

## БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

<sup>1</sup>Пчельник О.А., <sup>2</sup>Нефёдов П.В., <sup>2</sup>Кунделеков А.Г., <sup>2</sup>Колычева С.С., <sup>2</sup>Нефёдова Л.В.

<sup>1</sup>Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) по Краснодарскому краю (350000, Краснодар, ул. Рашилевская, 100), e-mail: sith789@yandex.ru;

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия (350063, Краснодар, ул. Седина, 4), e-mail: pv37@mail.ru

Изучали взаимосвязь между удельным количеством (УК) базовых станций (БС) сотовой связи (единиц на 100 тысяч населения) и уровнем первичной заболеваемости взрослого населения (от 18 лет и старше, всего около 4 млн человек), а также частотой болезней III (D50-D89), IV (E00-E90) и V (F00-F99) классов в 44 районах Краснодарского края за 2001–2012 гг. Применяли регрессионный анализ, рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона, релятивный (RR) и атрибутивный (EF%) риски, сравнивая процент районов с прямой и обратной связью между УК БС и уровнем заболеваемости. Среди всех муниципальных образований края районы с прямой корреляционной связью между уровнем первичной заболеваемости и УК БС значительно преобладали над районами с обратной связью, однако наиболее значимыми рисками были в группе районов с наибольшим значением УК БС ( $t=3,7$ ;  $RR=3,67$ ;  $EF=72,7\%$ ;  $r=0,64$ ;  $P<0,05$ ). Взаимосвязь между УК БС и частотой болезнью III класса была статистически значимой (в целом среди всех 44 районов  $t=3,67$ ;  $RR=2,14$ ;  $EF=53,4\%$ ;  $r=0,824$ ;  $P<0,001$ ), за исключением группы районов с низким значением УК БС. Показана также существенная связь между частотой болезнью IV класса и развитием сети БС, в особенности в районах со средним уровнем УК БС ( $t=9,5$ ;  $RR=13,99$ ;  $EF=92,85\pm 6,65\%$ ;  $r=0,867$ ;  $P=0,0002$ ). Выявлена обратная связь между УК БС и распространенностью болезнью V класса (в целом среди 44 районов:  $t=11,3$ ;  $RR=7,8$ ;  $EF=87,1\%$ ;  $r=-0,9$ ;  $P=0,0001$ ).

Ключевые слова: Краснодарский край, базовые станции, сотовая связь, взрослое население, первичная заболеваемость, болезни III, IV, V классов, регрессионный анализ, коэффициент корреляции Пирсона, релятивный и атрибутивный риски

## BASE STATIONS OF MOBILE COMMUNICATIONS AND PUBLIC HEALTH OF KRASNODAR REGION

<sup>1</sup>Pchelnik O.A., <sup>2</sup>Nefedov P.V., <sup>2</sup>Kundelekov A.G., <sup>2</sup>Kolycheva S.S., <sup>2</sup>Nefedova L.V.

<sup>1</sup>Management of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (Rosпотребнадзор), the Krasnodar Region (350000, Krasnodar, Rashpilevskaya St., 100), e-mail: sith789@yandex.ru;

<sup>2</sup>Kuban state medical university, Krasnodar, Russia (350063, Krasnodar, Sedina St., 4), e-mail: pv37@mail.ru

We studied the relationship between the specific number base stations (SNBS) of cellular communication (units per 100 thousand population) and the level of primary morbidity of the adult population (18 years and older, only about 4 million people) and the frequency of disease III (D50-D89), IV (E00-E90) and V (F00-F99) classes in 44 districts of the Krasnodar Territory in 2001–2012. We used regression analysis, Pearson's correlation coefficient was calculated, relative (RR) and attribute (EF%) risk, comparing the percentage of districts with forward and backward linkages between the SNBS and morbidity. Of all the municipalities of the region areas with direct correlation between the level of the primary disease and the SNBS significantly prevailed over the areas of feedback, however, the most significant risk areas were in the group with the highest value of the SNBS ( $t=3,7$ ;  $RR=3,67$ ;  $EF=72,7\%$ ;  $r=0,64$ ;  $P<0,05$ ). The relationship between the SNBS and the frequency of the class III disease was statistically significant (generally among all 44 areas  $t=3,67$ ;  $RR=2,14$ ;  $EF=53,4\%$ ;  $r=0,824$ ;  $P<0,001$ ) for except for groups of areas with low SNBS. Also shown a significant relationship between the frequency of disease Class IV and BS network development especially in areas with an average level of the SNBS ( $t=9,5$ ;  $RR=13,99$ ;  $EF=92,85\pm 6,65\%$ ;  $r=0,867$ ;  $P=0,0002$ ). There was an inverse relationship between the SNBS and the spread of disease Class V (overall among 44 areas:  $t=11,3$ ;  $RR=7,8$ ;  $EF=87,1\%$ ;  $r=-0,9$ ;  $P=0,0001$ ).

