

УДК 656.13/73.31.17

**ИЗУЧЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ  
ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ  
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
В РОСТОВЕ-НА-ДОНУ**

*Феофилова А. А.*

Донской государственной технической  
университет, Ростов-на-Дону, Российская  
Федерация

[feofilowa@mail.ru](mailto:feofilowa@mail.ru)

Представлены результаты анализа изменения интенсивности дорожного движения на участках ул. Большая Садовая в г. Ростове-на-Дону. Построены графики распределения значений в течение суток по будним и выходным дням, графики периодограмм и спектральной плотности, позволяющие отследить пиковые значения колебаний интенсивности. Методами спектрального анализа выявлены суточные и внутрисуточные периоды изменения интенсивности.

**Ключевые слова:** интенсивность дорожного движения, неравномерность, спектральный анализ.

**Введение.** Ростов-на-Дону — важнейший транспортный узел на юге России, который называют «воротами Кавказа» и южной столицей страны. В настоящее время в городе существует ряд дорожно-транспортных проблем, тормозящих его развитие. Стремительное повышение уровня автомобилизации в Ростове-на-Дону и невозможность необходимого оборота транспортных потоков при существующей дорожной сети приводят к огромным экономическим издержкам. В донской столице центральная часть улично-дорожной сети используется на пределе пропускной способности. В сложившихся условиях для обеспечения высокого уровня развития города необходимо в срочном порядке улучшать работу транспортной сети. В основе таких мероприятий, как правило, лежит изучение изменения интенсивности дорожного движения. Это и определяет интерес к изучению закономерностей изменения интенсивности как во времени, так и в пространстве. Цель данной работы — на примере ул. Большая Садовая проанализировать изменения интенсивности дорожного движения в городе, представив результаты в виде графической информации.

Вопросами учета временной неравномерности при организации дорожного движения занимались многие отечественные исследователи, в числе которых С. А. Ваксман, В. Г. Живоглядов, В. В. Зырянов, В. Е. Каганович, Г. И. Клинковштейн, В. В. Сильянов, а также зарубежные — Д. Дрю, Ф. В. Вебстер, Г. С. Левинсон, А. Д. Миллер, Дж. К. Оппенлендер, К. Робинсон и другие [1–4].

**Исследование изменения интенсивности дорожного движения в течение суток.** Сбор и обработка данных по интенсивности движения и скорости выполнены путем автоматизированной непрерывной регистрации с усреднением по пятиминутным периодам для каждой полосы и направления движения.

UDC 656.13/73.31.17

**STUDY ON TRAFFIC FLOW DENSITY IN  
ROSTOV-ON-DON**

*Feofilova A. A.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[feofilowa@mail.ru](mailto:feofilowa@mail.ru)

The article presents the results of the analysis of traffic flow density on Bolshaya Sadovaya Street in Rostov-on-Don. The graphs of values distribution during the day on weekdays and weekends, graphs of periodograms and spectral density, allowing to track peak values of flow's fluctuations, are constructed. Diurnal and intra-hour periods of intensity changes are found by the methods of spectral analysis.

**Keywords:** traffic flow density, unevenness, spectral analysis.

В ходе исследования данные фиксировались в течение суток для каждого из дней недели в период с 25.11.17 по 1.12.17. Изменение интенсивности дорожного движения в течение суток на участках ул. Б. Садовая по направлениям представлено на рис. 1–4. Как видно на представленных рисунках, графики изменения интенсивности движения в рабочие дни очень похожи, при этом разброс значений интенсивностей в пиковые периоды для рабочих дней не превышает 5 %. Отмечаются некоторые различия в изменении интенсивности в выходные дни недели, что указывает на ее неравномерность.

