровых кварталах имеют растительность в виде древостоев и кустарников.

Для примера статистического моделирования [1–6] на лучшем по экологическим условиям кадастровом квартале 0703003 (№ 21) были рассмотрены элементы растительного покрова (древостои и кустарники вместе). Фрагмент исходных данных по общему количеству 222 элементов показан в табл. 1.

Таблица 1

Параметры элементов растительности лучшего кадастрового квартала в зоне многоэтажных жилых домов с ранговыми местами

№ п/п	Параметры растительности				Параметр формы элементов РП			
	R_P	P, м	R_S	S, м^2	R_{as}	s, м	R_γ	γ, %
1	14	202,4	14	1076,5	28	5,32	204	2,6268
2	23	148,5	18	905,8	12	6,10	150	4,1065
3	60	107,8	78	304,0	130	2,82	205	2,6154
…	…	…	…	…	…	…	…	…
220	218	18,1	218	19,9	217	1,10	73	6,0910
221	221	11,1	221	7,9	221	0,71	56	6,3924
222	209	24,8	211	36,5	210	1,47	78	5,9588

Параметры растительного покрова по сумме элементов имеют одинаковый вектор «лучше → хуже» предпорядка предпочтительности (стрелка ↑ означает вектор ориентации: чем больше, тем лучше):

P↑ – периметр всех элементов растительного покрова на одном квартале, м;

S↑ – площадь земельных участков на лучшем кадастровом квартале под элементами растительного покрова (древостои + кустарники), м^2;

s↑ – коэффициент абсолютной формы $s = S_p / P_p$ всех элементов древостоев и кустарников, расположенных на одном лучшем кадастровом квартале;

γ↑ – коэффициент относительной формы $\gamma = 100 S_p / P_p^2$.

Ранговые распределения. Вектор предпорядка предпочтительности «лучше → хуже» у всех пяти факторов одинаков: чем больше, тем лучше.

На рис. 1 показаны ранговые распределения по четырем параметрам.

По четырем параметрам элементов растительности (древостои и кустарники) получены уравнения ранговых распределений, расставленные по убыванию адекватности:

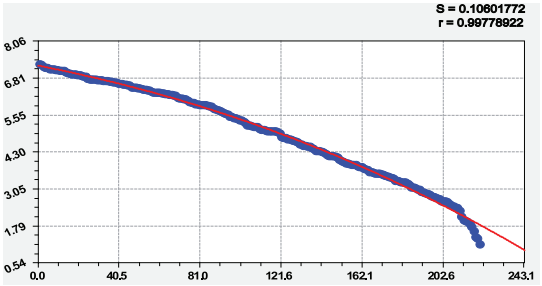
$$\gamma = 7{,}10945 \exp\left(-0{,}22967 R_\gamma^{\,0{,}95344}\right); \quad (1)$$

$$s = 7{,}27000 \exp\left(-0{,}02451 R_{as}^{\,1{,}14525}\right); \quad (2)$$

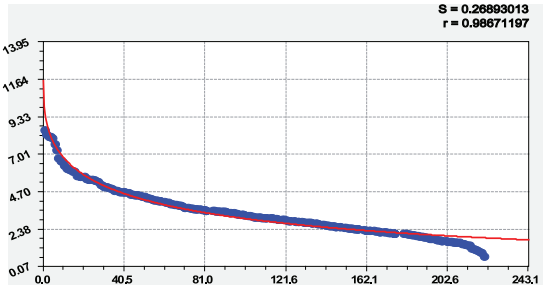
$$S_д = 52161{,}437 \exp\left(-0{,}11107 R_S^{\,0{,}93199}\right); \quad (3)$$

$$P = 9011{,}3378 \exp\left(-0{,}017442 R_p^{\,1{,}43765}\right). \quad (4)$$

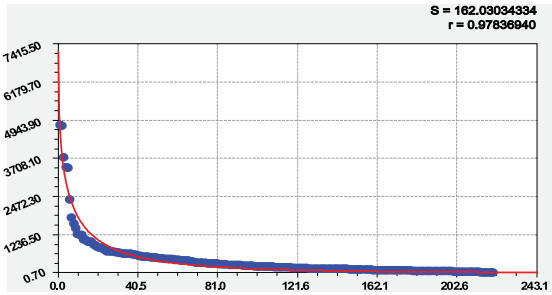
Наиболее точно получается коэффициент относительной формы, а с наибольшей погрешностью измеряется периметр элементов растительного покрова. При этом все закономерности соответствуют экспоненциальному закону гибели.



