

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ КОЖИ**

**Вавринчук А.С.<sup>1</sup>, Марочко А.Ю.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный медицинский университет», г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 35; e-mail: sandorkligan@gmail.com

---

С помощью созданной климатической геоинформационной системы методами корреляционного и регрессионного анализа изучено влияние 12 климатических факторов на риск возникновения у населения Хабаровского края рака кожи (РК) и меланомы кожи (МК). Было установлено, что при РК заболеваемость сильнее всего коррелировала с уровнями годовой поглощенной коротковолновой радиации, абсолютным минимумом температуры воздуха в январе, годовым радиационным балансом и средней месячной температурой воздуха в январе. Регрессионный анализ выявил высокую степень связи заболеваемости с комплексом климатических факторов, наиболее важные из которых: годовая поглощенная коротковолновая радиация, абсолютный минимум температуры воздуха в январе, годовой радиационный баланс и годовая суммарная солнечная радиация. В то же время высокий риск возникновения МК ассоциируется с воздействием на популяцию комплекса климатических факторов, среди которых наиболее значимыми, увеличивающими риск возникновения заболевания являются: среднемесячная влажность и средняя месячная температура воздуха в июле, а также повторяемость пасмурного неба в июле.

---

Ключевые слова: географическая информационная система, меланома, рак кожи

## **USAGE A CLIMATIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM IN EVALUATION OF INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE RISK OF MALIGNANT SKIN TUMORS**

**Vavrinchuk A.S., Marochko A.Y.**

*Far East State Medical University, e-mail: sandorkligan@gmail.com*

---

This research dedicated to how the climatic factors influence on the risk of melanoma skin cancer (SM) and non-melanoma skin cancer (SC). On a model of Khabarovsk Territory the effect of 12 climate risk factors were studied in a population using climate geographic information system by the methods of correlation and regression analysis. Correlation analysis showed that the incidence of skin cancer strongly correlated with the levels of the absolute minimum air temperature in January, total annual absorbed shortwave radiation, the annual radiation balance and the monthly average air temperature in January. Regression analysis revealed the role of a complex of climatic factors in morbidity rate, the most important of which are : the annual absorbed shortwave radiation , the absolute minimum air temperature in January , the annual radiation balance and the annual total solar radiation. High risk of melanoma skin cancer associated with exposure to the population of the complex of climatic factors, among which the most significant , increase the risk of the disease are: average humidity and average monthly temperature in July , and the repeatability of a cloudy sky in July.

---

Keywords: geographical information system, melanoma skin cancer, non-melanoma skin cancer

Изучение заболеваемости злокачественными новообразованиями зачастую поводится без учета эндемических особенностей конкретных территорий и влияния комплекса факторов окружающей среды на человека [1].

Рак кожи (РК) и меланома кожи (МК) характеризуются выраженной территориально-географической вариабельностью распространения с большими колебаниями мировых уровней заболеваемости у мужчин и женщин [6, 8]. В настоящее время установлено влияние солнечной ультрафиолетовой радиации на риск возникновения этих опухолей [4, 5, 7].

Однако роль других климатических факторов в развитии данных новообразований изучена недостаточно [2].

Стандартный методологический подход не позволяет сделать заключение о степени влияния всего комплекса факторов внешней среды (температурного режима, солнечной инсоляции, влажности воздуха) на риск возникновения рака и меланомы кожи [2, 5]. Оценить их роль возможно с помощью климатической географической информационной системы (ГИС), которая позволяет выделить комплекс факторов, оказывающих влияние на распространение новообразования в популяции, оценить их роль в развитии злокачественных опухолей кожи.

### **Цель исследования**

с помощью климатической географической информационной системы определить климатические факторы, оказывающие наибольшее влияние на риск возникновения РК и МК в популяции.