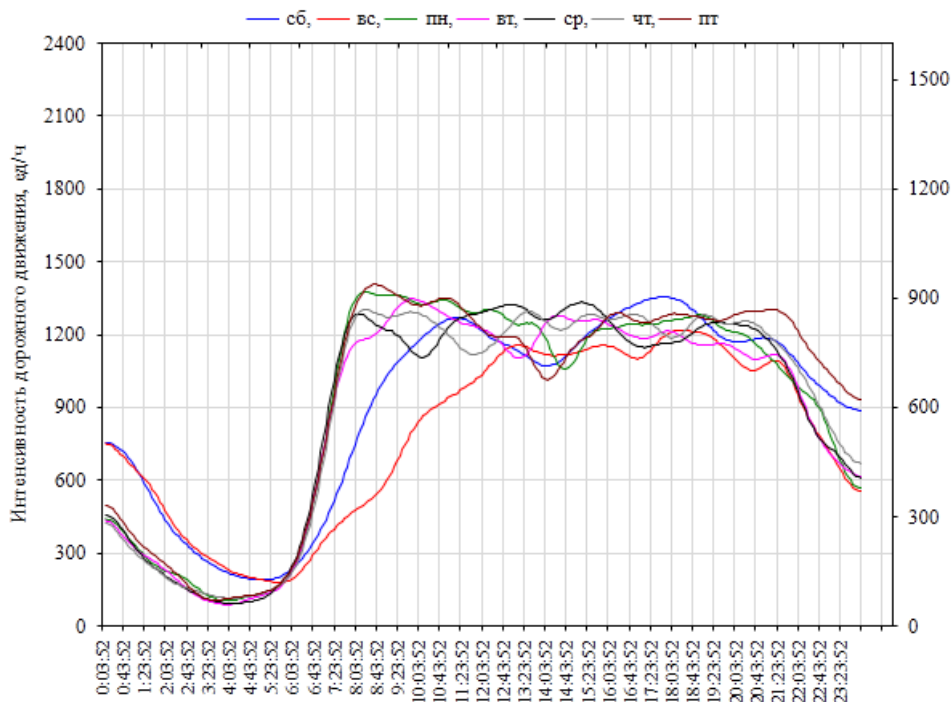


Рис. 1. Изменение интенсивности дорожного движения в течение суток на ул. Б. Садовая — пр. Ворошиловский (направление ТП — на запад)