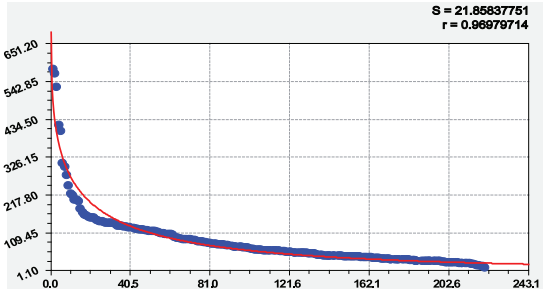
1) коэффициент относительной формы



2) коэффициент абсолютной формы

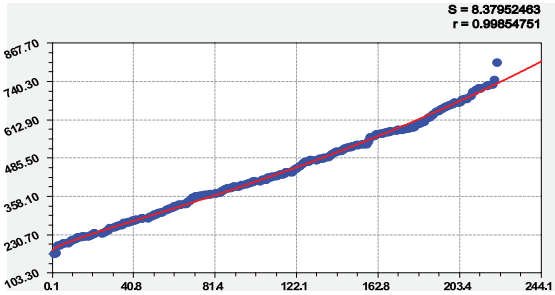


3) площадь древостоев



4) периметр древостоев

Рис. 1. Ранговые распределения элементов РП на лучшем кадастровом квартале



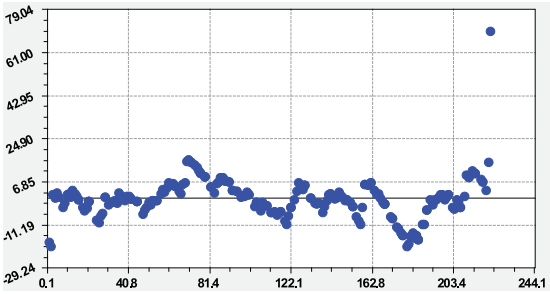


Рис. 2. Графики рейтинга элементов РП лучшего кадастрового квартала

Рейтинг среди 222 элементов РП дается (рис. 2) формулой

$$\sum R = 69,47528 \exp\left(0,0025332 I_э^{1,59004}\right). \quad (5)$$

Уравнение (5) соответствует экспоненциальному закону роста. При этом остатки показывают сильные изменения по концам статистического ряда. Это означает, что нужно обратить внимание на первый и последний элемент растительного покрова.

Рейтинг факторов по рангам. Без статистического моделирования можно выявить значимость каждого из четырех факторов, а также определить рейтинг среди 222 элементов растительного покрова.

Для этого из данных табл. 1 принимаем только ранги параметров и поставим их в табл. 2. После просуммируем все ранги по четырем столбцам и запишем как сумму рангов $\sum R$. Далее проводим ранжирование по местам.

Из данных табл. 2 видно, что с экологических позиций лучшим элементом растительного покрова стал земельный участок № 203. Его необходимо тщательно обследовать геодезическими методами измерений. Это позволит также оценить максимальную погрешность картографических измерений в ГИС «Карта 2011».

Далее проводим суммирование по всем 222 строкам и получаем рейтинг среди четырех факторов. Как показатель на первом месте оказался коэффициент абсолютной формы, на втором месте располагается периметр земельного участка.

Далее выполним факторный анализ лучшего квартала по растительности. Он предполагает, кроме ранговых распределений, выявление закономерностей так называемых бинарных отношений между четырьмя выделенными факторами.

Исходные данные. Фрагмент исходных данных приведен в табл. 3.

Таблица 2

Ранговые распределения параметров участков растительности на лучшем кадастровом квартале зоны многоэтажных жилых домов города Йошкар-Олы

№ п/п	R_P	R_S	R_{as}	R_γ	$\sum R$	$I_э$
1	14	14	28	204	260	33
2	23	18	12	150	203	8
3	60	78	130	205	473	127
…	…	…	…	…	…	…
203	15	9	5	138	167	1
…	…	…	…	…	…	…
220	218	218	217	73	726	217
221	221	221	221	56	719	214
222	209	211	210	78	708	211
$\sum R$	24513	24527	24488	24531	98059	–
I_y	2	3	1	4	–	–

Таблица 3

Параметры растительности на лучшем кадастровом квартале

№ п/п	Параметры РП		Форма элементов	
	P, м	S, м^2	s, м	γ, %
1	202,4	1076,5	5,32	2,6268
2	148,5	905,8	6,10	4,1065
3	107,8	304,0	2,82	2,6154
…	…	…	…	…
220	18,1	19,9	1,10	6,0910
221	11,1	7,9	0,71	6,3924
222	24,8	36,5	1,47	5,9588