### **Материалы и методы**

Для создания ГИС были использованы карты Хабаровского края, характеризующие климатический режим по следующим параметрам: X1 — Повторяемость пасмурного неба (8–10 баллов) по общей облачности в январе (% дней); X2 — Число пасмурных дней по общей облачности в году (%), X3 — Повторяемость пасмурного неба (8–10 баллов) по общей облачности в июле (% дней); X4 — Средняя месячная температура воздуха в июле (°C); X5 — Количество осадков в году (мм); X6 — Абсолютный минимум температуры воздуха в январе (°C); X7 — Средняя месячная температура воздуха в январе (°C), X8 — Годовой радиационный баланс (МДж/м<sup>2</sup>); X9 — Годовая суммарная солнечная радиация (МДж/м<sup>2</sup>); X10 — Годовая поглощенная коротковолновая радиация (МДж/м<sup>2</sup>); X11 — Среднее годовое испарение (мм); X12 — Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле (%). Территориальные изменения климатических параметров были представлены в виде изолиний. Кроме того, была использована карта с расположением всех населенных пунктов.

Климатические карты с помощью координатной сетки разбивались на квадраты 50x50 км, в каждом квадрате рассчитывались средние значения климатических параметров. Аналогичным образом разбивалась и карта с расположением населенных пунктов. Была проведена нумерация всех квадратов, всего 1600.

После сканирования карт составлялась электронная таблица, в которой каждому квадрату соответствовала конкретная строка, а каждому из 12 климатических параметров – столбец. В таблицу также заносились координаты каждого квадрата. Полученная таким способом таблица использовалась для кластерного анализа с последующей проверкой

полученных результатов дискриминантным анализом. В результате было сформировано 10 кластеров со сходными климатическими параметрами (рис. 1)