Keywords: Krasnodar region, the base station, mobile communications, adult population, primary disease, illness III, IV, V classes, regression analysis, Pearson correlation of coefficient, relative and attributable risk.

Стремительный рост информационно-коммуникационных технологий в конце XX — начале XXI вв., повсеместное распространение мобильных телефонов (МТ) сотовой связи и базовых станций (БС) для их обслуживания сформировали наиболее быстро растущий [8] и постоянно действующий на население загрязнитель окружающей среды – антропогенный электромагнитный фон, многократно превышающий фон естественный. В отличие от многих других загрязнителей самоочищающая способность природы на этот фактор не распространяется. Все это обусловило обоснованный интерес общественности, в том числе медицинской, к вопросу влияния электромагнитных излучений (ЭМИ) на здоровье населения.

В настоящее время медицинская литература обладает обширной отечественной и зарубежной библиографией, в том числе обзорного характера, посвященной влиянию ЭМИ БС на здоровье человека. Однако результаты исследований многих авторов носят противоречивый характер. Так, в ряде публикаций приводятся сведения о негативном влиянии ЭМИ БС на здоровье людей [1, 2, 4], в то время как другие авторы [5, 6, 7] считают, что облучение населения от базовых станций сотовой связи в допустимых уровнях не может отрицательно влиять на здоровье. Вместе с тем Rööslі, M. et al. [10] утверждают, что отсутствие доказательств вреда на здоровье не должно обязательно истолковываться как свидетельство того, что никакого вреда не существует.

В Краснодарском крае с его климато-географическими, социально-экономическими, демографическими и другими особенностями исследований воздействия ЭМИ БС на здоровье населения не проводилось, хотя за период с 2001–2012 гг. количество БС выросло почти в 35 раз. В 2012 г. сеть МТ обслуживало более 7500 БС, а на каждого жителя было зарегистрировано более 2 Sim-карт [3].

### **Цель исследования**

В ретроспективных эпидемиологических исследованиях изучить влияние ЭМИ БС мобильной связи на показатели здоровья взрослого населения края.

### **Материал и методы исследований**

Материалом для работы служили сведения официальной статистики об уровне заболеваемости населения (от 18 лет и старше) 44 муниципальных образований края (всего около 4 млн человек), в частности о частоте первичной заболеваемости и болезней III, IV и V классов за период 2001–2012 гг., и статистические данные основных операторов (МТС, Мегафон, Билайн, Теле2, СкайЛинк) о количестве БС в каждом муниципальном образовании (далее – районе). Были рассчитаны показатели удельного количества (УК) БС в каждом районе края (штук на 100 тыс. населения), базисные темпы его ежегодного прироста за период 2001–2012 гг. (за базу принят 2001 г.), выводились средние величины темпов

прироста. Районы ранжировали по уровню темпов прироста БС, разбили на 3 равные части и получили группы районов с высоким, средним и низким темпом прироста БС. Затем в каждой группе районов рассчитали среднее УК БС, при этом было отмечено, что, чем ниже темп прироста БС, тем выше их УК.

Для оценки значимости связи между УК БС и уровнем заболеваемости населения по каждому району в отдельности рассчитывали коэффициент линейной корреляции Пирсона, а для групп районов в целом – регрессионный анализ (модель вида  $Y=a + bX$ ). При этом сопоставляли два массива данных: показатели УК БС по годам за период 2001–2012 гг. и показатели уровня заболеваемости за тот же период в среднем по краю и по всем районам края в отдельности соответственно рангу темпов прироста в них УК БС. Число степеней свободы (df) принимали как  $n-2$ . Критический уровень значимости статистической достоверности принимали при  $p \leq 0,05$ .

Релятивный риск (RR) негативного воздействия ЭМИ БС рассчитывали по [9], сравнивая процент районов с прямой и обратной связью между УК БС и уровнем заболеваемости, атрибутивный риск (или этиологическую фракцию — EF,%) определяли по формуле:

$$[(RR-1)/RR] \cdot 100.$$

### Результаты исследований и их обсуждение

1. При оценке влияния ЭМИ БС на уровень первичной заболеваемости взрослого населения Краснодарского края были получены неоднозначные результаты (табл. 1).

Таблица 1

Показатели зависимости между уровнем первичной заболеваемости взрослого населения Краснодарского края и удельным количеством базовых станций за период с 2001 по 2012 гг.