Таблица 4

Корреляционная матрица и рейтинг факторов по детерминированным моделям

Факторы как объясняющие переменные x	Факторы – показатели y				Сумма коэффициента корреляции	Рейтинг I_x
	P, м	S, м^2	s, м	γ, %		
Периметр P, м	0,9698	0,9653	0,8748	0,8249	3,6348	1
Площадь S, м^2	0,9771	0,9784	0,9570	0,7118	3,6243	2
Абсолютная форма s, м	0,8325	0,9260	0,9867	0,4870	3,2322	3
Относительная форма γ, %	0,8662	0,7246	0,5009	0,9978	3,0895	4
Сумма коэффициента корреляции	3,6456	3,5943	3,3194	3,0215	13,5808	–
Рейтинг I_y	1	2	3	4	–	0,8488

В табл. 4 приведены коэффициенты корреляции закономерностей ранговых и бинарных распределений. Все параметры древостоев и кустарников взаимосвязаны из-за того, что они зачастую встречаются вместе на одном земельном участке.

В нашем примере коэффициент коррелятивной вариации будет равен $13{,}5808/4^2 = 0{,}8488$. Это высокий показатель функциональной связности отдельных элементов системы «кадастровый квартал – элемент растительного покрова». По рейтингу среди влияющих переменных на первом месте оказался периметр, на втором – площадь. Как показатель на первом месте находится также периметр, на втором – площадь. При этом древостой и кустарник оказались равно значимыми. Такое соответствие между двумя классами почвенного покрова по ООН достоверно для города Йошкар-Олы, находящегося в средней полосе Европейской части Российской Федерации. Для других климатических зон может оказаться, что значимее древостой или же кустарник.

Корреляционная матрица бинаров. Рассмотрим без строк и столбцов из табл. 4 только коэффициенты корреляции выявленных закономерностей (табл. 5).

Из 12 уравнений можно выбрать закономерности с любым допустимым уровнем адекватности по коэффициенту корреляции. Чаще всего выделяют сильные биотехнические закономерности с коэффициентом корреляции $r \geq 0{,}7$. Из 12 формул ($4^2 - 4 = 12$) остались 10 уравнений (табл. 6, рис. 3), имеющие тесноту связи по коэффициенту корреляции более 0,7, то есть те которые относятся к сильным связям. Поэтому доля сильных связей составмт $100 \cdot 10/12 = 83{,}33$ %. Они могут быть применены при составлении комплекса уравнений у имитационной модели поведения элементов РП внутри кадастрового квартала города.

В табл. 7 даны уравнения 10 сильных бинаров.

Таблица 5

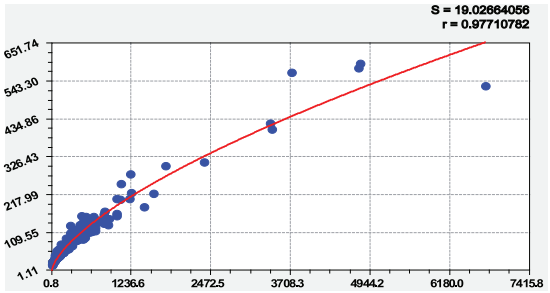
Корреляционная матрица бинарных отношений факторов

Факторы как объясняющие переменные x	Факторы – показатели y			
	P, м	S, м^2	s, м	γ, %
Периметр P, м		0,9653	0,8748	0,8249
Площадь S, м^2	0,9771		0,9570	0,7118
Абсолютная форма s, м	0,8325	0,9260		0,4870
Относительная форма γ, %	0,8662	0,7246	0,5009	