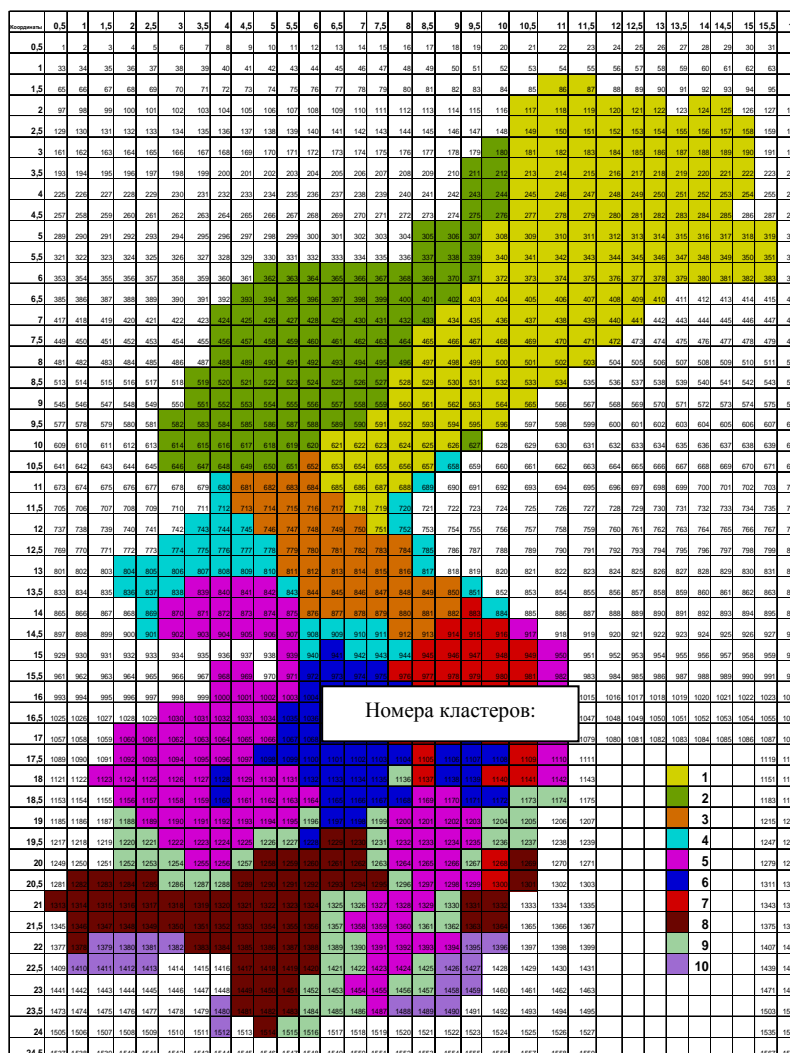


Рис. 1. Климатические кластеры Хабаровского края

В каждом кластере были определены численность населения и общее число случаев заболевания РК в период с 2000 по 2009 гг. и МК в период с 1990 по 2007 гг. Для этого использовались материалы краевого канцер-регистра; случаи первично-множественных РК и МК (как синхронных, так и метатхронных) рассматривались как один случай. Границы кластеров не совпадали с границами административных районов края. В ряде регионов (Николаевский, Советско-Гаванский) встречались кластеры трех типов. В то же время в кластере № 4 находился только один населенный пункт (пос. Многовершинный), в связи с чем данный кластер был исключен из дальнейшего исследования.

Были рассчитаны значения относительного риска (ОР) возникновения РК и МК у населения различных кластеров. При этом за стандарт (1,0) принимались уровни заболеваемости во всех кластерах.

Для изучения влияния климатических факторов были рассчитаны коэффициенты парной корреляции с уровнями заболеваемости РК и МК населения, проживающего на территории различных кластеров. Кроме того, для оценки связей между изучаемыми явлениями использован анализ множественной линейной регрессии с построением регрессионной модели [1].

Все расчеты проведены с помощью статистических пакетов Matlab 6.0 и SPSS. Работа по созданию климатической ГИС выполнена в сотрудничестве с коллективами лаборатории медицинской информатики Вычислительного центра ДВО РАН и лаборатории геоинформационных систем НИИ тектоники и геофизики ДВО РАН.

### Результаты и обсуждение

Сформированные кластеры отличались друг от друга по своему географическому положению и характеристикам климатических параметров. Северным регионам края соответствовали кластеры № 1, 2 и 3, кластеры № 8, 9 и 10 занимали южные, наиболее заселенные и освоенные территории Хабаровского края, кластеры № 5, 6 и 7 находились преимущественно на территории центральных районов края и по своим климатическим характеристикам занимали промежуточное положение между «северными» и «южными» группами кластеров.

Наиболее высокие показатели ОР РК наблюдались у жителей населенных пунктов, расположенных в кластере № 6, включавшем г. Комсомольск-на-Амуре — 1,18 (1,11–1,25). Высокие, статистически значимые показатели ОР возникновения МК наблюдались в населенных пунктах, расположенных в кластере № 8, к которому относился г. Хабаровск – 1,15 (1,04–1,26). Самый низкий ОР возникновения РК отмечался в кластерах № 1 — 0,28 (0,16–0,49) и № 3 — 0,19 (0,05–0,76), в то время как показатели ОР МК не были статистически значимыми ввиду редкости патологии на данных территориях (табл. 1, 2).

**Таблица 1**

Численность населения, заболеваемость и относительный риск возникновения рака кожи в климатических кластерах Хабаровского края (2000–2009 гг.)

№ кластеров	Численность населения	Число случаев	Заболеваемость на 100 000 населения	Относительный риск	95% доверительный интервал
1	134 270	13	9,7	<b>0,28*</b>	0,16–0,49
2	18626	1	5,4	0,16	0,02–1,11
3	30 708	2	6,5	<b>0,19*</b>	0,05–0,76
5	826 170	237	28,7	<b>0,83*</b>	0,73–0,95
6	3 321 830	1343	40,4	<b>1,18*</b>	1,11–1,25
7	215 353	57	26,5	0,77	0,59–1,00

8	9 007 260	3057	33,9	0,99	0,94–1,03
9	222 556	40	18,0	<b>0,52*</b>	0,38–0,71
10	289 750	87	30,0	0,87	0,71–1,08
Всего	14 066 523	4837	34,4	1,0	—

Примечание: \* — статистически значимый показатель относительного риска

**Таблица 2**

Численность населения, заболеваемость и относительный риск возникновения меланомы кожи в климатических кластерах Хабаровского края в 1990–2007 гг.

№ кластеров	Численность населения	Число случаев	Заболеваемость на 100 000 населения	Относительный риск	95% Доверительный интервал
1	241 694	6	2,5	0,61	0,27–1,37
2	33 527	—	—	—	—
3	55 274	1	1,8	0,45	0,06–3,18
5	1 487 106	34	2,3	<b>0,56*</b>	0,40–0,79
6	5 979 294	188	3,1	<b>0,79*</b>	0,66–0,91
7	387 634	12	3,1	0,76	0,43–1,35
8	16 213 068	752	4,6	<b>1,15*</b>	1,04–1,26
9	400 601	9	2,2	0,55	0,29–1,07
10	521 554	23	4,4	1,09	0,72–1,65
Всего	25319752	1025	4,0	1,0	—

Примечание: \* — статистически значимый показатель относительного риска

Таким образом, ОР возникновения РК в кластерах, расположенных на севере, был низким. При МК такой связи отмечено не было.

Корреляционный анализ показал наибольшую взаимосвязь заболеваемости РК с факторами X10 (0,797), X6 (0,770), X8 (0,766) и X7 (0,720) (табл. 3).

**Таблица 3**

Значения коэффициентов парной корреляции (r) между климатическими факторами и заболеваемостью раком кожи (2000–2009 гг.) и меланомой кожи (1990–2007 гг.) в Хабаровском крае

Климатические факторы		r	
		РК	МК
X1	Повторяемость пасмурного неба (8–10 баллов) по общей облачности в январе	-0,405	-0,498
X2	Число пасмурных дней по общей облачности в году	-0,316	-0,522

X3	Повторяемость пасмурного неба (8–10 баллов) по общей облачности в июле	0,106	0,556
X4	Средняя месячная температура воздуха в июле	0,603	0,617
X5	Количество осадков в году	0,706	0,679
X6	Абсолютный минимум температуры воздуха в январе	0,778	0,770
X7	Средняя месячная температура воздуха в январе	0,720	0,799
X8	Годовой радиационный баланс	0,766	0,538
X9	Годовая суммарная солнечная радиация	0,701	0,606
X10	Годовая поглощенная коротковолновая радиация	0,797	0,602
X11	Среднее годовое испарение	0,676	0,666
X12	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле	0,710	0,809

Проведенный регрессионный анализ позволил получить уравнение множественной линейной регрессии, которое выглядело следующим образом:  $Y = 0,0813 \cdot X_{10} - 0,1057 \cdot X_9 + 3,2932 \cdot X_6 + 0,0698 \cdot X_8$ , где  $Y$  – заболеваемость РК населения Хабаровского края. Таким образом, видно, что на риск возникновения РК наибольшее влияние оказывают 4 фактора:  $X_9$  (вклад фактора 40,0%),  $X_{10}$  (вклад фактора 27,1%),  $X_6$  (вклад фактора 16,1%),  $X_8$  (вклад фактора 11,9%).

Коэффициенты парной корреляции всех указанных факторов с заболеваемостью РК были высокими, однако наиболее сильная прямая связь отмечалась с фактором  $X_{10}$  ( $r=0,797$ ) (табл. 3).

При изучении степени взаимосвязи отдельных климатических факторов было выявлено, что наиболее сильную взаимную связь демонстрируют факторы  $X_8$  и  $X_9$  ( $r=0,957$ ), фактор  $X_{10}$  находится в наиболее сильной степени связи с  $X_8$  ( $r=0,970$ ),  $X_9$  ( $r=0,967$ ),  $X_5$  ( $r=0,894$ ),  $X_6$  ( $r=0,832$ ).

Наибольшая взаимосвязь заболеваемости МК по данным корреляционного анализа имеется с факторами  $X_4$  ( $r=0,809$ ),  $X_6$  и  $X_7$  ( $r=0,799$  и  $r=0,770$  соответственно),  $X_5$  ( $r=0,679$ ),  $X_{11}$  ( $r=0,666$ ) (табл. 3).

Уравнение множественной линейной регрессии в данном случае было следующим:  $Y = 0,554X_{12} + 0,088X_3 + 0,468X_4 - 0,053X_{11}$ , где  $Y$  – заболеваемость МК населения Хабаровского края. Таким образом, на риск возникновения МК наибольшее влияние оказывают такие факторы, как  $X_{11}$  (вклад фактора 37,8%),  $X_{12}$  (вклад фактора 37,3%),  $X_4$  (вклад фактора 18,9%),  $X_3$  (вклад фактора 1,9%).

Коэффициенты парной корреляции всех указанных факторов с уровнями заболеваемости МК были высокими. Однако самая сильная степень прямой связи

отмечалась с фактором X12 ( $r=0,809$ ), находящимся в сильной степени связи с большинством климатических факторов, кроме X<sub>3</sub> (табл. 3). Наиболее сильные связи показателя X11 наблюдаются с X9 и X10 ( $r=0,959$  и  $r=0,892$  соответственно), X6 ( $r=0,924$ ), X8 ( $r=0,908$ ). Самая сильная степень прямой связи фактора X4 отмечена с X11 ( $r=0,844$ ), X9 ( $r=0,807$ ) и X8 ( $r=0,803$ ).

Высокие значения показателей вышеуказанных климатических параметров отмечаются в кластерах, расположенных на южных территориях региона, с относительно мягким январским климатом. Именно эти территории подвергаются наибольшему воздействию тропических циклонов, поступающих в течение года, особенно в июле, из района Южно-Китайского моря, под влиянием которых отмечается существенное снижение общего содержания озона в атмосфере [3].

Безусловно, сами по себе вышеуказанные факторы не являются канцерогенными. Однако они могут рассматриваться в качестве маркеров территорий, на которых наблюдается наибольшее воздействие таких неблагоприятных климатических факторов, как высокие уровни солнечной инсоляции и напряженность климата (сочетание низких температур воздуха зимой и жаркого и влажного лета).

## **Выводы**

1. Влияние климатических факторов на риск возникновения рака кожи и меланомы кожи отличается.
2. Высокий риск возникновения рака кожи связан с воздействием на популяцию в основном годовой суммарной солнечной радиации и годовой поглощенной коротковолновой радиации.
3. Высокий риск возникновения меланомы кожи ассоциирован с комплексом факторов, характеризующих особенности климатического режима территории в июле, таких как среднемесячная влажность и средняя месячная температура воздуха, а также повторяемость пасмурного неба.

## **Список литературы**

1. Косых Н.Э., Лопатин А.С., Новикова О.Ю., Савин С.З. Геоинформационные системы в задачах медицинской экологии / – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 152 с.
2. Молочков В.А., Хлебникова А.Н. Рак кожи: диагностика, профилактика, лечение. // Вместе против рака. – 2005. — № 2. – С. 25–27.
3. Нерушев А.Ф. Воздействие интенсивных атмосферных вихрей на озоновый слой земли / — СПб.: Гидрометеоиздат – 2003. – 224 с.

4. Agar N.S., Halliday G.M., Barnetson R.S. [et al.] The Basal layer in squamous tumors harbors more UVA than UVB fingerprint mutations: a role for UVA in human skin cancerogenesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2004. – Vol. 101, № 14. – P. 4954–4959.
5. Almahroos M., Kurban A.X. Ultraviolet carcinogenesis in nonmelanoma skin cancer. Part 1: incidence rates in relation to geographic locations and in migrant populations. *Skinmed*. — 2004. — Vol. 3. — № 1. — P. 29–36. 103
6. *Cancer Incidence in Five Continents, Vol. VIII* [Eds. D. Parkin, S. Whelan, J. Ferlay et al IARC Scientific publications. — № 155. – Lyon, 2002. – 781 p.
7. Leiter U., Garbe C. Epidemiology of melanoma and nonmelanoma skin cancer-the role of sunlight. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. – 2008. – Vol. 624. – P. 89–103.
8. Preston D.S., R.S. Stern Nonmelanoma cancers of the skin. *New English Journal of Medicine* . — 1992. — Vol. 327. — P. 1649–1662.

**Рецензенты:**

Апанасевич В.И., д.м.н., профессор, профессор кафедры онкологии и лучевой терапии, ГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный медицинский университет», г. Владивосток;

Косых Н.Э., д.м.н., профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии с курсом онкологии, ГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный медицинский университет», г. Хабаровск.