№ гр.	Районы края	УК БС, 2001–2012 гг.	Результаты регрессионного анализа			
			r	R <sup>2</sup> , %	SE	ДУ, %
1.	Все районы (n=44)	47,8 (3,98–130,6)	0,446	20	29	90
2.	Районы с высоким темпом прироста БС (n=15)	41,3 (1,5–119,3)	0,539	29	36	90
3.	Районы со средним темпом прироста БС (n=15)	49,9 (3,62–132,99)	-0,019	0,04	33	90
4.	Районы с низким темпом прироста БС (n=14)	52,5 (7,02–140,2)	0,641*	41	25	95

Примечание: УК БС – удельное количество БС на 100 тысяч населения;  
R— коэффициент корреляции линейной регрессии;  
R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации;  
SE – стандартная ошибка;  
ДУ – доверительный уровень;  
\* — уровень статистической достоверности ( $p < 0,05$ ).

Как видно, статистически значимая связь между УК БС и уровнем первичной заболеваемости взрослого населения края отмечена только среди жителей 4-й группы

районов, для которой характерным является самое большое УК БС (по результатам регрессионного анализа:  $r=0,64$ ;  $p=0,025$  при ДУ=95%).

Вместе с тем в каждой группе были районы с прямой и обратной связью между изучаемыми процессами.

1.1. Так, из 44 районов 1-ой группы в 33 ( $75,0\pm 6,53\%$ ) отмечена прямая связь, в том числе в 15 районах ( $34,1\pm 7,15\%$ ) достоверная, из них в 2 ( $4,54\pm 3,14\%$ ) очень высокая ( $r=0,911$  и  $0,912$ ), в 5 ( $11,36\pm 4,78\%$ ) высокая ( $r$  от  $0,72$  до  $0,87$ ) и в 8 ( $18,18\pm 5,81\%$ ) средней силы ( $r$  от  $0,531$  до  $0,695$ ).

В то же время в 11 районах ( $25,0\pm 6,53\%$ ) связь была обратной, из них в 4 ( $9,1\pm 4,3$ ) средней силы ( $r$  от  $-0,531$  до  $-0,643$ ).

Таким образом, в целом в крае преобладают районы, в которых отмечена прямая связь между УК БС и уровнем первичной заболеваемости, и это преобладание по сравнению с районами, в которых выявлена отрицательная связь, статистически значимо ( $t=5,42$ ;  $p<0,001$ ;  $RR=3,0$ ;  $EF=66,7\pm 7,1\%$ ). Преобладание районов со статистически достоверной прямой связью над районами со связью обратной также весьма значимо:  $t=3,0$ ;  $p<0,01$ ;  $RR=3,75$ ;  $EF=73,3\pm 6,7\%$ .

Между тем результаты регрессионного анализа по краю в целом (группа №1) не подтверждают наличие прочной связи между изучаемыми процессами ( $p=0,1463$ ).

1.2. Из 15 районов 2-й группы прямая связь отмечена в 11 из них ( $73,33\pm 11,42\%$ ), в том числе в 4 ( $26,67\pm 11,42\%$ ) достоверная, из них в 1 ( $6,67\pm 6,43\%$ ) очень сильная ( $r=0,911$ ), в 2 ( $13,33\pm 8,78\%$ ) сильная ( $r=0,718$  и  $0,871$ ) и в 1 ( $6,67\pm 6,43\%$ ) средней силы ( $r=0,532$ ).

Вместе с тем в 4 районах ( $26,67\pm 11,42\%$ ) из 15 этой группы связь была обратной, в том числе в 1 районе ( $6,67\pm 6,43\%$ ) достоверная средней силы ( $r=-0,641$ ).

Как видно, среди районов 2-й группы, особенностью которой является самый низкий уровень УК БС, статистически достоверно преобладают районы ( $t=2,89$ ;  $p<0,05$ ), в которых обнаружена прямая связь между уровнем первичной заболеваемости и УК БС. В этой группе  $RR=2,75$ ;  $EF=63,6\pm 12,4\%$ . Количество районов со статистически достоверной прямой связью еще больше превосходило аналогичные районы с обратной связью:  $RR=4,0$ ;  $EF=75,0\pm 11,2\%$ .

Однако данные регрессионного анализа не подтверждают наличия в этой группе в целом достоверной связи между уровнем первичной заболеваемости и УК БС ( $r=0,539$ ;  $p=0,07$ ).

1.3. В группе районов со средней величиной УК БС (3-я группа) из 15 районов в 11 ( $73,33\pm 11,42\%$ ) отмечена прямая связь между уровнем первичной заболеваемости и УК БС, в том числе в 6 ( $40,0\pm 12,65\%$ ) достоверная, из них в 2 ( $13,33\pm 8,78$ ) сильная ( $r=0,842$  и  $0,84$ ), в 4 ( $26,67\pm 11,42\%$ ) средней силы ( $r$  от  $0,614$  до  $0,695$ ).

В 4 районах этой группы ( $26,67 \pm 11,42\%$ ) связь оказалась обратной, в том числе в 1 ( $6,67 \pm 6,44\%$ ) достоверной ( $r = -0,643$ ).