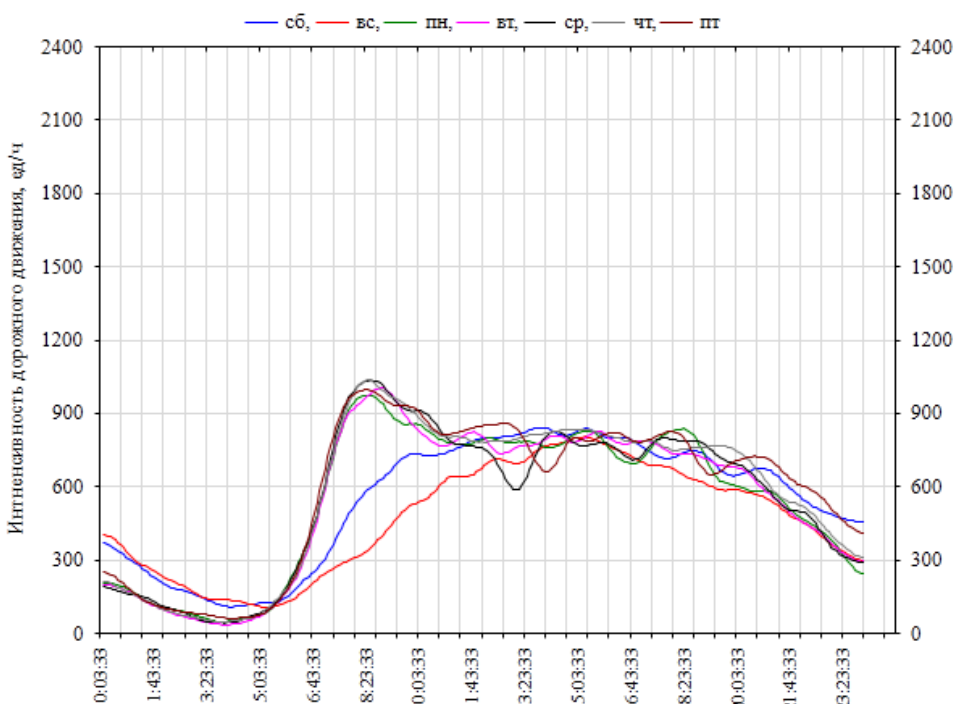


Рис. 2. Изменение интенсивности дорожного движения в течение суток на ул. Б. Садовая — пр. Ворошиловский (направление ТП — на восток)

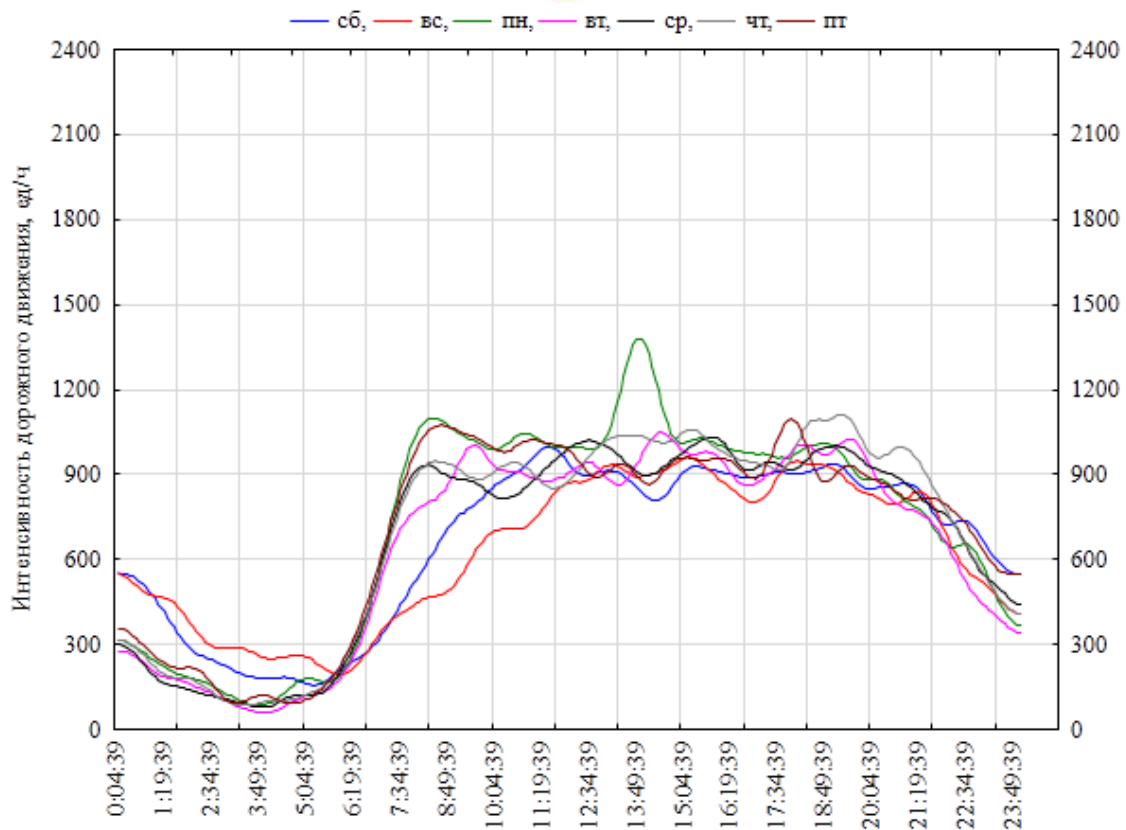


Рис. 3. Изменение интенсивности дорожного движения в течение суток на ул. Б. Садовая — пр. Буденновский (направление ТП — на запад)