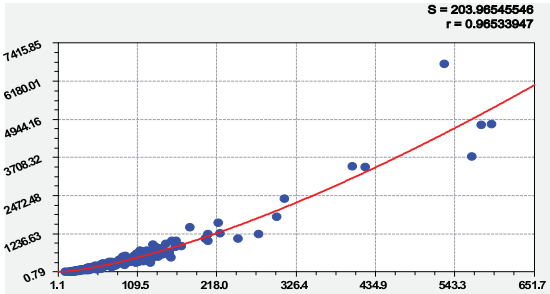
Таблица 6

Корреляционная матрица по сильным бинарным связям при $r \geq 0{,}7$

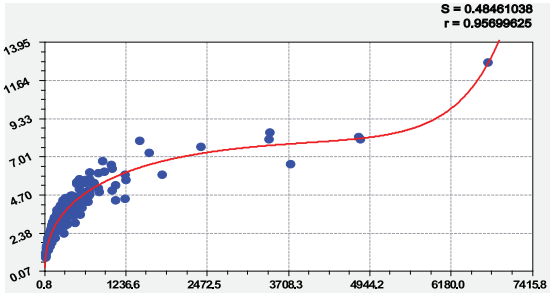
Факторы как объясняющие переменные x	Факторы – показатели y			
	P, м	S, м^2	s, м	γ, %
Периметр P, м		0,9653	0,8748	0,8249
Площадь S, м^2	0,9771		0,9570	0,7118
Абсолютная форма s, м	0,8325	0,9260		
Относительная форма γ, %	0,8662	0,7246		



