

*М.Ф. Борисенков, В.Н. Анисимов*

## **РИСК РАЗВИТИЯ РАКА У ЖЕНЩИН: ВОЗМОЖНАЯ СВЯЗЬ С ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТОЙ И НЕКОТОРЫМИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ И СОЦИАЛЬНЫМИ ФАКТОРАМИ**

Институт физиологии Коми Научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар;  
ФГУ НИИ онкологии им. Н.Н.Петрова Минздравсоцразвития РФ, Санкт-Петербург

В работе представлены результаты множественного регрессионного анализа влияния географической широты, уровня экономического развития и потребления населением электроэнергии на частоту рака молочной железы у женщин в 35 странах мира за период с 1985 по 2007 г. Для сравнения проанализировано влияние этих факторов на частоту опухолей других органов репродуктивной системы (рак яичников, тела и шейки матки), пищеварительной системы (рак желудка, печени, ободочной кишки) и легких. Было показано, что частота рака молочной железы (РМЖ), рака тела матки (РТМ), рака ободочной кишки (РОК) и рака легкого (РЛ) у женского населения увеличивается с увеличением расстояния от экватора, тогда как рак шейки матки (РШМ), рак желудка (РЖ) и рак печени (РП) наиболее часто встречается в приэкваториальных странах. В 1985 г. значительный вклад в риск развития гормонозависимых опухолей у женщин вносили факторы, ассоциированные с географической широтой места их проживания, а факторы, ассоциированные с уровнем экономического развития, — на органы пищеварительной системы. В 2000-х годах основным фактором риска возникновения опухолей у женщин стал уровень экономического развития страны, в которой они проживают. Таким образом, установлено, что за рассматриваемый период произошло постепенное снижение влияния на риск развития гормонозависимых опухолей у женщин климатических факторов и увеличение вклада в этот процесс социальных факторов.

**Ключевые слова:** географическая широта, уровень экономического развития, потребление электроэнергии, женщины, рак молочной железы, тела и шейки матки, желудка, печени, ободочной кишки и легких.

Факторы окружающей среды и образа жизни играют ведущую роль в возникновении рака у человека [12, 38]. В своей классической монографии «Причины рака» [21] Р.Долл и Р.Пито, указывают, что геофизические факторы, к которым они относили ионизирующую радиацию ( $10^{17}$ – $10^{21}$  Гц) и ультрафиолетовый свет ( $10^{14}$ – $10^{17}$  Гц), могут являться причиной приблизительно около 3% всех случаев смерти от рака. В 90-е годы прошлого века большое внимание было привлечено к роли электромагнитных полей сверхнизкой частоты (ЭМП-СНЧ) (50–60 Гц) [5, 39, 53, 60] и видимого света ( $3,8 \cdot 10^{14}$ – $7,5 \cdot 10^{17}$  Гц) [1, 2, 7, 9, 53] в возникновении рака некоторых локализаций, прежде всего, молочной железы. Производство и потребление электроэнергии в мире удваивается каждые 10 лет (<http://www.nationmaster.com>), что приводит как к существенному увеличению воздействия на человека так называемого электромагнитного и светового загрязнения. Важное значение придается также социально-экономическим факторам [12, 38].

В 60-е годы XX века появились первые экспериментальные работы, свидетельствующие о том, что при содержании животных в условиях постоянного (круглосуточного) освещения наблюдается увеличение развития спонтанных и вызванных химическими канцерогенными агентами предопухолевых процессов и новообразований в молочной железе, матке и яичниках [4, 6, 28]. Эти и последующие исследования, обобщенные в ряде недавних обзоров [1, 2, 7, 9, 53], убедительно свидетельствовали о стимулирующем действии света в ночные часы на развитие опухолей у животных. Следует отметить, что лишь в начале XXI века в эпидемиологических наблюдениях было установлено, что длительная работа в вечернее и ночное время (сменная работа) существенно увеличивает риск развития рака молочной железы, эндометрия, толстой кишки и предстательной железы [19, 24, 42, 43, 46–50, 58, 59]. Мета-анализ результатов 13 исследований, включающих семь исследо-

ваний работников авиалиний и шести — других профессий, работающих в ночные смены, показал, что общая оценка относительного риска достигала 1,48 [36, 41]. На основании ограниченных доказательств канцерогенности для человека сменной работы, включающей ночную работу, и достаточных доказательств канцерогенности света в течение ночного периода суток (биологической ночи) у экспериментальных животных [7, 8], рабочая группа МАИР пришла к заключению, что сменная работа, приводящая к нарушению циркадианных ритмов, возможно канцерогенна для человека (группа 2А) [41, 56].

Изобретение более ста лет назад электричества и искусственного освещения кардинально изменило как световой режим, так и продолжительность воздействия света на человека. Воздействие света в ночное время как на улице (особенно) в крупных городах, так и в помещениях, увеличилось, и «световое загрязнение» стало существенной частью современного образа жизни, что сопровождается множеством серьезных расстройств поведения и состояния здоровья, включая сердечно-сосудистые заболевания и рак [7, 41, 53, 54]. Согласно гипотезе «циркадианной деструкции», воздействие света в ночные часы и низкочастотных ЭМП нарушает эндогенный суточный ритм, подавляет ночную секрецию мелатонина, что приводит к снижению его концентрации в крови [7, 41, 53, 54].

Известно, что в высоких широтах в весенне-летние месяцы года световой день значительно увеличен («белые ночи»), тогда как в осенне-зимний период, характеризующийся значительной длительностью темного времени суток («полярная ночь»), население также подвержено избыточному искусственному освещению. Все это создает ситуацию, которая отмечена выше у работающих по ночам или страдающих бессонницей и спящих при свете. Полагая, что свет ночью, снижая уровень мелатонина, увеличивает риск рака молочной железы, Т.С.Егген и С.Рекарски [22] высказали предположение, что сравнительно мало пользующееся электрическим освещением коренное население Арктического региона, где имеет место длительная полярная ночь, должно иметь пониженную частоту рака по сравнению с жителями умеренных широт. В опытах на крысах было установлено, что содержание животных в условиях постоянного освещения или естественного освещения Северо-запада России (63° с.ш.) приводит к преждевременному старению и ускоренному развитию новообразований [3, 57].

Ранее было показано увеличение риска развития рака молочной железы, эндометрия, яичников и толстой кишки у женщин в зависимости от удаленности страны проживания от экватора [2]. В настоящей работе представлен анализ динамики за 22 года (с 1985 по 2007 г.) заболеваемости гормонозависимыми злокачественными новообразованиями, прежде всего раком молочной железы и тела матки в 35 странах мира в зависимости от расстояния от экватора (географической широты), их экономического развития, определяемого величиной валового внутреннего продукта, и потребления электроэнергии населением, поскольку последний показатель может отражать как степень светового загрязнения, так и экономического развития. Для сравнения проанализированы данные по некоторым другим локализациям рака у женщин.

### Материалы и методика

Выбор стран для анализа осуществляли в зависимости от географической широты. Так же, как и в предыдущей работе [2], исследуемые страны были распределены с севера на юг и разделены на 3 группы: «северную» (1-я группа), «экваториальную» (2-я группа) и «южную» (3-я группа). В группу 1 вошли 13 стран, расположенных севернее 50° северной широты (79°–50° с.ш.): Норвегия, Финляндия, Исландия, Канада (северные регионы), Польша, Россия (Санкт-Петербург), Ирландия, Германия, Швеция, Дания, Канада (южные регионы), Великобритания, Нидерланды. В группу 2 включены 18 стран, расположенных ближе к экватору — южнее 40° северной широты и севернее 20° южной широты (40° с.ш.–20° ю.ш.): Япония, Китай, Испания, Израиль, США (южные штаты), Гонконг, Кувейт, Мали, Таиланд, Индия, Коста-Рика, Пуэрто-Рико, Филиппины, Сингапур, Колумбия, Эквадор, Перу, Бразилия (северные регионы). В 3-ю группу вошли 4 страны, расположенные южнее 20° южной широты (20°–50° ю.ш.): Бразилия (южные регионы), Австралия, Новая Зеландия, Австралия (о. Тасмания). Расстояние от экватора (РОЭ), на котором находятся три группы стран, вычисляли как широты средин 3 выделенных зон Земли. Сведения о валовом внутреннем продукте в долларах США (ВВПДН) и потреблении электроэнергии (кВт/ч) на душу населения (ПЭДН) взяты на вебсайте: <http://www.nationmaster.com>.