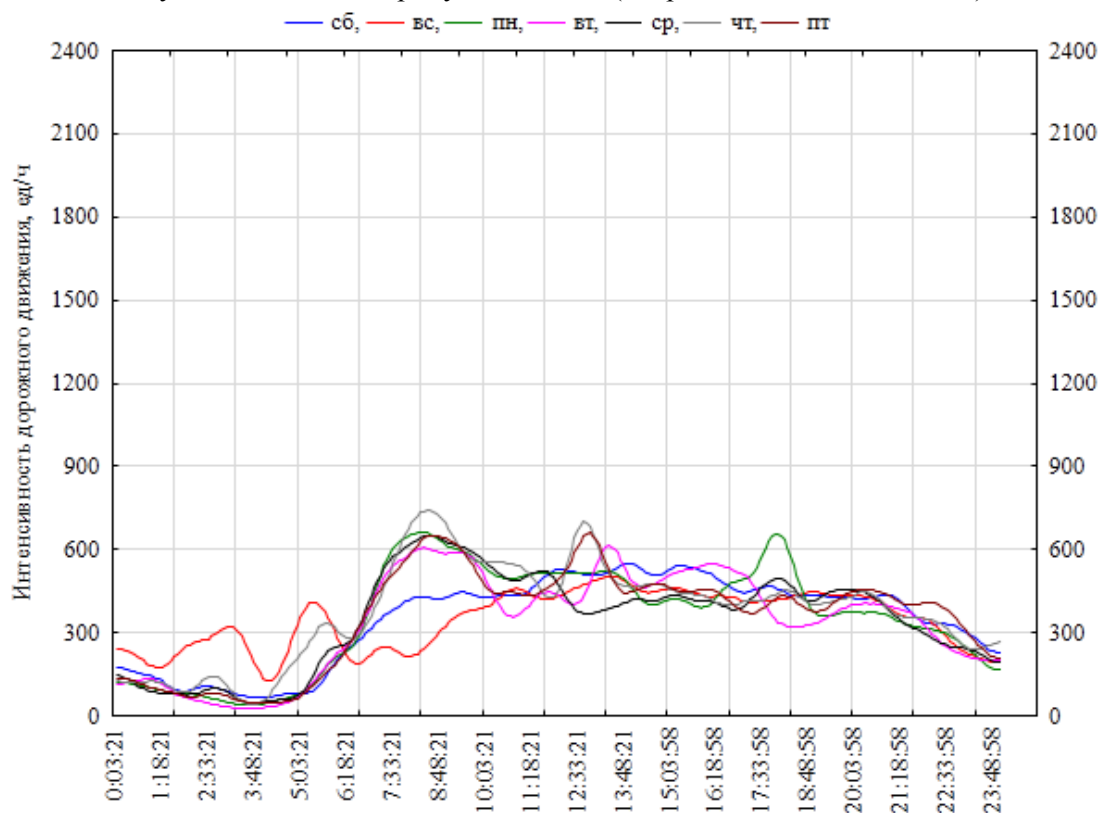


Рис. 4. Изменение интенсивности дорожного движения в течение суток на ул. Б. Садовая — пр. Буденновский (направление ТП — на восток)

Анализ графиков изменения интенсивности дорожного движения в течение суток на ул. Б. Садовая позволил вывести следующие тенденции:

- 1) интенсивность дорожного движения изменяется неравномерно в течение недели в группировке по выходным и рабочим дням;
- 2) рост интенсивности дорожного движения в течение всей недели независимо от дня недели начинается около 7:00, послепиковый спад интенсивности движения приходится на 20:00;
- 3) пиковый период детектируется с 7:00 до 20:00 с различным характером распределений интенсивности в нем (рис.5).