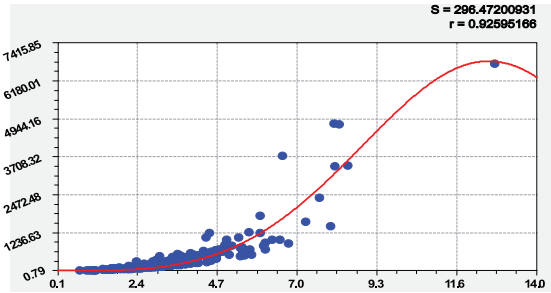
1) зависимость – $P = f(S)$



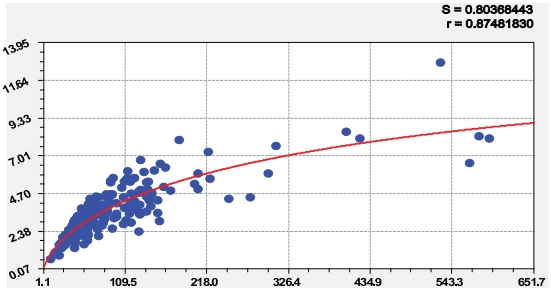
2) формула – $S = f(P)$



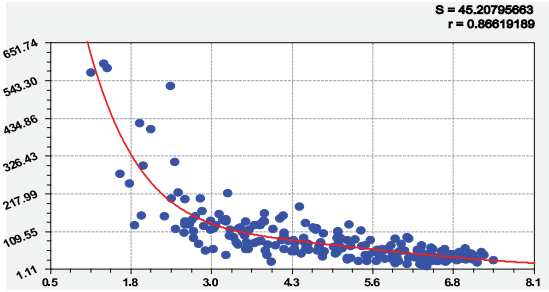
3) выражение – $s = f(S)$



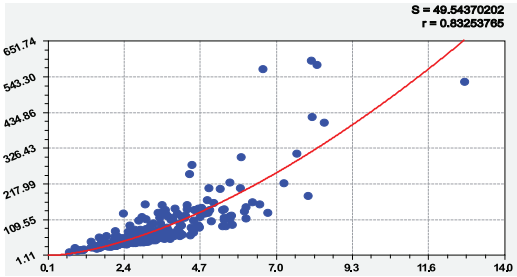
4) закономерность – $S = f(s)$



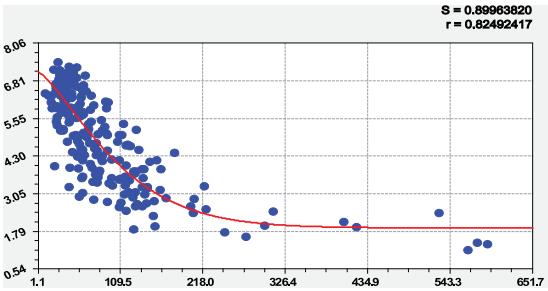
5) зависимость – $s = f(P)$



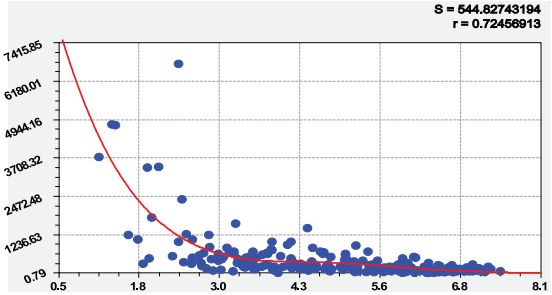
6) формула – $P = f(\gamma)$



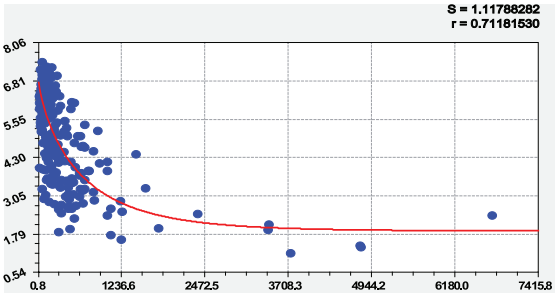
7) выражение – $P = f(s)$



8) закономерность – $\gamma = f(P)$



9) формула – $S = f(\gamma)$



10) выражение – $\gamma = f(S)$

Рис. 3. Графики сильных бинаров элементов РП на лучшем кадастровом квартале

Таблица 7

Рейтинг сильных бинарных отношений между параметрами элементов растительного покрова на лучшем кадастровом квартале

№ п/п	Влияние $x \to y$	Формула влияния фактора $x \to y$	Коэффициент корреляяции
1	$P = f(S)$	$P = 1{,}93583S^{0{,}66073}$	0,9771
2	$S = f(P)$	$S = 0{,}56687P^{1{,}43167}$	0,9653
3	$s = f(S)$	$s = 2{,}73274\exp\left(0{,}0013412S^{1{,}00949}\right)+$ $+0{,}36112S^{0{,}41162}\exp\left(-8{,}99941\cdot10^{-5}S^{0{,}99385}\right)$	0,9570
4	$S = f(s)$	$S = 2{,}55543s^{3{,}50178}\exp\left(-0{,}00010496s^{3{,}60905}\right)$	0,9259
5	$s = f(P)$	$s = 1{,}67982P^{1{,}20184}\exp\left(-2{,}38347P^{0{,}14513}\right)$	0,8748
6	$P = f(\gamma)$	$P = 2663{,}4049\exp\left(-1{,}28625\gamma^{0{,}85202}\right)+$ $+3{,}78717\gamma^{6{,}24373}\exp\left(-1{,}69152\gamma^{0{,}91726}\right)$	0,8662
7	$P = f(s)$	$P = 11{,}19190s^{1{,}60036}$	0,8325
8	$\gamma = f(P)$	$\gamma = 5{,}19704\exp\left(-0{,}0015868P^{1{,}35754}\right)+1{,}91091$	0,8249
9	$S = f(\gamma)$	$S = 11815{,}0154\exp\left(-0{,}83230\gamma^{1{,}25540}\right)+$ $+0{,}00091179\gamma^{16{,}01309}\exp\left(-1{,}71814\gamma^{1{,}26688}\right)$	0,7246
10	$\gamma = f(S)$	$\gamma = 4{,}88713\exp\left(-0{,}0057018S^{0{,}79880}\right)+1{,}89940$	0,7118

Статистическим моделированием параметров участков с растительностью (древостои и кустарник) на лучшем по экологическим свойствам кадастровом квартале выявляются более 83 % сильных биотехнических закономерностей с уровнем адекватности более 0,7. Из 10 сильных закономерностей (1), (2) и (7) изменяются по простой конструкции закона экспоненциального роста. Формулы (4) и (5) изменяются по биотехническому закону. Остальные формулы содержат по две составляющие, из которых наиболее сложные по конструкции уравнения (3), (6) и (9).

Заключение

По рейтингу растительности среди влияющих переменных на первом месте оказалась площадь растительности на кадастровом квартале, на втором – периметр, как показатель на первом месте находится коэффициент относительной формы, на втором – периметр всех элементов растительного покрова.

Список литературы

1. Кудряшова А.И. Рейтинг земель Тульской области по районам // Опыт прошлого – взгляд в будущее: материалы 4-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – Тула: ТулГУ, 2014. – С. 376–381.

2. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Динамика онтогенеза листьев дерева. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – 172 с.

3. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Закономерности онтогенеза листьев деревьев. Динамика роста листьев липы и березы в чистой и загрязненной автомобильными выхлопами городской среде. – Германия: LAB LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 100 с. ISBN 978-3-659-68893-2.

4. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И., Фадеев А.Н. Закономерности распределения кадастровых участков города Йошкар-Ола // Труды Поволжского ГТУ. Сер.: Технологическая. Вып. 3. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – С. 259–263.

5. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И., Фадеев А.Н. Закономерности распределения кадастровых кварталов в общественно-деловой зоне города // Управление территорией: современные подходы и методы: матер. междунар. научно-практ. конф. – Пенза: ПГУАС, 2015. – С. 58–62.

6. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И., Фадеев А.Н. Вейвлет-анализ распределений центров кадастровых кварталов города // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 8. – С. 61–70.