Для анализа использовали стандартизованные по возрасту показатели заболеваемости (на 100 000 женского населения в год) раком следующих локализаций: рак молочной железы (РМЖ), рак тела матки (РТМ), рак шейки матки (РШМ), рак яичников (РЯ), рак ободочной кишки (РОК), рак желудка (РЖ), рак печени (РП) и рак легких (РЛ) за 1985, 1992, 2002 и 2007 г., взятые из публикаций Международного агентства по изучению рака (МАИР) [13–16]. Данные вносились в таблицы, рассчитывался средний показатель для отдельных групп стран.

При статистической обработке данных использовали метод пошагового множественного регрессионного анализа из пакета статистических программ STATISTICA 6.0. В общем виде уравнение множественной линейной регрессии

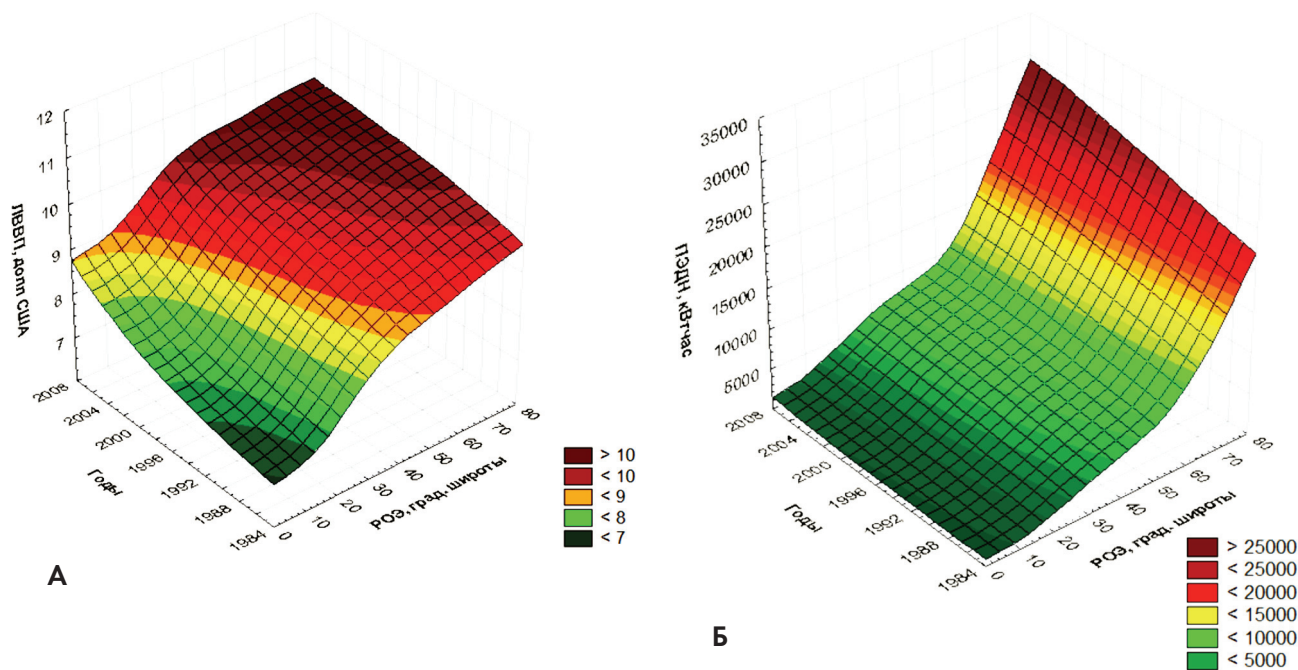


Рис. 1. Зависимость уровня экономического развития (А) и потребления электроэнергии (Б) на душу населения от года и широты расположения страны. ЛВВП —  $ln$  (валовой внутренний продукт на душу населения в долларах США); ПЭДН — потребление электроэнергии, кВт·ч на душу населения; РОЭ — расстояние от экватора в градусах широты.

имеет вид:  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ . В качестве зависимых переменных ( $y$ ) в модель включали показатели частот опухолей разных локализаций. В качестве независимых (в математическом смысле) переменных или предсказателей ( $x_1, x_2, x_3$ ) в модель включали расстояние от экватора (РОЭ) в градусах географической широты, натуральный логарифм от ВВПДН (ЛВВП) и ПЭДН. Преобразование исходных величин ВВПДН и широты произведено для того, чтобы избежать искажения результатов анализа от включения в модель предсказателей, которые связаны с изучаемыми показателями нелинейной зависимостью [2,10]. При пошаговом включении в модель предсказателей, начиная с самого мощного, вычисляли коэффициенты регрессии  $b_1, b_2$  и  $b_3$ , их достоверность по  $t$ -критерию, общий коэффициент детерминации уравнения регрессии ( $R^2$ ) и частные коэффициенты детерминации ( $\Delta R^2$ ) для каждого из предсказателей. В итоговую таблицу результатов анализа включали значения  $\Delta R^2$  лишь для тех предсказателей, для которых были получены достоверные коэффициенты  $b$ . По знаку коэффициента  $b$  судили о характере связи между предсказателем и зависимой переменной. Величина коэффициента  $b$  указывает, на сколько единиц увеличивается (уменьшается) зависимая переменная при увеличении предсказателя на единицу в рамках данной модели. По частному коэффициенту детерминации судили о доли дисперсии зависимой переменной, которую объясняет данный предсказатель. Коэффициент детерминации равен коэффициенту корреляции, возведенному в квадрат, и обратно пропорционален степени разброса индивидуальных значений зависимых переменных от линии регрессии.

Строили трехмерные графики зависимости риска рака от РОЭ и года. Поверхность сглаживали с помощью сплайн-процедуры.

### Результаты и их обсуждение

Показатель ЛВВП неравномерно распределен в пространстве и во времени (табл. 1; рис. 1, А). Страны с наивысшим уровнем экономического развития расположены в высоких широтах Земли. Приэкваториальные страны характеризуются минимальными значениями показателя ЛВВП. За рассматриваемый период наблюдалось неуклонное увеличение показателя ЛВВП. В странах, расположенных в высоких широтах, темп прироста этого показателя в период с 1985 по 2007 г. был минимальным. Наибольший темп прироста ЛВВП наблюдался в приэкваториальных странах (рис. 1, А).

Как можно было ожидать, показатель ПЭДН в определенной степени имел схожую с ЛВВП динамику изменения в пространстве и во времени (табл. 1; рис. 1, Б): максимальные значения показателя наблюдались в странах, расположенных в высоких широтах Земли, а минимальные — в приэкваториальных странах. Максимальный прирост ПЭДН за период с 1985 по 2007 г. наблюдался в странах, наиболее удаленных от экватора (рис. 1, Б).

Известно, что уровень экономического развития и потребление электроэнергии могут вносить свой вклад в повышение риска гормонозависимых опухолей и таким образом «маскировать» влияние на этот процесс факторов, ассоциированных

**Показатели экономического развития, потребления электроэнергии и заболеваемости раком у женщин (M±m)  
в различных географических зонах**