В этой группе также оказалось статистически достоверно больше районов с прямой зависимостью между уровнем первичной заболеваемости и УК БС ( $t = 2,89$ ;  $p < 0,05$ );  $RR = 2,75$ ;  $EF = 63,6 \pm 12,4\%$ . Применительно к количеству районов со статистически достоверной связью:  $t = 2,35$ ;  $p < 0,05$ ;  $RR = 6,0$ ;  $EF = 83,33 \pm 14,1\%$ .

Вместе с тем в целом по 3-й группе регрессионный анализ не обнаружил достоверной связи между изучаемыми процессами ( $p = 0,95$  при  $ДУ = 90\%$ ).

1.4. Из 14 районов с низким темпом прироста БС, но наиболее высоким УК БС (4-я группа) в 11 ( $78,57 \pm 10,97\%$ ) найдена прямая связь, в том числе в 3 районах ( $21,43 \pm 10,95\%$ ) достоверная очень сильная ( $r = 0,912$ ), сильная ( $r = 0,783$ ) и средней силы ( $r = 0,62$ ).

Обратная связь в этой группе районов была отмечена только в 3 из них ( $21,43 \pm 10,95\%$ ), причем недостоверная очень слабой силы ( $r$  от  $-0,083$  до  $-0,152$ ).

В этой группе в 3,5 раза было больше районов, в которых отмечена прямая и статистически подтвержденная зависимость между УК БС и первичной заболеваемостью взрослого населения ( $t = 3,69$ ;  $p < 0,01$ ;  $RR = 3,67$ ;  $EF = 72,73 \pm 11,9\%$ ), которая нашла также подтверждение результатами регрессионного анализа ( $r = 0,6405$ ;  $P = 0,0249$ ).

Таким образом, релятивный и атрибутивный риски зависимости между уровнем первичной заболеваемости населения и развитием мобильной сети наиболее значимыми оказались в группе районов с наиболее высоким УК БС, что согласуется с результатами регрессионного анализа при  $ДУ = 95\%$ .

2. Анализировали также зависимость между УК БС и частотой болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм (III класс: D50-D89) за период 2001–2012 гг. (табл. 2).

В результате была выявлена прямая статистически достоверная связь между болезнями III класса и УК БС в 1-й, 3-й и особенно отчетливо в 4-й группе районов. Вместе с тем детальный анализ выявил ряд особенностей в отдельных районах.

2.1. Так, в первой группе ( $n = 44$ ) прямая связь между УК БС и болезнями III класса отмечена в 30 районах ( $68,18 \pm 7,02\%$ ). В 12 районах этой группы ( $27,27 \pm 4,95\%$ ) она статистически достоверна, из них в 2 районах эта связь очень сильная ( $r = 0,92$  и  $0,94$ ), в 7 высокая ( $r$  от  $0,731$  до  $0,853$ ), в 3 средней силы ( $r$  от  $0,60$  до  $0,69$ ).

Между тем, из 44 районов этой группы в 14 ( $31,82 \pm 7,02\%$ ) связь была обратной, в том числе в 3 районах ( $6,82 \pm 3,8\%$ ) достоверной, из них в 1 сильной ( $r = -0,764$ ), в 2 средней силы ( $r = -0,639$  и  $-0,654$ ).

Как видно, в целом по краю значительно больше районов с прямой связью между наблюдаемыми процессами ( $t=3,67$ ;  $p<0,001$ ;  $RR=2,14$ ;  $EF=53,4\pm 7,5\%$ ), а также и районов со статистически достоверной связью ( $t=3,28$ ;  $p<0,001$ ;  $RR=4,0$ ;  $EF=75,0\pm 6,5\%$ ). Результаты регрессионного анализа подтверждают такую связь ( $r=0,824$ ;  $p=0,001$ ).

Таблица 2

Показатели зависимости между уровнем заболеваемости взрослого населения Краснодарского края болезнями крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, и удельным количеством базовых станций за период с 2001 по 2012 гг.

№ гр.	Районы края	УК БС, 2001–2012 гг.	Результаты регрессионного анализа			
			r	R <sup>2</sup> , %	SE	ДУ, %
1.	Все районы (n=44)	47,8 (3,98–130,6)	0,824**	68	0,1	99
2.	Районы с высоким темпом прироста БС (n=15)	41,3 (1,5–119,3)	0,422	18	0,3	90
3.	Районы со средним темпом прироста БС (n=15)	49,9 (3,62–132,99)	0,676*	46	0,1	95
4.	Районы с низким темпом прироста БС (n=14)	52,5 (7,02–140,2)	0,885**	78	0,2	99

Примечание: УК БС – удельное количество БС на 100 тысяч населения;  
 r – коэффициент корреляции линейной регрессии;  
 R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации;  
 SE – стандартная ошибка;  
 ДУ – доверительный уровень;  
 \* - уровень статистической достоверности ( $p<0,05$ );  
 \*\* — уровень статистической достоверности ( $p<0,01$ ).