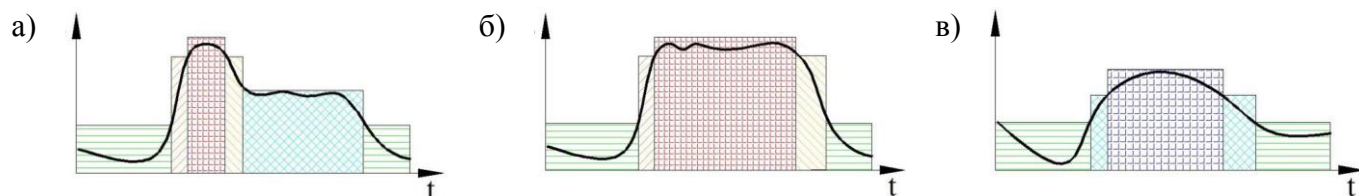


Рис. 5. Типовые варианты распределения интенсивностей дорожного движения в течение суток на ул. Б. Садовая: а) один утренний пик; б) один продолжительный пик; в) один пик (выходной день) [5, 6]

**Исследование неравномерности изменения интенсивности дорожного движения.** Для исследования неравномерности ТП был применен спектральный анализ, позволяющий определить период колебаний интенсивности дорожного движения. В качестве исходных для спектрального анализа выбраны отрезки измерения интенсивности с 7 до 20 часов. Определение интенсивности проводилось пятиминутными интервалами. Исходные отрезки были выбраны из статистических данных, полученных в результате измерения интенсивности на ул. Б. Садовая с 22.09.17 по 1.12.17. Проведение преобразования Фурье и последующий спектральный анализ колебаний интенсивности выполнялись с помощью пакета программ обработки статистических данных Statistica 12 [7].

Было изучено изменение интенсивности дорожного движения на участках ул. Большая Садовая — пр. Ворошиловский, ул. Большая Садовая — пр. Буденновский по рабочим и выходным дням. Получены графики периодограмм и спектральной плотности, позволяющие отследить пиковые значения колебаний, соответствующих определенным частотам и периодам измерений (в табл. 1 выделены цветом). Полученные значения в дальнейшем преобразуются в периоды суточной и внутрисуточной неравномерности интенсивности дорожного движения. Результаты анализа представлены на рис. 6–9 и в табл. 1–4.

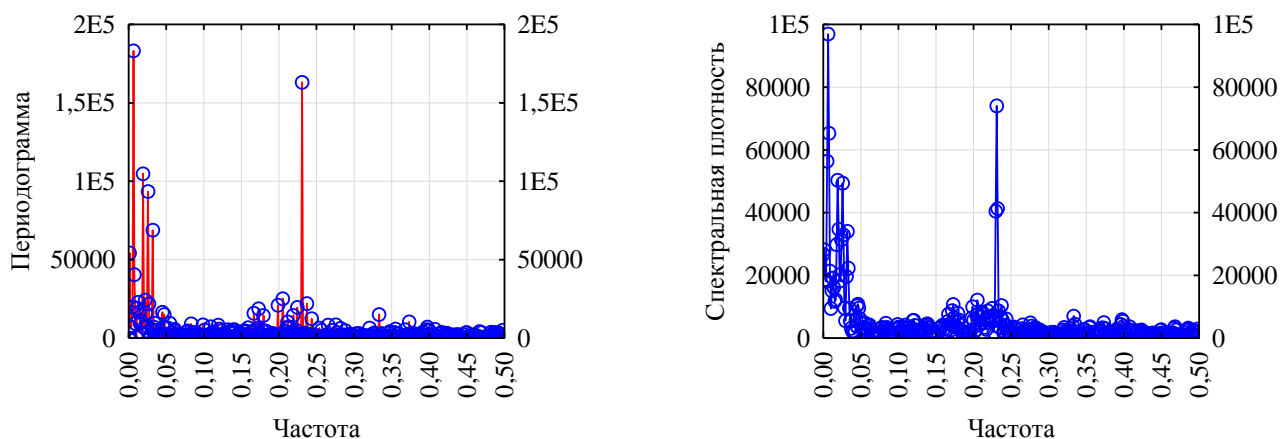


Рис. 6. Графики периодограмм и спектральной плотности на участке ул. Б. Садовая — пр. Ворошиловский (рабочие дни)