Географическая зона <sup>а</sup>	ЛВВП <sup>б</sup>	ПЭДН <sup>в</sup>	Частота рака отдельных локализаций (стандартизированный по возрасту показатель) на 100 тыс. населения <sup>г</sup>							
			РМЖ	РТМ	РШМ	РЯ	РОК	РЖ	РП	РЛ
<i>1985 г.</i>										
1	9,1±0,2	9,7±1,7	58,1±3,4	12,0±0,7	11,4±1,1	12,5±0,6	16,4±1,2	9,3±1,5	1,6±0,3	15,6±2,1
2	7,6±0,3	2,6±0,8	33,1±4,7	5,2±0,9	21,5±3,7	6,3±0,6	8,6±1,6	12,8±2,2	6,5±1,7	10,3±2,2
3	8,7±0,5	5,7±1,5	64,2±5,1	10,6±2,0	21,1±5,5	9,0±0,3	17,5±3,0	10,2±3,6	1,8±0,7	27,4±11,6
<i>1992 г.</i>										
1	9,8±0,2	10,3±1,8	68,1±3,4	12,7±0,6	11,0±1,5	12,5±0,4	15,6±1,2	6,7±0,6	1,5±0,2	18,1±3,3
2	7,9±0,4	3,3±0,9	37,7±4,7	5,7±0,9	20,2±2,8	6,6±0,7	9,6±1,6	11,1±1,8	5,3±1,0	12,0±2,5
3	9,2±0,5	6,7±1,7	66,1±4,4	9,7±1,3	65,9±51,7	9,3±0,8	20,2±2,2	6,9±1,3	2,3±1,0	16,7±1,1
<i>2002 г.</i>										
1	9,9±0,2	12,2±2,2	69,3±3,7	12,0±0,9	9,4±0,9	12,7±0,6	16,9±0,8	6,3±1,1	1,5±0,2	23,2±4,9
2	8,4±0,4	4,1±1,2	41,6±5,6	6,3±1,0	16,7±2,8	7,8±0,8	10,6±1,4	10,8±2,0	5,3±1,1	11,8±2,4
3	9,4±0,5	8,1±2,1	78,4±1,6	10,1±0,4	8,7±0,6	10,2±0,7	25,5±1,9	4,5±0,1	1,2±0,1	19,3±1,4
<i>2007 г.</i>										
1	10,3±0,1	12,4±2,3	75,0±3,4	12,7±0,5	8,4±0,6	10,3±0,7	17,1±0,9	5,9±0,9	1,4±0,2	21,4±2,6
2	9,4±0,3	4,4±1,0	46,1±5,2	7,5±0,9	16,7±3,0	6,7±0,6	12,3±1,6	10,1±1,6	4,7±0,8	12,5±2,2
3	10,0±0,3	8,3±2,1	83,7±1,8	9,8±1,2	10,4±3,6	9,2±0,9	22,9±2,5	6,2±2,1	1,3±0,1	17,7±2,3

<sup>а</sup> Цифры 1–3 обозначают три группы стран: «северную», «экваториальную» и «южную», подробно описанные в разделе «Материалы и методы».

<sup>б</sup> ЛВВП — *ln* (валовой внутренний продукт на душу населения, в долларах США).

<sup>в</sup> ПЭДН — потребление электроэнергии (кВт/ч) на душу населения/1000.

<sup>г</sup> РМЖ — рак молочной железы. РТМ — рак тела матки. РШМ — рак шейки матки. РЯ — рак яичника. РОК — рак ободочной кишки. РЖ — рак желудка. РП — рак печени. РЛ — рак легкого.

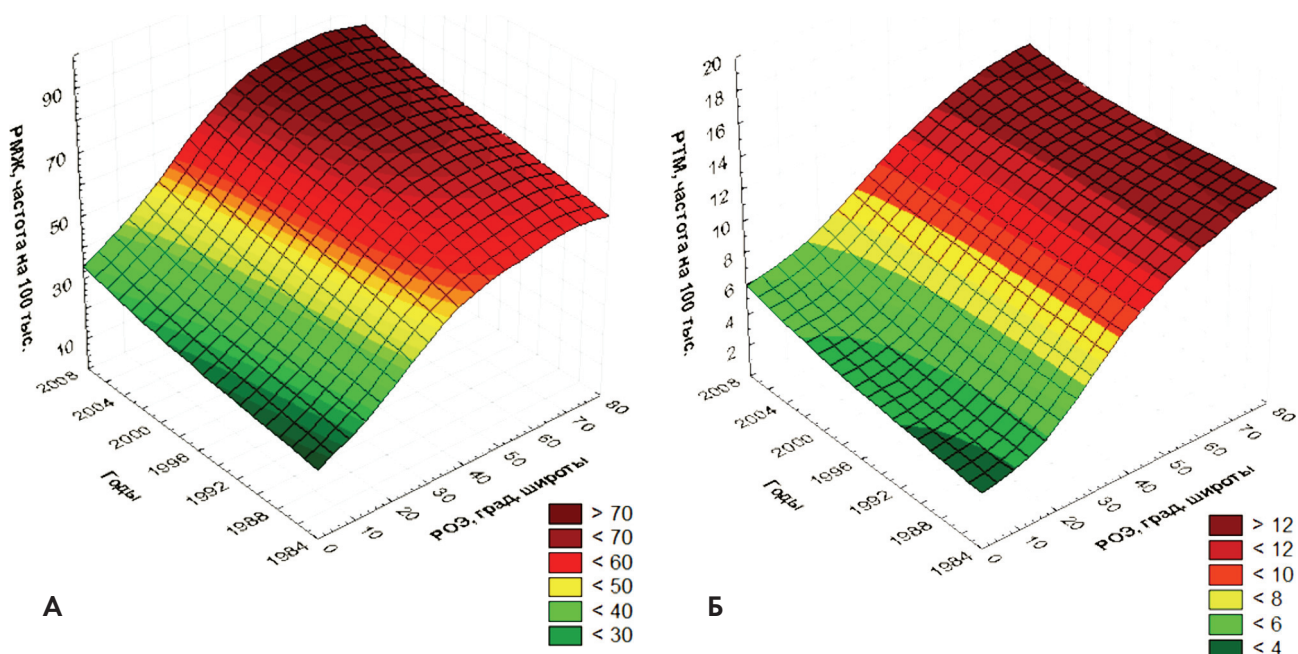
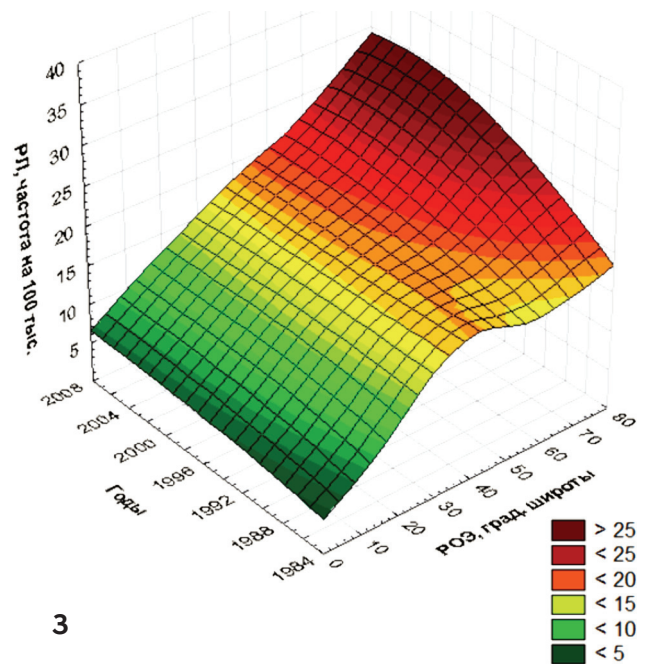
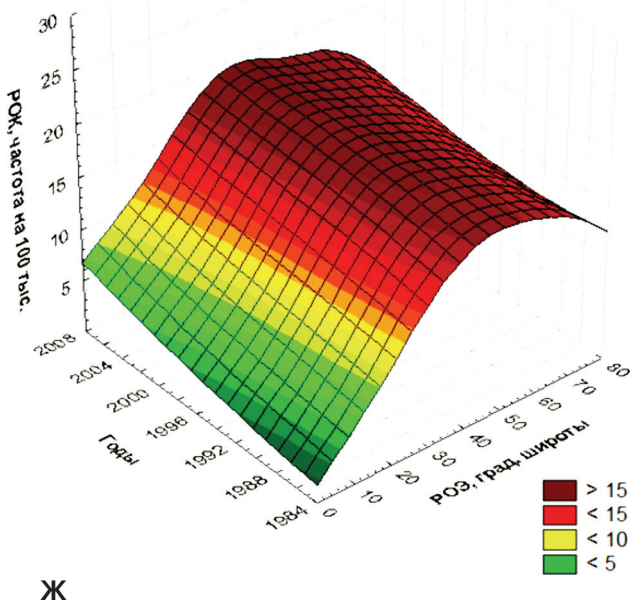
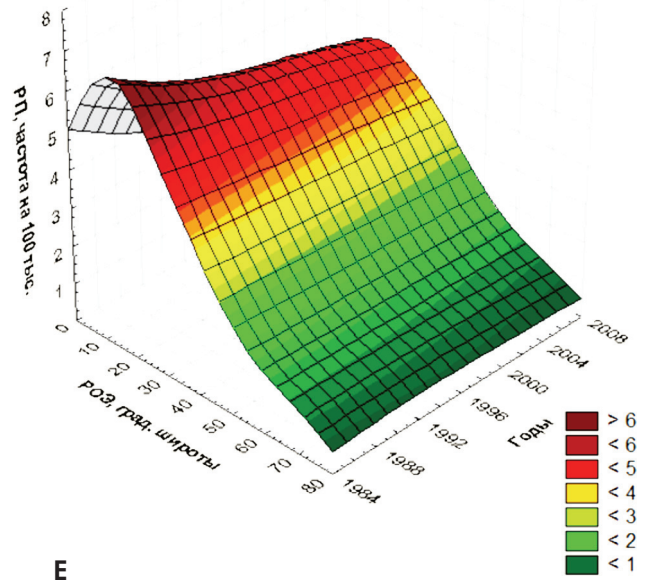
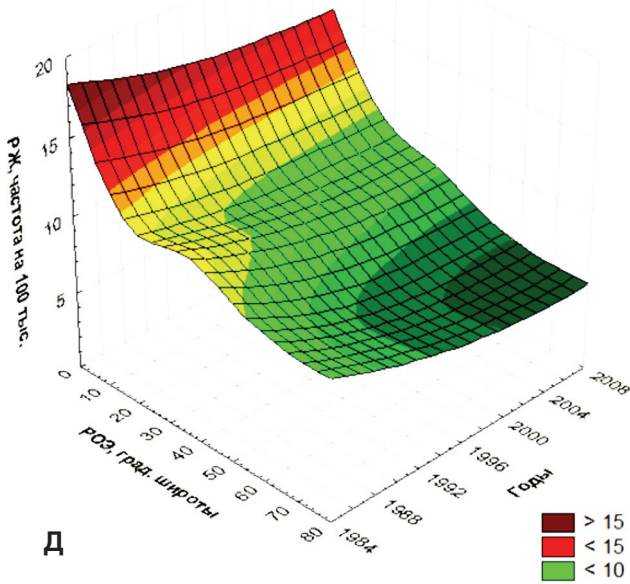
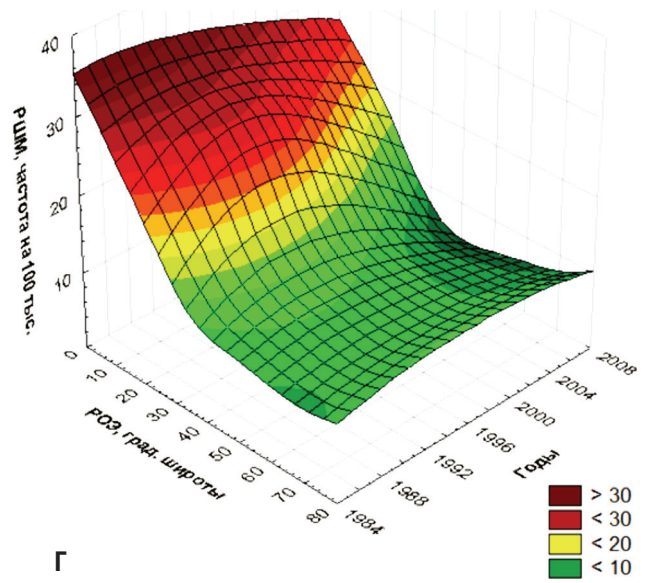
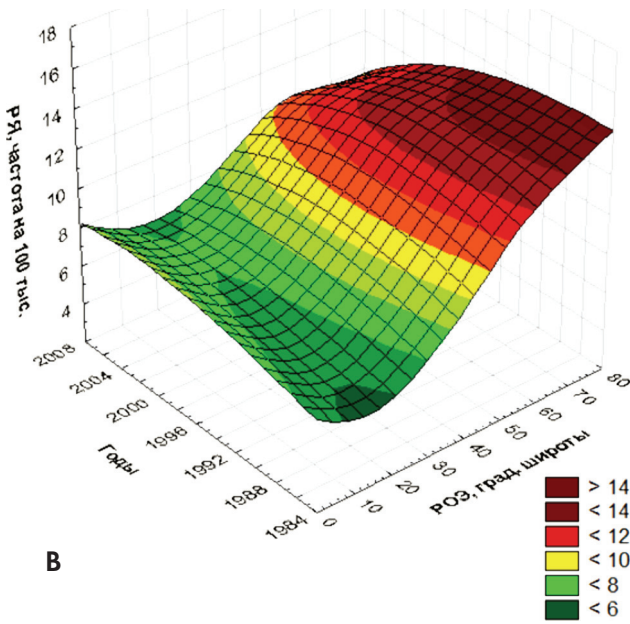