2.2. Из 15 районов 2-й группы (низкий уровень УК БС) в 10 ( $66,67\pm 12,17\%$ ) отмечена прямая связь между УК БС и частотой болезней III класса, в том числе в 5 районах ( $33,33\pm 12,17\%$ ) — статистически достоверная. В 1 районе она была очень сильной ( $r=0,937$ ), в 2 — сильная ( $r=0,747$  и  $0,806$ ) и еще в 2 — средней силы ( $r=0,604$  и  $0,605$ ).

В 5 из 15 районов этой группы ( $33,33\pm 12,17\%$ ) связь между изучаемыми процессами была обратной, из них в 1 районе ( $6,67\pm 6,46\%$ ) статистически достоверная средней силы ( $r=-0,65$ ).

В этой группе также преобладали районы с прямой связью между сравниваемыми массивами данных:  $RR=2,0$ ;  $EF=50,0\pm 12,9\%$ , а среди районов со статистически достоверной связью  $RR=5,0$ ;  $EF=80,0\pm 10,3\%$ .

Однако, несмотря на то, что в этой группе было в 2 раза больше районов с прямой корреляционной связью, нежели с обратной, это различие в целом по группе № 2 оказалось статистически недостоверным ( $t=1,94$ ;  $r=0,4221$ ;  $p=0,1717$  при ДУ=90%).

2.3. Анализ корреляционной зависимости между частотой болезней III класса и УК БС в 3-й группе районов (средние значения УК БС) показал, что в 10 районах ( $66,67\pm 12,17\%$ )

она была прямой. В  $26,67 \pm 11,4\%$  случаев (4 района) эта связь была статистически достоверной, из них в 1 районе очень сильной ( $r=0,922$ ), в 2 сильной ( $r=0,731$  и  $0,801$ ), в 1 средней силы ( $r=0,691$ ).

Между тем, среди 15 районов этой группы в 5 ( $33,33 \pm 12,17\%$ ) связь оказалась обратной, однако ни в одном из них она не была достоверной ( $r$  от  $-0,17$  до  $-0,25$ ).

Как видно, в этой группе преобладали районы с прямой связью между УК БС и распространенностью среди населения болезней III класса:  $RR=2,0$ ;  $EF=50,0 \pm 12,9\%$ .

Корреляционный анализ зависимости между УК БС и распространенностью болезней III класса среди районов этой группы (табл. 2) показал ее статистическую достоверность, что подтверждено данными регрессионного анализа ( $r=0,676$ ;  $p=0,0158$  при  $ДУ=95\%$ ).

2.4. Наиболее выраженная связь между УК БС и частотой болезней III класса отмечена среди районов 4-й группы (табл. 2). Так, в 10 районах из 14 ( $71,43 \pm 12,1\%$ ) эта связь была прямой, из них в 3 ( $21,43 \pm 10,97\%$ ) сильной достоверной ( $r$  от  $0,7041$  до  $0,853$ ).

В 4 районах этой группы ( $28,57 \pm 12,1\%$ ) была обратная связь, из них в 2 районах ( $14,28 \pm 9,3\%$ ) достоверная, из них в 1 сильная ( $r=-0,734$ ) и в 1 средней силы ( $r=-0,639$ ).

Расчеты показали, что в этой группе  $RR=2,5$ , а  $EF=60,0 \pm 11,1\%$ . Различие между районами с прямой и обратной связью было существенным и статистически достоверным ( $t=2,51$ ;  $p<0,05$ ). Результаты регрессионного анализа оказались еще более впечатляющими ( $r=0,885$ ;  $p=0,0001$  при  $ДУ=99\%$ ).

Таким образом, взаимосвязь между УК БС и болезнями III класса была статистически значимой и достаточно тесной, за исключением группы районов с низким УК БС.

3. Изучали также связь между частотой болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушений обмена веществ (IV класс: E00-E90) и УК БС.

Работа показала, что как в целом по краю, так и в разных по величине УК БС районах за период 2001–2012 гг. уровень болезней IV класса имеет определенную связь с развитием сети БС (табл. 3).

3.1. Так, в целом по краю (1-я группа) коэффициент линейной регрессии ( $r=0,808$ ) показывал сильную связь между изучаемыми процессами ( $p=0,0015$  при  $ДУ=99\%$ ). Однако только в 34 районах ( $77,3 \pm 6,32\%$ ) была отмечена прямая связь, в том числе в 17 ( $38,6 \pm 7,3\%$ ) статистически достоверная очень сильная (1 район,  $r=0,954$ ), сильная (12 районов,  $r$  от  $0,721$  до  $0,881$ ), средней силы (4 района,  $r$  от  $0,59$  до  $0,68$ ).