Таблица 1

Результаты спектрального анализа для участка  
ул. Б. Садовая — пр. Ворошиловский (рабочие дни) (фрагмент)

Частота	Число периодов измерений	Косинус коэфф.	Синус коэфф.	Периодо-грамма	Спектральная плотность
0,000		0,000	0,000	0,000	26693,260
0,001	780,000	11,774	-0,767	54289,200	28168,960
0,003	390,000	-1,716	-3,957	7253,300	18691,100
0,004	260,000	0,668	-4,142	6866,400	18089,800
...	...	...	...	...	...
0,228	4,382	-0,019	0,595	138,1	6995,4
0,229	4,358	1,301	1,992	2206,8	40498,38
0,231	4,333	3,859	-20,082	163084,1	73999,74
0,232	4,309	2,194	-0,972	2246,2	41290,33

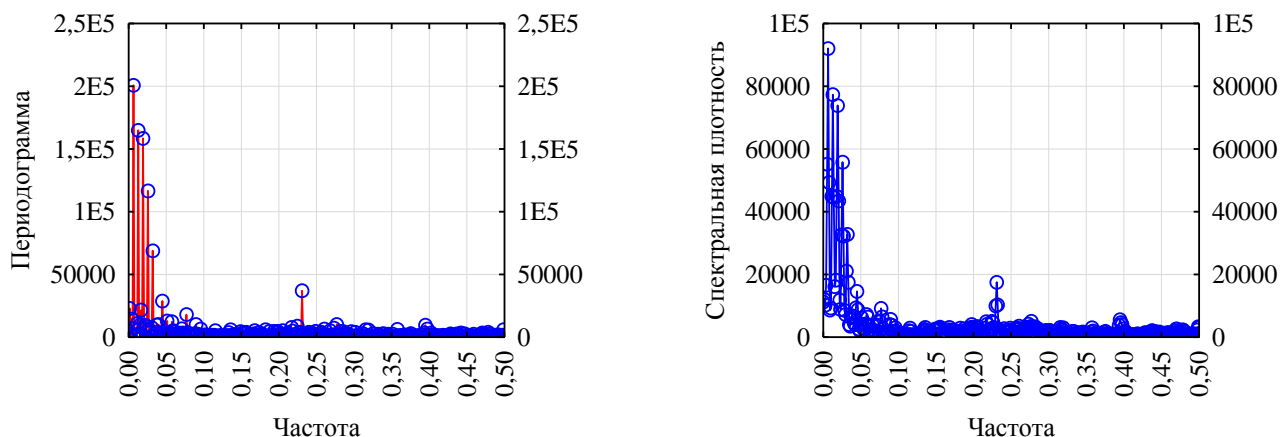


Рис. 7. Графики периодограмм и спектральной плотности на участке  
ул. Б. Садовая — пр. Буденновский (рабочие дни)

Таблица 2

Результаты спектрального анализа для участка  
ул. Б. Садовая — пр. Буденновский (рабочие дни) (фрагмент)

Частота	Число периодов измерений	Косинус коэфф.	Синус коэфф.	Периодо-грамма	Спектральная плотность
0,005	195,000	-0,800	7,095	19884,200	56410,540
0,006	156,000	21,355	-3,711	183217,200	96959,070
0,008	130,000	0,750	10,179	40625,400	65289,130
0,009	111,429	-0,822	-4,823	9333,300	21350,120
0,010	97,500	1,305	-0,190	678,400	9430,030
...	...	...	...	...	...
0,229	4,358	-0,715	2,042	1825,5	9987,82
0,231	4,333	-9,726	0,357	36938,2	17522,6
0,232	4,309	-1,634	1,785	2283,9	10232,25