Рис. 2. Зависимость частоты выявления РМЖ (А), РТМ (Б), РЯ (В), РШМ (Г), РЖ (Д), РП (Е), РОК (Ж) и РЛ (З) от года и расстояния от экватора в градусах широты. Приведены стандартизированные по возрасту величины частот рака на 100 тыс. населения.



**Результаты множественного линейного регрессионного анализа связи частоты рака отдельных локализаций с показателями экономического развития, потребления электроэнергии и заболеваемости раком у женщин в различных географических зонах<sup>1</sup>**

Рак	Год	Предсказатель	<i>b</i>	<i>t</i> (32)	<i>p</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	$\Delta R^2$
РМЖ	1985	РОЭ	0,37	1,97	0,06	0,33	0,33
	1992	РОЭ	0,40	2,20	0,04	0,39	0,39
		ЛВВП	5,60	2,07	0,05	0,45	0,06
	2002	ЛВВП	11,44	5,13	0,00002	0,45	0,45
	2007	ЛВВП	13,48	2,63	0,01	0,44	0,44
РТМ	1985	РОЭ	0,16	5,83	0,000002	0,52	0,52
	1992	РОЭ	0,09	2,96	0,006	0,52	0,52
		ЛВВП	1,33	2,79	0,01	0,60	0,09
	2002	РОЭ	0,14	4,33	0,0002	0,39	0,39
	2007	РОЭ	0,13	5,95	0,000001	0,52	0,52
РШМ	1985	РОЭ	-0,38	-4,25	0,0002	0,35	0,35
	1992	ЛВВП	-7,57	-1,63	0,11	0,05	0,05
	2002	РОЭ	-0,27	-4,22	0,0002	0,38	0,38
	2007	ЛВВП	-6,49	-3,10	0,004	0,49	0,49
РЯ	1985	РОЭ	0,12	5,83	0,000002	0,52	0,52
	1992	РОЭ	0,07	2,92	0,007	0,48	0,48
		ЛВВП	0,76	2,02	0,05	0,53	0,048
	2002	РОЭ	0,10	3,99	0,0005	0,36	0,36
	2007	РОЭ	0,06	2,99	0,005	0,20	0,20
РОК	1985	ЛВВП	4,18	5,94	0,000002	0,53	0,53
	1992	ЛВВП	3,26	5,22	0,00001	0,46	0,46
	2002	ЛВВП	3,45	5,20	0,00002	0,48	0,48
	2007	ЛВВП	5,91	6,02	0,000001	0,52	0,52
РЖ	1985	ЛВВП	-0,12	-1,83	0,08	0,07	0,07
	1992	РОЭ	-0,11	-2,03	0,05	0,09	0,09
	2002	ПЭДН	-0,0003	-2,04	0,05	0,10	0,10
	2007	ЛВВП	-2,91	-2,47	0,02	0,14	0,14
РП	1985	ЛВВП	-1,99	-3,15	0,004	0,22	0,22
	1992	РОЭ	-0,06	-2,64	0,01	0,16	0,16
	2002	РОЭ	-0,07	-2,44	0,02	0,15	0,15
	2007	РОЭ	-0,06	-2,83	0,01	0,18	0,18
РЛ	1985	ЛВВП	2,94	1,74	0,09	0,06	0,06
	1992	ПЭДН	0,001	2,44	0,02	0,14	0,14
	2002	РОЭ	0,29	2,47	0,02	0,15	0,15
	2007	ЛВВП	4,82	1,94	0,06	0,29	0,29

<sup>1</sup> В каждую модель были включены все три предсказателя, однако в таблице представлены результаты по тем из них, для которых получены достоверные *b*-коэффициенты уравнений регрессии ( $p=0,05$ ). В том случае, когда ни один из предсказателей не имел достоверную связь с изучаемой переменной, в таблицу включали предсказатель, имеющий наибольший показатель  $\Delta R^2$  (выделено косым шрифтом).  $R^2$  — общий коэффициент детерминации уравнения регрессии (общая дисперсия, которую объясняет модель при пошаговом включении в нее предсказателей).  $\Delta R^2$  — частный коэффициент детерминации (доля дисперсии, которую объясняет отдельный предсказатель в модели). Остальные обозначения, как в табл. 1.

с географической широтой. Поэтому для выяснения вклада, который вносит каждый из трех факторов (ЛВВП, ПЭДН, РОЭ) в риск развития опухолей, мы дополнительно провели множе-

ственный регрессионный анализ с пошаговым включением предсказателей.

Отмечено неравномерное в пространстве и во времени распределение частот выявления всех

проанализированных видов рака у женского населения 35 стран (табл. 1; рис. 2). Прослеживаются следующие общие закономерности: а) в приэкваториальных странах более распространенными являются опухоли, ассоциированные с инфекционными заболеваниями (РШМ, РЖ и РП); б) в высоких широтах преобладают гормонозависимые опухоли (РМЖ, РТМ, РЯ, РОК), а также опухоли, связанные с курением (РЛ); в) с 1985 по 2007 г. наблюдалось неуклонное увеличение риска гормонозависимых опухолей, а частота выявления опухолей, ассоциированных с инфекционными заболеваниями, снижалась (табл. 1; рис. 2).

**Рак молочной железы (РМЖ).** В 1992 г. основным предсказателем РМЖ являлось РОЭ, определяющее 39% дисперсии показателя  $\Delta R^2$ . По мере удаления от экватора риск РМЖ увеличивался. В 1992 г. коэффициент  $b$  уравнения регрессии равен +0,4 (табл. 2). Это означает, что при увеличении расстояния от экватора на один градус широты, риск РМЖ увеличивается на 0,4 случая на 100 тыс. женского населения страны.

В 2000-х годах основным предсказателем риска РМЖ становится ЛВВП, поскольку с ним связано 44–45% дисперсии показателя. В 2002 г. коэффициент  $b$  уравнения регрессии был равен +11,44 (см. табл. 2). Это означает, что при увеличении величины ЛВВП на одну единицу риск РМЖ увеличивается на 11,44 случая на 100 тыс. женского населения. В 2007 г. риск РМЖ, обусловленный уровнем экономического развития, увеличивается еще больше, поскольку коэффициент  $b$  уравнения регрессии становится равным +13,48.

**Рак тела матки (РТМ).** РОЭ является основным предсказателем риска РТМ. С его величиной связано от 39 до 52% дисперсии показателя. Результаты анализа свидетельствуют о том, что с ростом расстояния от экватора увеличивается риск РТМ. За рассматриваемый период вклад РОЭ в риск РТМ снижается, о чем свидетельствует снижение величины коэффициента  $b$  уравнения регрессии с +0,16 в 1985 г. до +0,13 — в 2007 г.

**Рак шейки матки (РШМ).** В 1985 и 2002 г. РОЭ являлось основным предсказателем риска РШМ, обуславливающим 35% и 38% варибельности показателя. Более высокий риск РШМ отмечен вблизи экватора. Вклад РОЭ в риск РШМ в 1985 г. был выше примерно в полтора раза, чем в 2002 г., поскольку коэффициент  $b$  уравнения регрессии в 1985 г. был равен –0,38, а в 2002 г. — –0,27. В 2007 г. основным предсказателем РШМ являлся ЛВВП — с ним связано 49% варибельности показателя. Более высокий риск РШМ отме-

чен в странах с низким уровнем экономического развития. С увеличением показателя ЛВВП на одну единицу риск РШМ снижался на 6,49 случаев на 100 тыс. женского населения.

**Рак яичников (РЯ).** По данным анализа, риск РЯ зависит от РОЭ. За рассматриваемый период наблюдается постепенное снижение дисперсии риска РЯ, обусловленной РОЭ, с 52% в 1985 г. до 20% — в 2007 г. Более высокие значения риска РЯ наблюдаются в высоких широтах Земли. С увеличением РОЭ на один градус широты риск РЯ увеличивается на 0,06–0,12 случаев на 100 тыс. женского населения.

**Рак ободочной кишки (РОК).** ЛВВП является основным предсказателем риска РОК. С ним связано от 46% до 53% варибельности показателя. С ростом ЛВВП на единицу риск РОК увеличивается на 3,26–5,91 случая на 100 тыс. населения.

**Рак желудка (РЖ).** В 1992 г. РОЭ, в 2002 г. — ПЭДН, а в 2007 г. — ЛВВП последовательно становятся предсказателями РЖ, определяющими от 9% до 14% варибельности показателя. С ростом величины предсказателя риск РЖ снижается.

**Рак печени (РП).** В 1985 г. с величиной ЛВВП было связано 22% дисперсии риска РП. Риск РП выше в странах с более низким уровнем экономического развития. С 1992 г. основным предсказателем РП становится РОЭ. Этот фактор обуславливает от 15% до 18% дисперсии показателя. Более высокий риск РП наблюдается в странах, расположенных вблизи экватора.

**Рак легкого (РЛ).** 14% дисперсии риска РЛ в 1992 г. и 15% в 2002 г. связаны с факторами ПЭДН и РОЭ соответственно. Положительные значения коэффициентов  $b$ , наблюдающиеся в обоих случаях, свидетельствуют о прямой зависимости между предсказателями и риском РЛ.

В целом, регрессионный анализ показал, что все три фактора являются предсказателями риска рака той или иной локализации, однако в большинстве случаев отмечена связь риска рака с РОЭ и ЛВВП. В 1985 г. оба этих фактора вносили примерно одинаковый вклад в дисперсию частоты рака. Частота выявления рака репродуктивных органов у женщин в 1985 г. достоверно зависела от географических координат места их проживания, а опухолей пищеварительных органов — от уровня экономического развития страны. За рассматриваемый период наблюдается снижение вклада РОЭ в риск развития отдельных видов опухолей (с 46% в 1985 г. до 30% — в 2007 г., табл. 2). При этом доля дисперсии риска рака, связанная с ЛВВП, в 1980-х и 2000-х годах оставалась стабильно высокой, что, в конечном итоге,

**Злокачественные новообразования, для которых установлена статистически достоверная связь с предказателями**

Предсказатель	Годы			
	1985	1992	2002	2007
Расстояние от экватора (РОЭ)	РТМ	РМЖ	РТМ	РТМ
	РШМ	РТМ	РШМ	РЯ
	РЯ	РЯ	РЯ	РП
		РЖ	РП	
		РЛ		
$\Delta R^2 \cdot 100$	46,2	32,7	28,5	29,9
$b$	0,22	0,15	0,17	0,08
Логарифм валового внутреннего продукта (ЛВВП)	РОК	РМЖ	РМЖ	РМЖ
	РП	РТМ	РОК	РШМ
		РЯ		РОК
		РОК		РЖ
			РЛ	
$\Delta R^2 \cdot 100$	37,5	16,4	46,5	37,7
$b$	3,08	2,74	7,45	6,72
Потребление электроэнергии на душу населения (ПЭДН)	–	РЛ	РЖ	–
$\Delta R^2 \cdot 100$	–	13,8	10,1	–
$b$	–	0,0007	0,0003	–

Примечание: В таблице приведены средние значения  $\Delta R^2 \cdot 100$  и абсолютных величин  $b$ -коэффициентов.

привело к тому, что уровень экономического развития стран в 2000-х годах стал основным предсказателем риска развития рака пищеварительных и репродуктивных органов женского населения исследованных стран (табл. 2 и 3).

Показатель ПЭДН в нашем исследовании оказался предсказателем только в двух случаях: для РЛ в 1992 г. и для РЖ — в 2002 г. (см. табл. 2 и 3). Слабое влияние показателя на риск рака, по-видимому, связано с тем, что основными потребителями электроэнергии в индустриально развитых странах являются промышленные предприятия. Поэтому использованный нами показатель слабо отражает потребление электроэнергии населением в быту и, соответственно, воздействие на них светового загрязнения.

Как уже отмечалось выше, воздействие включенного ночью света приводит у молодых здоровых женщин к снижению уровня мелатонина в ночные часы и замедлению его ночного подъема [41]. Согласно «мелатониновой гипотезе» снижение выработки мелатонина эпифизом может увеличивать риск РМЖ у женщин, поскольку пониженная выработка мелатонина может приводить к увеличению уровня женских половых гормонов и стимулировать пролиферацию ткани молочной железы [53, 54]. Важно отметить, что у первично

слепых женщин риск РМЖ существенно снижен [41, 45, 46].

В последние годы большое внимание уделяется влиянию так называемого светового загрязнения на риск рака. Недавно I.Kloog и соавт. [33] сопоставили частоту 5 наиболее распространенных новообразований у женщин в 164 странах с интенсивностью ночной освещенности в них и обнаружили высокую положительную корреляцию между популяционной освещенностью и частотой РМЖ. Риск РМЖ в странах с наивысшей интенсивностью ночной освещенности был на 30–50% выше, чем в странах с наименьшей освещенностью. В то же время, не было обнаружено корреляции между ночной освещенностью и раком толстой кишки, гортани, печени и легкого. Следует отметить, что при использовании аналогичного подхода была изучена связь между интенсивностью ночной освещенности, определяемой со спутников Земли, и частотой 3 наиболее распространенных злокачественных новообразований (предстательной железы, легкого, толстой кишки) у мужчин в 164 странах мира. Была обнаружена высокая позитивная ассоциация между экспозицией населения к свету ночью и частотой рака предстательной железы, но не рака легкого или толстой кишки [30]. Авторы объясняют наличие выявленной связи между раком пред-

стательной железы (РП) и ночной освещенностью подавлением уровня мелатонина и нарушением функции часовых генов. Риск РП в странах с наивысшей интенсивностью ночной освещенности был на 110% выше, чем такой риск в странах с наиболее низким уровнем световой загрязненности. Остается неясным, как освещенность, регистрируемая со спутников, коррелирует со световым загрязнением в жилых помещениях.

Исследование когорты, включавшей 576 женщин с диагнозом РМЖ и 585 контрольных женщин, показало, что у женщин, которые часто включают в спальне свет ночью, увеличен риск РМЖ (OR=1,6, 95% CI 1,02–2,69) [40]. Аналогичный вывод был сделан и в другой работе, в которой сравнивали риск РМЖ 813 пациенток и 793 контрольных женщин, ответивших в интервью на вопрос о привычках включать свет ночью в течение 10 лет [19].

G.Li и соавт. [34] исследовали методом случай-контроль потенциальную связь между воздействием света в домашних условиях и риском РМЖ в Коннектикуте, США. Под наблюдением было 363 случая РМЖ и 356 здоровых женщин одного возраста, которых интервьюировали, используя стандартизированный опросник, включавший вопросы о характере сна и освещении в спальне. Некоторое увеличение риска РМЖ было выявлено у постменопаузальных женщин, которые спали при свете (OR=1,4, 95% CI 0,7–2,7), у тех, кто спал главным образом днём (OR=1,4, 95% CI 0,5, 4,3) и среди тех, кто не завешивал окна шторами во время ночного сна (OR=1,2, 95% CI 0,8, 1,9).

При учете интенсивности ночного освещения в спальне было установлено, что этот фактор весьма существенен и увеличивает риск РМЖ у женщин в Израиле, имеющих привычку спать при включенном свете (OR=1,220, 95% CI=1,118–1,311,  $p<0,001$ ) [31]. Сравнивая собственные данные с результатами, полученными S.Davis и соавт. [19], авторы отмечают, что за 15 лет, прошедших со времени этого исследования (1992–1995 гг.), световое загрязнение увеличилось и женщины в настоящее время подвергаются воздействию света большей интенсивности, поскольку чаще используются энергосберегающие лампы, дающие голубой свет (460 нм). Следует подчеркнуть, что работа I.Kloog и соавт. [31] является первым широкомасштабным рандомизированным исследованием, установившим достоверную положительную корреляцию между освещением в спальне (привычкой спать при свете), светом в ночные часы (световым загрязнением) и РМЖ, и представившим доказательства, что относительный риск РМЖ увеличивается пропорционально интенсивности ночного освещения в спальне. Таким обра-

зом, не только сменная работа в ночные часы, но и привычка спать при свете является фактором риска РМЖ [31, 32].

Представляют интерес данные об онкологической заболеваемости коренных народов Севера. У представителей народности саами, живущих на севере Европы, частота рака снижена [23, 25, 26, 52]. В приполярном регионе частота РМЖ среди коренного населения в 1969–1973 гг. составляла 28,2 на 100 000 населения и 34,3 на 100 000 населения в 1984–1988 гг. [37]. Смертность от РМЖ среди аборигенов Аляски (эскимосов, индейцев и алеутов) утроилась с 1969 г. по неизвестной (как отметили авторы) причине [29]. Однако, по данным Датского регистра в Гренландии, инуиты (собираТЕЛЬНЫЙ термин, заменивший термин «эскимосы»), никогда не жившие в Дании, имели значительно меньший риск, чем ожидалось [11].

В 2008 г. Circumpolar Inuit Cancer Review Working Group [17, 18] опубликовала результаты исследования рака у полярных инуитов, проживающих на территории Аляски, Канады и Гренландии, охватывающего период с 1989 по 2003 г. в сравнении с периодом 1969–1988 гг., т. е., в целом за 35 лет. Было отмечено существенное увеличение заболеваемости раком молочной железы, тела матки, легкого и толстой кишки, что связывают с изменениями в образе жизни аборигенов, так называемой его «вестернизацией».

При исследовании динамики частоты опухолей органов репродуктивной системы и смертности от них за 1974–2003 гг. среди женщин-аборигенов Аляски было установлено, что за этот период частота РМЖ выросла на 105%, тогда как у белых женщин США — на 31%. Частота РТМ за эти же годы увеличилась среди коренных женщин Аляски на 500%, тогда как среди белых американок она снизилась на 30%. Частота опухолей яичников не изменилась среди аборигенов и уменьшилась на 16% у белых женщин, тогда как частота РШМ уменьшилась на 79% и 41% соответственно [20]. Анализ показал, что значительное увеличение частоты РМЖ и эндометрия у аборигенов Аляски лучше всего можно объяснить изменениями в образе жизни. Авторы отметили, что у женщин на Аляске за 30 лет существенно выросла заболеваемость ожирением и сахарным диабетом и связывают это повышение с изменением в характере питания. Однако, наряду с «вестернизацией» питания, на Аляске существенно увеличился уровень светового загрязнения, связанного с удвоением за этот же период численности населения и индустриализацией, что, на наш взгляд, может играть важную роль в наблюдаемом феномене.

Таким образом, как показал анализ географического распределения, частота гормонозависимых опухолей (РМЖ, РТМ, РЯ, РОК) и рака легкого у женского населения увеличивается с увеличением расстояния от экватора. За 22-летний период наблюдается неуклонный рост частоты их выявления. Ассоциированные с инфекционными факторами виды рака (РШМ, РЖ, РП) наиболее часто выявляются в приэкваториальных странах. За рассматриваемый период наблюдается неуклонное снижение частоты их выявления.

В 1985 г. значительный вклад в риск развития опухолей репродуктивных органов у женщин внесли факторы, ассоциированные с географической широтой места их проживания, а факторы, ассоциированные с уровнем экономического развития, — на органы пищеварительной системы. В 2000-х годах основным фактором риска развития опухолей у женщин стал уровень экономического развития страны, в которой они проживают. При повышении уровня экономического развития наблюдается снижение риска развития опухолей, ассоциированных с инфекционными заболеваниями, и одновременное повышение риска развития опухолей репродуктивных органов и рака легких. Если увеличение частоты рака легких можно отнести за счет увеличения распространенности курения табака [12, 21], то есть основания полагать, что нарастание светового загрязнения в мире является одним из важных факторов увеличения риска РМЖ, РТМ и РЯ у женщин, проживающих в приполярных и полярных регионах.

Безусловно, следует учитывать, что выявленные различия (или их отсутствие) не всегда связаны со световым режимом и, соответственно, с географической широтой, а также с социальными факторами. Как известно, этиология у вышеперечисленных злокачественных опухолей мультифакторная. В возникновении новообразований женской репродуктивной системы большое значение имеют особенности репродуктивного статуса, избыток жиров и углеводов в диете и т.д. [12]. Поэтому, помимо особенностей светового режима, необходимо учитывать климатические условия, связанные с географической широтой, степень индустриализации и особенности стиля жизни. Известно, что страны, расположенные севернее от экватора, в большей степени имеют высокую индустриализацию и высокий уровень жизни с высококалорийной диетой, что также не может не сказаться на повышенном уровне заболеваемости злокачественными новообразованиями, и в первую очередь, РМЖ, а также опухолями тела матки, яичников и ободочной кишки [12, 21,

38]. В то же время, высокая частота РШМ в странах «экваториальной» группы может быть связана с высокой сексуальной активностью и низкой степенью гигиенической культуры населения, что ведет к повышению риска возникновения заболеваний, передающихся половым путем, в том числе вирусных заболеваний, увеличивающих опасность возникновения РШМ. Инфекционным фактором можно объяснить и сравнительно высокую частоту рака желудка (заражение *Helicobacter pylori*) и печени (вирусы гепатита) в этой группе стран [27, 51]. В целом, однозначно нельзя утверждать, что световой режим или географическое расположение являются основополагающими факторами в развитии злокачественных новообразований, но и не учитывать данное положение также не следует. Десинхронозы (нарушения циркадианного ритма), связанные со световым загрязнением как вне помещений, так и в жилых и рабочих помещениях в ночные часы, могут играть важную роль в обсуждаемых процессах.

Изучение уровня мелатонина в слюне у людей в городе Тромсе, Норвегия (70 ° с.ш.) в течение года показало, что максимальный его уровень наблюдается в январе, тогда как минимальный — в июне. При этом суточный ритм мелатонина разной степени выраженности имел место в течение всех сезонов года. В июне уровень мелатонина в слюне был таким же, как в марте или сентябре, когда продолжительность дня и ночи одинаковы, однако наблюдался фазовый сдвиг, когда уровень мелатонина повышался с середины ночного времени до 09:00 ч [55]. Экскреция с мочой 6-COMT была максимальна у жителей Тромсе в начале зимы, а в Осло (60° с. ш.) — в конце зимы, и минимальна в начале лета в обоих городах [48]. У животных, обитающих в высоких широтах, наблюдается тонкая регуляция временных паттернов роста и репродукции, несмотря на отсутствие фотопериодической информации в течение большей части года. Ритм мелатонина у северных оленей (*Rangifer tarandus*) отчетливо реагировал на смену дня и ночи, но не на циркадианную фазу [35].

*Авторы выражают глубокую признательность д-ру мед. наук М.А.Забезинскому за ценные советы и критические замечания, высказанные им при подготовке рукописи к печати, и канд. мед. наук П.А.Егормину за помощь в сборе материала для анализа.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов В.Н., Виноградова И.А. Световой режим, мелатонин и риск развития рака // *Вопр. онкол.* — 2006. — Т. 53. — С. 491–498.

2. Анисимов В.Н., Айламазян Э.К., Батурин Д.А. и др. Световой режим, ановуляция и риск злокачественных новообразований женской репродуктивной системы: Механизмы связи и профилактика // Журн. акушер. жен. болезней.—2003.—Т. 52, № 2.—С. 47–58.
3. Виноградова И.А., Букалев А.В., Забежинский М.А. и др. Влияние светового режима и мелатонина на гомеостаз, продолжительность жизни и развитие спонтанных опухолей у самок крыс // Успехи геронтол.—2007.—Т. 20.—С. 40–47.
4. Лазарев Н.И., Ирд Е.А., Смирнова И.О. Экспериментальные модели эндокринных гинекологических заболеваний.—М.: Медицина, 1976.—176 с.
5. Муратов Е.И. Электрические и магнитные поля сверхнизкой частоты и их роль в возникновении новообразований // Вопр. онкол.—1996.—Т. 42, № 5.—С. 14–21.
6. Хаецкий И.К. Влияние гипоталамо-гипофизарных нарушений, вызываемых постоянным освещением, на развитие индуцированных опухолей молочных желез у крыс // Вопр. экспер. онкол., вып. 1.—Киев: Здоровье, 1965.—С. 87–93.
7. Anisimov V.N. Light pollution, reproductive function and cancer risk // *Neuro Endocrinol. Lett.*—2006.—Vol. 27.—P. 35–52.
8. Anisimov V.N., Baturin D.A., Popovich I.G. et al. Effect of exposure to light-at-night on life span and spontaneous carcinogenesis in female CBA mice // *Int. J. Cancer.*—2004.—Vol. 111.—P. 475–479.
9. Bartsch C., Bartsch H., Peschke E. Light, melatonin and cancer: current results and future perspectives // *Biol. Rhythm Res.*—2009.—Vol. 40.—P. 17–35.
10. Borisenkov M.F. Latitude of residence and position in time zone are predictors of cancer incidence, cancer mortality, and life expectancy at birth // *Chronobiol. Int.*—2011.—Vol. 28.—P. 155–162.
11. Boysen T., Friberg J., Andersen A. et al. The Inuit cancer pattern — the influence of migration // *Int. J. Cancer.*—2008.—Vol. 122.—P. 2568–2572.
12. Cancer: Causes, Occurrence and Control / Tomatis L. (Ed.). IARC Sci. Publ. No 100.—Lyon: IARC, 1990.—352 p.
13. Cancer Incidence in Five Continents. Vol. VI / Parkin D.M., Muir C.S., Whelan S.L. et al. (Eds). IARC Sci. Publ. No 120.—Lyon: IARC, 1992.—1050 p.
14. Cancer Incidence in Five Continents. Vol. VII / Parkin D.M., Whelan S.L., Ferlay J. et al. (Eds). IARC Sci. Publ. No 143.—Lyon: IARC, 1997.—1350 p.
15. Cancer Incidence in Five Continents. Vol. VIII / Parkin D.M., Whelan S.L., Ferlay J. et al. (Eds.). IARC Scientific Publication No. 155.—Lyon: IARC, 2003.—782 p.
16. Cancer Incidence in Five Continents. Vol. IX / Curado M.P., Edwards B., Shin H.R. et al. (Eds.). IARC Scientific Publication No. 160.—Lyon: IARC, 2007.—897 p.
17. Circumpolar Inuit Cancer Review Working Group. Cancer among the circumpolar inuit, 1989–2003. I. Background and Methods // *Int. J. Circumpolar Health.*—2008.—Vol. 67.—P. 396–407.
18. Circumpolar Inuit Cancer Review Working Group. Cancer among the circumpolar inuit, 1989–2003. II. Patterns and Trends // *Ibid.*—2008.—Vol. 67.—P. 408–420.
19. Davis S., Kaune W.T., Mirick D.K. et al. Residential magnetic fields, light-at-night, and nocturnal urinary 6-sulfatoxymelatonin concentration in women // *Amer. J. Epidemiol.*—2001.—Vol. 154.—P. 591–600.
20. Day G.E., Lanier A.P., Bulkow L., Kelly J.J., Murphy N. Cancer of the breast, uterus, ovary and cervix among Alaska native women, 1974–2003 // *Int. J. Circumpolar Health.*—2010.—Vol. 69.—P. 72–86.
21. Doll R., Petro R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today // *J. Natl. Cancer Inst.*—1981.—Vol. 66.—P. 1191–1308.
22. Erren T.C., Piekarski C. Does winter darkness in the Arctic protect against cancer? // *Med. Hypothesis.*—1999.—Vol. 53.—P. 1–5.
23. Haldorsen T., Tynes T. Cancer in the Sami population of North Norway, 1970–1997 // *Europ. J. Cancer Prev.*—2005.—Vol. 14.—P. 63–68.
24. Hansen J. Increased breast cancer risk among women who work predominantly at night // *Ann. Epidemiology.*—2001.—Vol. 12.—P. 74–77.
25. Hassler S., Sjolander P., Gronberg H. et al. Cancer in the Sami population of Sweden in relation to lifestyle and genetic factors // *Europ. J. Epidemiol.*—2008.—Vol. 23.—P. 273–280.
26. Hassler S., Soininen L., Sjolander P., Pukkala E. Cancer among the Sami — A review on the Norwegian, Swedish and Finnish Sami populations // *Int. J. Circumpolar Health.*—2008.—Vol. 67.—P. 421–432.
27. Human Papillomaviruses. IARC Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 90.—Lyon: IARC, 2007.—670 p.
28. Johle W. Trends in photophysiological concept // *Ann. N.Y. Acad. Sci.*—1964.—Vol. 11.—P. 88–104.
29. Kelly J.J., Lanier A.P., Alberts S., Wiggins C.L. Differences in cancer incidence among Indians in Alaska and New Mexico and U.S. whites, 1993–2002 // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*—2006.—Vol. 15.—P. 1515–1519.
30. Kloog I., Haim A., Stevens R.G., Portnov B.A. Global co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon, and lung in men // *Chronobiol. Int.*—2009.—Vol. 26.—P. 108–125.
31. Kloog I., Haim A., Stevens R.G., Portnov B.A. Light at night co-distributes with incident breast but not lung cancer in the female population of Israel // *Ibid.*—2008.—Vol. 25.—P. 65–81.
32. Kloog I., Portnov B.A., Rennert H.S., Haim A. Does the modern urbanized sleeping habitat present a breast cancer risk? // *Ibid.*—2011.—Vol. 28.—P. 76–80.
33. Kloog I., Stevens R.G., Haim A., Portnov B.A. Nighttime light level co-distributes with breast cancer incidence worldwide // *Cancer Causes Control.*—2010.—Vol. 21.—P. 2059–2968.
34. Li Q., Zheng T., Holford T.R., Boyle P. et al. Light at night and breast cancer risk: results from a population-based

- case-control study in Connecticut, USA // *Ibid.*—2010.— Vol. 21.—P. 2281–2285.
35. Lu W., Meng Q.J., Tyler N.J. et al. A circadian clock is not required in an arctic mammal // *Curr. Biol.*—2010.— Vol. 20.—P. 533–537.
  36. Megdal S.P., Kroenke C.H., Laden F. et al. Night work and breast cancer risk a systematic review and meta-analysis // *Europ. J. Cancer.*—2005.—Vol. 41.—P. 2023–2032.
  37. Miller A.B., Gaudette L.A. Breast cancer in Circumpolar Inuit 1969–1988 // *Acta Oncol.*—1996.—Vol. 35.—P. 577–580.
  38. Montesano R., Hall J. Environmental causes of human cancer // *Europ. J. Cancer.*—2001.—Suppl. 8.—P. 67–68.
  39. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 80.—Lyon: IARC, 2002.—429 p.
  40. O'Leary E.S., Schoenfeld E.R., Stevens R.G. et al. Shift work, light at night, and breast cancer on Long Island, New York // *Amer. J. Epidemiol.*—2006.—Vol. 164.—P. 358–366.
  41. Painting, Firefighting, and Shiftwork. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 98.—Lyon: IARC, 2010.—804 p.
  42. Pukkala E., Aspholm R., Auvinen A. et al. Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades: occupational cohort study // *Brit. Med. J.*—2002.—Vol. 325.—P. 567–571.
  43. Pukkala E., Auvinen H., Wahlberg G. Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants, 1967–1992 // *Brit. Med. J.*—1995.—Vol. 311.—P. 649–652.
  44. Pukkala E., Ojamo M., Rudanko S.L. et al. Does incidence of breast cancer and prostate cancer decrease with increasing degree of visual impairment? // *Cancer Causes Control.*—2006.—Vol. 17.—P. 573–736.
  45. Pukkala E., Verkasalo P.K., Ojamo M., Rudank S.L. Visual impairment and cancer: a population-based cohort study in Finland // *Ibid.*—1999.—Vol. 10.—P. 13–20.
  46. Rafnsson V., Tulinius H., Jonasson J., Hrafnkelsson J. Risk of breast cancer in female flight attendants: a population-based study (Iceland) // *Ibid.*—2001.—Vol. 12.—P. 95–101.
  47. Cancer Incidence in California flight attendants (United States) // *Ibid.*—2002.—Vol. 13.—P. 317–324.
  48. Ruhayer Y., Malm G., Haugen T.B. et al. Seasonal variations in serum concentrations of reproductive hormones and urinary excretion of 6-sulfatoxymelatonin in men living north and south of the Arctic Circle: a longitudinal study // *Clin. Endocrinol. (Oxf.)*—2007.—Vol. 67.—P. 85–92.
  49. Schernhammer E.S., Laden F., Speizer F.E. et al. Rotating night shifts and risk of breast cancer in women participating in the nurses' health study // *J. Natl. Cancer Inst.*—2001.—Vol. 93.—P. 1563–1568.
  50. Schernhammer E.S., Laden F., Speizer F.E. et al. Night-shift work and risk of colorectal cancer in the Nurses' Health Study // *Ibid.*—2003.—Vol. 95.—P. 825–828.
  51. Schistosomes, Liver Flukes and *Helicobacter pylori*. IARC Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 61.—Lyon: IARC, 1994.—270 p.
  52. Soininen L., Jarvinen S., Pukkala E. Cancer incidence among Sami in Northern Finland, 1979–1998 // *Int. J. Cancer.*—2002.—Vol. 100.—P. 342–346.
  53. Stevens R.G. Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence // *Int. J. Epidemiol.*—2009.—Vol. 38.—P. 963–970.
  54. Stevens R.G., Wilson B.W., Anderson L.E. The Melatonin Hypothesis. Breast Cancer and Use of Electric Power.—Columbus: Battelle Press, 2004.—760 p.
  55. Stokkan K.A., Reiter R.J. Melatonin rhythms in Arctic urban residents // *J. Pineal Res.*—1994.—Vol. 16.—P. 33–36.
  56. Straif K., Baan R., Grosse Y. et al. Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting // *Lancet Oncol.*—2007.—Vol. 8.—P. 1065–1066.
  57. Vinogradova I.A., Anisimov V.N., Bukalev A.V., Semenchenko A.V., Zabezhinski M.A. Circadian disruption induced by light-at-night accelerates aging and promotes tumorigenesis in rats // *Aging.*—2009.—Vol. 1.—P. 855–865.
  58. Viswanathan A.N., Hankinson S.E., Schernhammer E.S. Night shift work and the risk of endometrial cancer // *Cancer Res.*—2007.—Vol. 67.—P. 10618–10622.
  59. Viswanathan A.N., Schernhammer E.S. Circulating melatonin and the risk of breast and endometrial cancer in women // *Cancer Lett.*—2009.—Vol. 281.—P. 1–7.
  60. Wilson B.W., Stevens R.G., Anderson L.E. (eds.) Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields: The Question of Cancer.—Columbus, Richland: Battelle Press, 1990.—383 p.

Поступила в редакцию 30.03.2011 г.

*M.F. Borisenkov<sup>1</sup>, V.N. Anisimov<sup>2</sup>*

#### **CANCER RISK IN FEMALES: A POSSIBLE CONNECTION WITH GEOGRAPHIC AND CERTAIN ECONOMIC AND SOCIAL FACTORS**

<sup>1</sup> Institute of Physiology, Komi Republican Center for Research, Russian Academy of Sciences, Urals Branch, Syktyvkar; <sup>2</sup> N.N.Petrov Research Institute of Oncology, St. Petersburg

The paper deals with multivariate regression analysis of effects of latitude, economic environment and electricity consumption on breast cancer morbidity in 35 countries (1985–2007). Our data are compared with the influence of the same factors on incidence rates for ovarian carcinoma, endometrial and cervical cancer as well as those of the stomach, liver, colon and lung. It was found that rates of morbidity for breast, endometrial, colonic and lung cancer tend to increase north of the equator while cervical, gastric and hepatic cancer incidence is relatively higher in circumequatorial populations. In 1985, geographic factors made a dramatic contribution to hormone-dependent tumors incidence while economic ones — to that of gastrointestinal neoplasms. In the 2000-ies, climate-related risks of hormone-dependent tumors have gradually slumped down while those of economic and social factors have increased.