В 10 районах этой группы ( $22,7 \pm 6,3\%$ ) связь была обратной, в том числе в 3 ( $6,8 \pm 3,8\%$ ) статистически достоверной, из них в 1 сильной ( $r=-0,75$ ), в 2 средней силы ( $r=-0,59$  и  $-0,65$ ). Различие в количестве районов с прямой и обратной связью статистически достоверно ( $t=6,1$ ;  $p<0,001$ ), при этом  $RR=3,4$ ;  $EF=70,6\%$ .

Существенным также было различие между районами со статистически достоверной прямой и обратной связью ( $t=5,2$ ;  $p<0,001$ ;  $RR=5,67$ ;  $EF=82,3\pm 5,8\%$ ).

3.2. Во 2-й группе (табл. 3) в 10 из 15 районов ( $66,67\pm 12,2\%$ ) отмечена прямая связь между уровнем заболеваемости болезнями IV класса и УК БС, из них в 5 районах ( $33,33\pm 12,2\%$ ) она была статистически достоверной ( $r$  от 0,603 до 0,943). Вместе с тем результаты регрессионного анализа показали, что в целом по группе районов она была только средней силы ( $r=0,6768$ ;  $p=0,0156$  при ДУ=95%).

Таблица 3

Показатели зависимости между уровнем заболеваемости взрослого населения Краснодарского края болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ (E00-E90) и удельным количеством базовых станций за период с 2001 по 2012 гг.

№ гр.	Районы края	УК БС, 2001–2012 гг.	Результаты регрессионного анализа			
			r	R <sup>2</sup> , %	SE	ДУ, %
1.	Все районы (n=44)	47,8 (3,98–130,6)	0,808**	65	0,6	99
2.	Районы с высоким темпом прироста БС (n=15)	41,3 (1,5–119,3)	0,677*	46	0,6	95
3.	Районы со средним темпом прироста БС (n=15)	49,9 (3,62–132,99)	0,875**	77	0,7	99
4.	Районы с низким темпом прироста БС (n=14)	52,5 (7,02–140,2)	0,704*	50	0,7	95

Примечание: УК БС – удельное количество БС на 100 тысяч населения;  
 r – коэффициент корреляции линейной регрессии;  
 R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации;  
 SE – стандартная ошибка;  
 ДУ – доверительный уровень;  
 \* – уровень статистической достоверности ( $p<0,05$ );  
 \*\* – уровень статистической достоверности ( $p<0,01$ ).

В этой же группе в 5 районах ( $33,33\pm 12,2\%$ ) связь была обратной, в том числе в 2 ( $13,33\pm 8,78\%$ ) статистически достоверной ( $r=-0,746$  и  $-0,591$ ).

Несмотря на 2-кратное преобладание районов с прямой связью ( $RR=2,0$ ),  $EF$  составил лишь  $50,0\pm 12,9\%$ , а достоверность различия между районами с прямой и обратной связью в ходе статистической обработки не подтвердилась ( $t=1,93$ ;  $p>0,05$ ).

3.3. Наиболее прочный уровень связи между данными о распространенности болезней IV класса и УК БС в крае выявлен в 3-й группе районов со средним темпом прироста БС (табл. 3).

В этой группе в  $93,33\pm 6,44\%$  (14 районов) обнаружилась прямая связь, в том числе в 8 районах ( $53,3\pm 12,88\%$ ) — достоверная, преимущественно (в  $46,7\pm 12,88\%$  случаев) сильная ( $r$  от 0,722 до 0,88) и в 1 районе ( $6,67\pm 6,44\%$ ) средней силы ( $r=0,611$ ).

Только в 1 районе ( $6,67 \pm 6,44\%$ ) отмечена обратная связь ( $r = -0,23$ ). Различие между районами с прямой и обратной связью отличалось высоким уровнем достоверности:  $t = 9,5$ ;  $p < 0,001$ ;  $RR = 13,99$ ;  $EF = 92,85 \pm 6,65\%$ .

Регрессионный анализ подтвердил достоверность связи ( $r = 0,875$ ) при  $ДУ = 99\%$  и  $p = 0,0002$ .

3.4. Среди 14 районов с низким темпом прироста БС, однако с наиболее высоким уровнем УК БС (4-я группа) в 10 из них ( $71,43 \pm 12,1\%$ ) отмечена прямая связь между сопоставляемыми процессами, в том числе в 4 районах ( $28,6 \pm 12,1\%$ ) достоверная, среди них в 3 сильная ( $r$  от  $0,721$  до  $0,881$ ) и в 1 средней силы ( $r = 0,59$ ).

Обратная связь оказалась характерной для 4 районов ( $28,57 \pm 12,1\%$ ), в том числе в 1 ( $7,1 \pm 6,9\%$ ) достоверная средней силы ( $r = -0,652$ ).