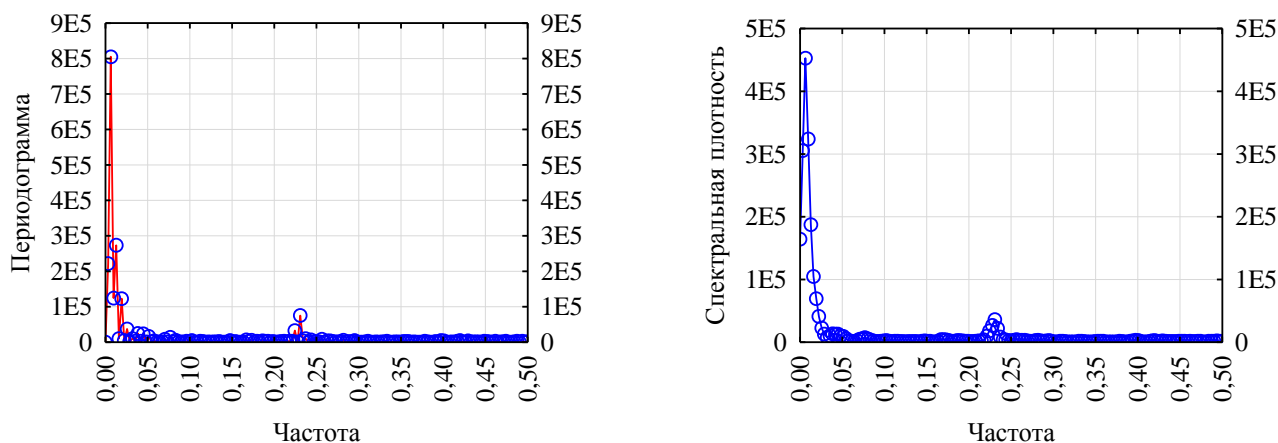


Рис. 8. Графики периодограмм и спектральной плотности на участке ул. Б. Садовая — пр. Ворошиловский (выходные дни)

Таблица 3

Результаты спектрального анализа для участка ул. Б. Садовая — пр. Ворошиловский (выходные дни) (фрагмент)

Частота	Число периодов измерений	Косинус коэфф.	Синус коэфф.	Периодограмма	Спектральная плотность
0,000		0,000	0,000	0,000	164409,800
0,003	312,000	22,899	29,945	221682,200	305487,000
0,006	156,000	-58,550	-41,648	805382,700	452785,100
0,010	104,000	-1,725	28,208	124593,200	323962,200
0,013	78,000	-24,696	-33,798	273340,800	187728,200
...	...	...	...	...	...
0,228	4,394	2,070	1,454	998,300	26645,400
0,231	4,333	2,246	-21,808	74980,900	36134,500
0,234	4,274	-0,955	-4,785	3713,600	22173,700

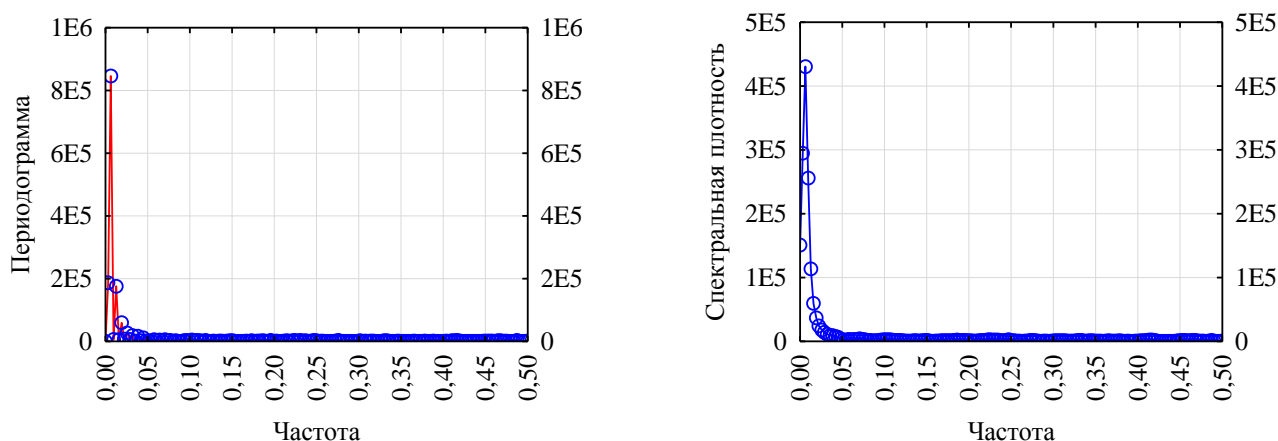


Рис. 9. Графики периодограмм и спектральной плотности на участке ул. Б. Садовая — пр. Буденновский (выходные дни)

Результаты спектрального анализа для участка  
ул. Б. Садовая — пр. Буденновский (выходные дни) (фрагмент)

Частота	Число периодов измерений	Косинус коэфф.	Синус коэфф.	Периодо-грамма	Спектральная плотность
0,000		0,000	0,000	0,000	150908,000
0,003	312,000	-5,780	34,197	187643,500	294667,500
0,006	156,000	-65,986	-32,707	846118,000	430756,000
0,010	104,000	-6,088	1,649	6205,800	256105,000
0,013	78,000	-12,055	-31,373	176209,500	113703,200
0,016	62,400	2,460	-5,107	5013,300	59461,700
...	...	...	...	...	...
0,237	4,216	-3,965	-0,048	2452,900	1567,600
0,240	4,160	-0,620	-0,114	62,000	1082,200
0,244	4,105	1,888	-1,980	1167,100	1613,400
0,247	4,052	3,961	2,992	3844,200	2435,400
0,250	4,000	-2,631	-2,099	1766,700	1861,600

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что на ул. Большая Садовая период колебаний интенсивности дорожного движения внутри часа не зависит от дня недели и составляет 21–23 минуты как в рабочие, так и в выходные дни. Суточная неравномерность определяется периодом колебаний интенсивности дорожного движения от 4,3 до 6,5 часа. Полученные результаты могут быть использованы для кластеризации состояний транспортных потоков, проведения исследований в области совершенствования светофорного регулирования.

#### Библиографический список

1. Ваксман, С. А. Внутрисуточная неравномерность загрузки сети магистральных улиц городов транспортными потоками / С. А. Ваксман // Развитие сети городских улиц и дорог: тез. докл. на Всесоюзной науч.-техн. конф. — Шауляй, 1981. — Ч. 1. — С.25–28.
2. Ваксман, С. А. Некоторые закономерности изменения интенсивности движения в транспортных узлах крупных городов / С. А. Ваксман // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. Материалы третьей международной научно-практической конференции. — Екатеринбург, 1996. — С. 43–47.
3. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю. — Москва : Транспорт, 1972. — 424 с.
4. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения. Учебник для автомобильно-дорожных вузов и факультетов / Г. И. Клинковштейн. — Москва : Транспорт, 2001. — 247 с.
5. Кашталинский, А. С. Учет внутрисуточной неравномерности транспортных потоков на регулируемых пересечениях / А. С. Кашталинский // Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы V междунар. заочной науч.-практ. конф. — Новокузнецк, 2016. — С. 38–43.
6. Кашталинский, А. С. Расчет параметров светофорного регулирования с учетом неравномерности движения транспортных потоков / А. С. Кашталинский // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки: материалы междунар. науч.-практ. конф. — Омск, 2014. — С. 254–256.
7. Бокс, Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс ; под ред. В. Ф. Писаренко. — Москва : Мир, 1974. — 406 с.