Различие среди районов с прямой и обратной связью оказалось достоверным:  $t = 2,51$ ;  $p < 0,05$ ;  $RR = 2,5$ ;  $EF = 60,0 \pm 13,1\%$ .

Данные регрессионного анализа в целом по группе показали наличие сильной достоверной связи между УК БС и частотой болезней IV класса:  $r = 0,704$ ;  $p = 0,0107$  при  $ДУ = 95\%$ .

4. Изучение воздействия ЭМИ, связанного с БС, в регионе на распространенность болезней V класса (психические расстройства и расстройства поведения: F00-F99) показало совершенно иную картину (табл. 4).

4.1. Так, изучение связи между частотой болезней V класса и УК БС в целом по краю (1-я группа) показало, что в этой группе ( $n = 44$ ) в 39 районах ( $88,6 \pm 4,78\%$ ) распространенность болезней V класса, несмотря на прирост удельного количества БС, снижалась. При этом в 18 районах ( $40,9 \pm 7,4\%$ ) эта связь была статистически достоверной, в том числе в 12 районах ( $27,3 \pm 6,7\%$ ) сильной ( $r$  от  $-0,717$  до  $-0,878$ ) и в 6 районах ( $13,6 \pm 5,2\%$ ) средней ( $r$  от  $-0,59$  до  $-0,697$ ) силы.

Только в 5 районах этой группы ( $11,4 \pm 4,8\%$ ) связь была прямой, но недостоверной.

Анализ сопоставления районов с обратной и прямой связью в 1-й группе показал, что  $t = 11,3$ ;  $p < 0,001$ ;  $RR = 7,8$ ;  $EF = 87,12 \pm 5,04\%$ .

Результаты регрессионного анализа в целом по группе свидетельствуют о ярко выраженной обратной зависимости, при этом коэффициент линейной регрессии  $r = -0,9003$ ;  $p = 0,0001$  при  $ДУ = 99\%$  свидетельствовали об очень тесной силе такой зависимости.

4.2. Во 2-й группе из 15 в 13 районах ( $86,7 \pm 8,76\%$ ) отмечена обратная связь, в том числе в 7 ( $46,67 \pm 12,9\%$ ) статистически достоверная ( $r$  от  $-0,589$  до  $-0,878$ ).

В 2 районах этой группы ( $13,3 \pm 8,78\%$ ) связь была прямой умеренной силы, недостоверная.

Таким образом, в группе районов с низким уровнем УК БС, как и в целом по краю, между распространенностью болезней V класса и УК БС отмечена преимущественно обратная связь:  $t=3,2$ ;  $p < 0,01$ ;  $RR=6,5$ ;  $EF=84,6 \pm 9,3\%$ .

Результаты регрессионного анализа подтвердили наличие прочной обратной связи между УК БС и распространенностью болезней V класса:  $r=-0,949$ ;  $p=0,00001$  при  $ДУ=99\%$ .

4.3. Зависимость распространенности болезней V класса от УК БС в 3-й группе районов (табл. 4) в основном также была обратной: показатели линейной корреляции в целом по группе были соответственно  $r=-0,865$ ;  $p=0,0003$ ;  $ДУ=99\%$ .

Как видно, по результатам регрессионного анализа статистическая достоверность такого направления связи очень высока, однако несколько ниже, чем во 2-й группе.

Порайонный анализ зависимостей показал такие же результаты, как и во 2-й группе районов:  $t=3,2$ ;  $p < 0,01$ ;  $RR=6,5$ ;  $EF=84,6 \pm 9,3\%$ .

Таблица 4

Показатели зависимости между уровнем заболеваемости взрослого населения Краснодарского края психическими расстройствами и расстройствами поведения (F00-F99) и удельным количеством базовых станций за период с 2001 по 2012 гг.

№ гр.	Районы края	УК БС, 2001–2012 гг.	Результаты регрессионного анализа			
			r	R <sup>2</sup> , %	SE	ДУ, %
1.	Все районы (n=44)	47,8 (3,98–130,6)	– 0,900**	81	0,6	99
2.	Районы с высоким темпом прироста БС (n=15)	41,3 (1,5–119,3)	– 0,949**	90	0,3	99
3.	Районы со средним темпом прироста БС (n=15)	49,9 (3,62–132,99)	– 0,865**	75	0,6	99
4.	Районы с низким темпом прироста БС (n=14)	52,5 (7,02–140,2)	– 0,797**	64	1	99

Примечание: УК БС – удельное количество БС на 100 тысяч населения;  
 r – коэффициент корреляции линейной регрессии;  
 R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации;  
 SE – стандартная ошибка;  
 ДУ – доверительный уровень;  
 \*\* — уровень статистической достоверности ( $p < 0,01$ ).

4.4. Среди 14 районов с наиболее высоким уровнем УК БС в 13 ( $92,86 \pm 6,88\%$ ) связь между интенсивностью развития сети БС и распространенностью среди взрослого населения болезней V класса также была обратной, в том числе в 5 районах ( $35,7 \pm 12,8\%$ ) достоверной ( $r$  от  $-0,607$  до  $-0,825$ ).

В одном районе ( $7,14 \pm 6,88\%$ ) связь была прямой, очень слабой и недостоверной. Различие в частоте районов с обратной и прямой связью отличалось высокой степенью достоверности:  $t=8,81$ ;  $p < -0,001$ ;  $RR=13,0$ ;  $EF=92,35 \pm 7,1\%$ .

В целом по этой группе районов:  $r=-0,797$ ;  $p=0,0019$  при  $ДУ=99\%$ ;

Как видно, чем ниже в районах уровень УК БС и чем интенсивнее степень развития их инфраструктуры, тем выше степень достоверности полученных результатов.

5. В связи с тем, что в процессе работы во всех группах были выявлены районы с прямой и с обратной корреляционной связью между изучаемыми процессами, определенный интерес представлял анализ повторяемости одноименных районов (табл. 5).

Как видно, частота повторяемости одноименных районов не превышала 13,6% (6 разных районов из 44), что не может в целом исказить точность полученных результатов.

Таблица 5

Повторяемость одноименных районов с обратной (для уровня первичной заболеваемости и болезней III и IV классов) и прямой (для уровня болезней V класса) связью

Болезни	Первичная заболеваемость	Болезни III класса	Болезни IV класса	Болезни V класса
Первичная заболеваемость	-	13,6±5,1	9,1±4,3	2,3±2,3
Болезни III класса	13,6±5,1	-	6,8±3,8	0
Болезни IV класса	9,1±4,3	6,8±3,8	-	2,3±2,3
Болезни V класса	2,3±2,3	0	2,3±2,3	-

### Заключение

Таким образом, анализ динамики заболеваемости населения Краснодарского края за период 2001–2012 гг. в сопоставлении с развитием инфраструктуры мобильной связи показал, что в подавляющем большинстве районов имеет место прямая корреляционная связь между уровнем первичной заболеваемости, частотой болезней III и IV классов и развитием сети БС в регионе. Важную роль при этом играет не столько темп ее развития в том или ином районе, сколько их удельное количество на 100 тыс. населения. Исключение составляет распространенность болезней V класса, теснота обратной корреляционной связи которых с УК БС имеет тем большую силу, чем меньше БС в районах.

Полученные результаты, несмотря на неучтенные неопределенности, позволяют предположить, что ЭМИ БС сотовой связи могут оказывать негативное влияние на уровень первичной заболеваемости взрослого населения Краснодарского края и частоту болезней III и IV классов.

Результаты анализа связи между УК БС и частотой болезней V класса требуют дальнейших исследований.

### Список литературы

1. Григорьев Ю.Г. Электромагнитные поля базовых станций подвижной радиосвязи и экология. Оценка опасности электромагнитных полей базовых станций для населения и биосистем / Ю.Г. Григорьев, К.А. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 6. – С. 726–731.

2. Гудина М.В. Риск развития инфаркта миокарда на участках территорий с различными уровнями электромагнитных полей / М.В. Гудина, Л.П. Волкотруб, А.С. Бородин // Казанский медицинский журнал. – 2009. – № 4. – С. 485–486.
3. Регионы-2012: развитие мобильной связи / ТАСС-Телеком, 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tasstelecom.ru> (дата обращения: 19.11.13).
4. Abdel-Rassoul, G. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations /G. Abdel-Rassoul et al. // *Neurotoxicology*. — 2007. — 28(2). — P. 434–440.
5. Baliatsas, C. Non-specific physical symptoms in relation to actual and perceived proximity to mobile phone base stations and power lines / C.Baliatsas et al. // *BMC Public Health*. — 2011. — 11. – P. 421.
6. Berg-Beckhoff, G. Mobile phone base stations and adverse health effects: Phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields / G.Berg-Beckhoff et al. // *Occupational and Environmental Medicine*. — 2009. – 66 (2). — P. 124–130.
7. Eltiti S. Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls / S.Eltiti et al. // *Bioelectromagnetics*. — 2009. — 30(7). — P. 556–563.
8. Levitt B. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays / B.Levitt, H. Lai // *Environmental Reviews*. — 2010. 18 (NA). — P. 369–395.
9. Miettinen O.S. Proportion of disease caused or prevented by a given exposure, trait or intervention / O.S.Miettinen // *American journal of epidemiology*. – 1974. — 99. — P. 325–332.
10. Rööslі M. Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phonebase stations / M.Rööslі et al. // *Bulletin of the World Health Organization*. — 2010. – 88. – P. 887–896.

**Рецензенты:**

Редько А.Н., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья, здравоохранения и истории медицины ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар;

Каде А.Х., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической патофизиологии ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар.