



УДК 614.7:002.6

МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАКА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА НА ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ УРОВНЕ

А.В. ИВАНОВ¹
В.Н. МИШУСТИН¹
В.Н. ГАДАЛОВ²
Л.В. ШУЛЬГА²

¹⁾ *Курский государственный
медицинский университет*

²⁾ *Юго-Западный государственный
университет, г. Курск*

e-mail: Nikiti4007@yandex.ru

В статье рассмотрены результаты математико-картографического моделирования, позволившие установить, что неблагополучными территориями по заболеваемости раком желудка являются Краснояружский, Ракитянский, Красненский районы и г. Ивня, три из которых относятся к соседним. По частоте рака ободочной кишки неблагополучными районами следует считать Краснояружский, Ивнянский, Ровеньский районы и г. Белгород. При прогнозировании рака органов желудочно-кишечного тракта в двух неблагополучных территориях (Краснояружский, Ивнянский районы) будет происходить дальнейший рост данных нозологий.

Ключевые слова: онкология, рак органов желудочно-кишечного тракта, заболеваемость раком желудочно-кишечного тракта, математико-картографическое моделирование, прогнозирование рака.

В Российской Федерации ежегодно регистрируется более 125 000 новых случаев злокачественных новообразований (ЗНО) желудочно-кишечного тракта, составляющих 27% от всех форм рака [3]. Уровень смертности от рака желудка находится в пределах 14,2-56,2 случая на 100 000 человеко-лет [6]. Наиболее высокая смертность в Литве – 65,2 случая на 100 000 человеко-лет и незначительна в Швейцарии, Швеции и Англии – 7-8 случаев на 100 000 жителей [7]. Следовательно, распространенность ЗНО может значительно различаться по отдельным территориям. Знание территориальных особенностей заболеваемости ЗНО органов желудочно-кишечного тракта имеет практическое значение, так как при дефиците материальных средств позволяет выделить приоритетные для проведения профилактических и диагностических мероприятий районы. Одним из информативных методов изучения пространственного распределения ЗНО желудочно-кишечного тракта считается математико-картографический анализ [1, 4].

Частота нозологических форм ЗНО желудочно-кишечного тракта значительно ниже общего уровня заболеваемости ЗНО в области, а различие между отдельными территориальными системами превышает 2 раза (табл. 1). Однако, как и в случае заболеваемости ЗНО, наивысший уровень рака желудка установлен в Ивнянском и Красненском районах. Третью и четвертую позиции по частоте рака желудка среди районов области в 2004-2008 гг. занимают соответственно Ракитянский и Краснояружский районы. Заболеваемость раком желудка в данных территориях превышает среднеобластной показатель в 1,6-2,0 раза, что является статистически значимым различием ($P < 0,001$).

Наиболее низкая частота рака желудка приходится на г. Старый Оскол, Губкинский, Ровеньский и Вейделевский районы, в которых исследуемая патология находится ниже среднеарифметического уровня в Белгородской области. Минимум заболеваемости раком желудка зарегистрирован в г. Старый Оскол и Губкинском районе.

Расчетная величина χ^2 превышает χ^2 табл. при заданном числе степеней свободы, что позволяет опровергнуть нулевую гипотезу о равномерности распределения заболеваемости раком желудка на территории Белгородской области в 2004-2008 гг. и признать неоднородность в ее распределении в различных территориальных системах.

Конкретизирует и наглядно демонстрирует указанные различия метод картографического моделирования заболеваемости раком желудка среди населения области (рис. 1). При распределении территорий по уровню риска рака желудка используются следующие критерии:

- высокий – от 45,4 до 56,4 случая на 100 000 населения;
- средний – от 26,5 до 45,3 случая на 100 000 населения;
- низкий – от 20,8 до 26,4 случая на 100 000 населения.



Таблица 1

**Уровень заболеваемости раком желудка в районах и городах области
в 2004-2008 гг. на 100 000 населения**

Наименование района	Годы					Среднее	Ранговое место
	2004	2005	2006	2007	2008		
Алексеевский	22,6	36,5	38,1	30,6	26,1	30,8	15
Белгородский	29,7	39,7	37,3	14,2	22,0	28,6	17
Борисовский	45,6	38,1	34,3	30,6	38,3	37,4	8
Валуйский	32,0	39,0	35,3	32,7	37,0	35,2	11
Вейделевский	16,5	33,7	29,7	30,2	22,0	26,4	19
Волоконовский	25,6	52,1	43,7	38,5	35,8	39,1	6
Грайворонский	25,9	29,5	53,0	33,4	50,3	38,4	7
Губкинский	16,6	20,8	27,5	20,0	25,0	22,0	21
Ивнянский	45,4	54,6	105,4	51,1	25,6	56,4	1
Корочанский	50,8	46,1	36,0	44,0	26,0	40,6	5
Красненский	33,6	68,9	41,7	28,4	65,0	47,5	2
Красногвардейский	27,8	40,2	35,7	50,9	22,2	35,4	10
Краснояржский	59,6	33,2	53,4	53,9	27,0	45,4	4
Новооскольский	38,5	13,0	32,9	35,9	31,6	30,4	16
Прохоровский	38,7	33,0	43,1	30,3	27,4	34,5	13
Ракитянский	46,2	46,6	55,5	44,0	38,1	46,1	3
Ровеньский	16,4	16,6	20,8	16,8	46,3	23,4	20
г. Старый Оскол	20,8	23,3	16,0	24,8	19,2	20,8	22
Чернянский	51,1	27,5	27,5	27,6	27,6	32,3	14
Шебекинский	34,3	47,3	39,8	30,2	23,7	35,1	12
Яковлевский	34,1	41,3	41,0	18,5	43,6	35,7	9
г. Белгород	31,4	23,1	25,9	28,1	27,2	27,1	18

В соответствии с принятой классификацией территориальные системы области по уровню заболеваемости раком желудка классифицированы следующим образом. Территориями высокого риска по развитию рака желудка признаны:

- Краснояржский район,
- Ракитянский район,
- Ивнянский район,
- Красненский район.

Примечательно, что три из четырех районов с высокой частотой рака желудка являются соседними территориями и расположены на северо-западе Белгородской области. Исключением служит только Красненский район, расположенный обособленно на востоке области.

Территории с низкой заболеваемостью раком желудка (г. Старый Оскол, Губкинский район, Вейделевский, Ровеньский район) также имеют компактное расположение. Губкинский район и г. Старый Оскол имеют пограничное расположение и находятся на северо-востоке области. Два других района с низкой частотой рака желудка находятся на юго-востоке области.

К территориям со средней частотой рака желудка с учетом указанных критериев отнесены остальные города и районы Белгородской области.



Рис. 1. Картографическая модель заболеваемости раком желудка в Белгородской области в 2004-2008 гг.

Картографическая модель также подтверждает неравномерность распределения частоты рака желудка и наличие территорий высокого, среднего и низкого риска по его возникновению.

Картографическое исследование другой нозологии ЗНО желудочно-кишечного тракта – рака ободочной кишки – за пятилетний период выявило достоверные различия как в отдельные годы, так и в среднем за 2004-2008 гг. (табл. 2). За исследуемый период максимальная частота рака ободочной кишки отмечена в Краснояружском и Ивнянском районах, т.е. как и в случае заболеваемости раком желудка. Уровень рака ободочной кишки в названных районах был высоким и в отдельные годы. Так, в Ивнянском районе заболеваемость раком ободочной кишки являлась максимальной в 2005 г. и 2008 г. ($P < 0,001$). В Краснояружском районе частота рака ободочной кишки максимальна в 2008 г. Различие как во временные периоды для данной территории, так и в сравнении с другими районами области по уровню рака ободочной кишки статистически значимо по критерию Т-Уайта.

По другому непараметрическому критерию χ^2 также установлены достоверные различия и в отношении Ровенского района, и г. Белгорода, занимающих третье и четвертое места среди всех территорий области. Расчетная величина χ^2 , составившая 189,3, значительно превышает χ^2 табл. при числе степеней свободы, равном 84.

Ниже среднеобластного уровня заболеваемость раком ободочной кишки установлена в Борисовском, Чернянском, Волоконовском и Валуйском районах (табл. 2). В данных территориальных системах частота рака ободочной кишки была невысокой в течение 2004-2008 гг. Однако в 2008 г. заболеваемость раком ободочной кишки повысилась, превосходя значительно аналогичный показатель в предыдущие годы. Различие достоверно как по критерию Т-Уайта, так и критерию χ^2 .

При картогеографическом моделировании заболеваемости населения области раком ободочной кишки придерживались следующих значений интенсивных величин:

- высокий уровень – от 21,1 до 26,9 случая на 100 000 населения;
- средний уровень – 13,0 до 21,0 случая на 100 000 населения;
- низкий уровень – от 11,5 до 12,9 случая на 100 000 населения.



Таблица 2

**Частота рака ободочной кишки среди территорий Белгородской области
в 2004-2008 гг. на 100 000 населения**

Название территории	Исследуемые годы					Среднее	Ранговое место
	2004	2005	2006	2007	2008		
Алексеевский	13,6	22,8	22,8	12,0	23,0	18,8	5
Белгородский	11,7	15,7	16,6	26,4	15,0	17,1	10
Борисовский	7,6	11,4	7,6	7,7	23,0	11,5	21
Валуйский	12,5	18,3	14,1	9,9	10,0	12,9	18
Вейделевский	20,7	25,3	8,5	4,3	18,0	15,4	16
Волоконовский	8,5	14,5	14,6	8,9	14,9	12,3	19
Грайворонский	9,7	13,1	19,8	23,4	23,4	17,9	7
Губкинский	13,3	23,3	10,0	17,5	14,2	15,7	15
Ивнянский	12,4	33,6	25,3	21,3	30,0	24,5	2
Корочанский	20,3	15,4	12,9	28,9	15,5	18,6	6
Красненский	20,2	13,8	20,8	7,1	21,6	16,7	11
Красногвардейский	27,8	14,2	19,0	12,1	14,8	17,6	8
Краснояружский	19,9	13,3	20,0	13,5	67,6	26,9	1
Новооскольский	27,8	10,9	4,4	20,0	15,8	15,8	14
Прохоровский	22,6	19,8	10,0	16,8	6,9	15,2	17
Ракитянский	23,1	11,7	8,8	14,7	23,4	16,3	13
Ровеньский	20,5	20,7	29,1	12,6	29,5	22,5	3
г. Старый Оскол	14,4	20,2	14,6	19,7	17,2	17,2	9
Чернянский	15,0	3,1	12,2	12,3	18,4	12,2	20
Шебекинский	13,9	20,4	19,3	14,0	15,1	16,5	12
Яковлевский	13,3	15,0	27,9	22,2	14,5	18,6	6
г. Белгород	19,8	19,3	18,3	25,6	22,7	21,1	4

На основе указанных параметров частоты рака ободочной кишки территориями с высокой патологией признаны:

- Краснояружский район,
- Ивнянский район,
- Ровеньский район,
- г. Белгород.

В первых двух территориальных системах, как и по другой нозологии ЗНО – раку желудка, установлен наивысший уровень заболеваемости раком ободочной кишки. Данные районы в географическом отношении находятся на северо-западе области (рис. 2). Однако обособленно находились г. Белгород и Ровеньский район. Особенно это относится к Ровеньскому району, который расположен на юго-востоке области. Более компактное расположение характерно для территориальных систем низкого риска:

- Чернянского района,
- Волоконовского района,
- Валуйского района.

Исключение из этой группы территорий составляет Борисовский район, располагающийся на юго-западе Белгородской области.

Средняя частота рака ободочной кишки отмечена в Прохоровском, Губкинском, Корочанском, Новооскольском, Шебекинском и других районах. Они не имеют выраженной географической компоненты в отличие от ранее рассмотренных территориальных систем.



Рис. 2. Классификация территориальных систем по уровню рака ободочной кишки в 2004-2008 гг.

Картографирование заболеваемости и смертности от различных форм ЗНО отображает географические вариации ЗНО и основывается на двух различных мерах риска – стандартизованных показателях заболеваемости и смертности, которые показывают сходные распределения. Значения этих показателей существенно ниже в республиках Средней Азии, за исключением рака пищевода, для которого в этой части территории определен географический кластер. Географические распределения лейкоemий, рака пищевода, желудка, ободочной и прямой кишки, мочевого пузыря сходны у мужчин и женщин. Для рака гортани и рака легкого географические распределения различаются между полами. Восточная Сибирь и Дальний Восток являются регионами с достаточно высокой частотой рака ободочной и прямой кишки, поджелудочной железы и мочевого пузыря. Риск для рака желудка и рака шейки матки повышен на соседних с Китаем и Монголией территориях, включая части Сибири и Казахстана. Центральная и Северная Россия являются областями повышенного риска для рака желудка, ободочной и прямой кишки, поджелудочной железы для обоих полов и для рака легких у мужчин. Два разных географических региона показывают существенно повышенный риск для рака молочной железы, яичника, тела матки, предстательной железы [2].

Проанализировав заболеваемость ЗНО методом картографирования, всю территорию Бурятии разделили на 4 группы риска патологии: 1-я группа – с частотой заболеваемости ЗНО 230-300 человек и выше на 100 000 населения, т.е. районы с очень высоким уровнем риска патологии: Баунтовский, Прибайкальский, Тарбагатайский, Заиграевский, Кабанский и Улан-Удэ; 2-я группа – с частотой заболеваемости 190-230 человек на 100 000 населения, т.е. районы с высоким уровнем риска: Баргузинский, Курумканский, Северо-Байкальский, Иволгинский, Селенгинский, Мухоршибирский, Бичурский, Кяхтинский; 3-я группа – с частотой заболеваемости 120-190 человек на 100 000 населения, т.е. районы со средним уровнем риска: Еравнинский, Кижингинский, Хоринский, Закаменский, Джидинский, Муйский; 4-я группа – с частотой заболеваемости 100-120 человек на 100 000 населения, т.е. районы с относительно низким уровнем риска: Тункинский и Окинский [5].



Первым исследованием, сообщающим о неравномерности частоты рака на большой территории Аппалачиа (США) и различиях в частоте рака между северной, центральной и южной частями Аппалачиа, является работа Р. А. Wingo et al [7]. Проведенные до этого исследования не были способны установить различия в частоте рака в Аппалачиа, так как не были доступны данные различных регионов. В целом заболеваемость раком в Аппалачиа оказалась выше, чем в остальной части США. Особенно высоким является уровень рака легких, колоректальной локализации и других связанных с табаком раковых образований. Центральная Аппалачиа имела самый высокий уровень заболеваемости раком легких (у мужчин – 143,8 и у женщин – 75,2 случая) и кишечника (11,2), что выше, чем в северной и южной частях и остальной части США. В северной Аппалачии выявлена самая высокая частота рака предстательной железы, молочной железы, а в южной Аппалачии – самые низкие показатели заболеваемости раком. В географическом плане территории с высоким уровнем рака в Аппалачиа образуют дугу, простирающуюся с севера на юг [7].

Географическое распределение стандартизованных показателей заболеваемости раком у мужчин и женщин в Италии за 1998-2002 годы показало, что уровень заболеваемости раком среди мужчин статистически достоверно выше в северо-восточной и южной частях Италии и ниже – в центральной Италии. Среди женщин стандартизованный показатель заболеваемости раком выше в южной, но ниже – в центральной Италии. При этом наиболее высокая частота рака у мужчин наблюдалась в Неаполе (50,3 случая на 100 000 человек) и Парме (32,0 случая). Среди женщин Неаполя зарегистрирован также максимальный уровень заболеваемости раком – 15,0 случая на 100 000 человек в 1998-2002 годах. Данный показатель незначительно повысился по сравнению с периодом 1993-1997 годов (14,4 случая на 100 000 женщин). Среди мужского населения Италии заболеваемость раком существенно возросла в Биелле с 18,7 случаев в 1993-1997 годах до 23,5 случаев на 100 000 человек в 1998-2002 годах. Эти результаты отражают территориальные особенности заболеваемости раком итальянского населения [1, 6].

Для неблагоприятных районов Белгородской области – Краснояружского и Ивнянского – математическое прогнозирование выполнено по методу Брауна по четырем нозологическим формам рака желудочно-кишечного тракта на 2010 г. и 2011 г. Результаты краткосрочного прогнозирования для Краснояружского района представлены на рис. 3.

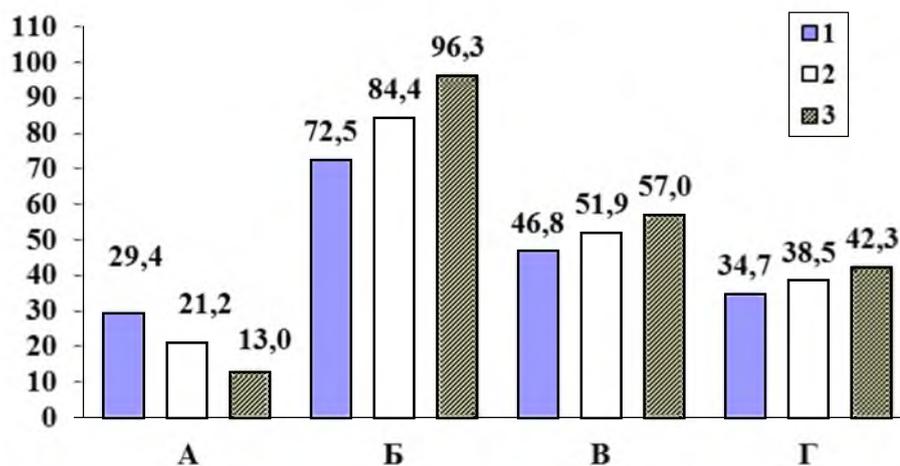


Рис.3. Прогнозируемый уровень ЗНО желудочно-кишечного тракта на 2010-2011 гг. в Краснояружском районе:

по оси абсцисс – рак желудка (А); ободочной кишки (Б); ректосигмоидного отдела, прямой кишки и ануса (В); полости рта и глотки (Г), а по оси ординат – уровень патологии на 100 000 населения; 1 – 2009 г., 2 – 2010 г., 3 – 2011 г.

Как видно из рис. 3, в Красноярском районе прогнозируется повышение частоты всех ЗНО желудочно-кишечного тракта в 2010-2011 гг., за исключением рака желудка. Особенно неблагоприятный прогноз характерен для рака ободочной кишки, увеличение которого произойдет наиболее существенно, чем других нозологических форм.

Аналогичная направленность прогноза получена и для другой неблагополучной территории – Ивнянского района (рис. 4), где также, как и в Красноярском, в 2010-2011 гг. прогнозируется снижение заболеваемости населения раком желудка. По другим нозологическим формам ЗНО желудочно-кишечного тракта результаты краткосрочного прогнозирования указывают на дальнейший рост.

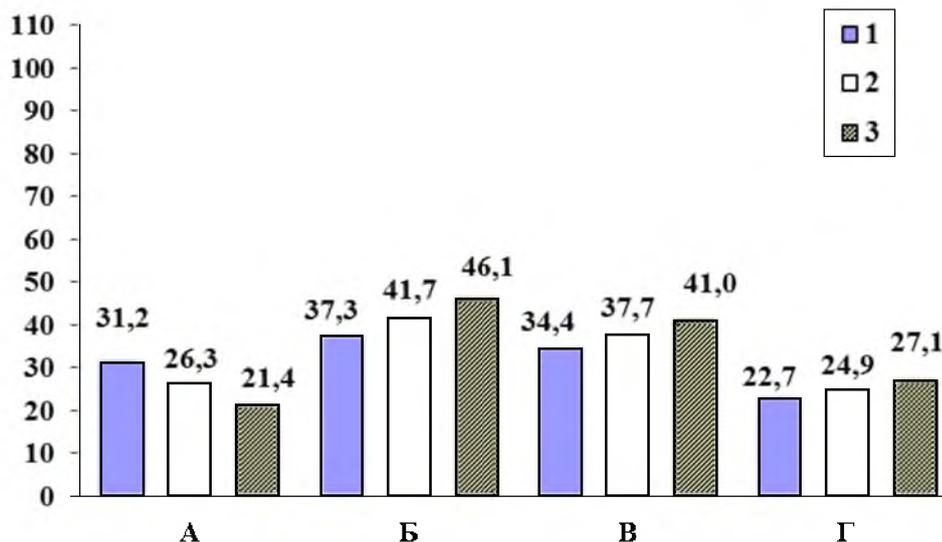


Рис. 4. Прогнозируемый уровень ЗНО желудочно-кишечного тракта на 2010-2011 гг. в Ивнянском районе:

по оси абсцисс – рак желудка (А); ободочной кишки (Б); ректосигмоидного отдела, прямой кишки и ануса (В); полости рта и глотки (Г), а по оси ординат – уровень патологии на 100 000 населения; 1 – 2009 г., 2 – 2010 г., 3 – 2011 г.

Полученные данные и прогнозные оценки на территориальном уровне указывают на необходимость активизации деятельности муниципальной администрации, ЛПУ Красноярского и Ивнянского районов, специализированной онкологической службы Белгородской области по снижению ЗНО органов желудочно-кишечного тракта.

Литература

1. Агарков, Н. М. Исследование заболеваемости злокачественными новообразованиями на основе математико-картографического анализа / Н. М. Агарков, А. Н. Забровский, А. В. Шаманов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 106-108.
2. Мень, Т. Х. Смертность детей от злокачественных опухолей в России 1965-2005 гг. / Т.Х. Мень, И. В. Бондарь, Ю. С. Федякова // Вопросы онкологии. – 2007. – Т. 53, № 5. – С. 510-514.
3. Мерабишвили, В. М. Динамика онкологической заболеваемости и выживаемости подростков от злокачественных новообразований в Санкт-Петербурге / В. М. Мерабишвили // Вопросы онкологии. – 2008. – Т. 54, № 6. – С. 706-709.
4. Серегин, С. П. Многокритериальное математическое моделирование и прогнозирование распространенности злокачественных новообразований / С. П. Серегин, А. Н. Забровский, В. Н. Мишустин // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – №2, ч. 1. – С. 41-49.
5. Чимитдоржиева, Т. Н. Экологическая ситуация и заболеваемость населения злокачественными опухолями / Т. Н. Чимитдоржиева, И. Г. Кременецкий // Российский онкологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 36-38.



6. Ezendam, N. P. M. Educational inequalities in cancer mortality differ greatly between countries around the Baltic Sea / N. P. M. Ezendam, I. Stirbu, M. Leinsalu et al // European Journal of Cancer. – 2008. – Vol. 44, № 3. – P.454-464.
7. Wingo, P. A. Cancer in Appalachia, 2001-2003 / P. A. Windo, T.C. Tucker, P.M. Jamison // Cancer. – 2008. – Vol. 112, № 1. – P. 181-192.

MATHEMATICAL-CARTOGRAPHIC MODELLING AND FORECASTING CANCER OF THE GASTROINTESTINAL TRACT AT THE TERRITORIAL LEVEL

A.V. IVANOV¹
V.N. MISHUSTIN¹
V.N. GADALOV²
L.V. SHULGA²

¹Kursk State Medical University

²South-West state university

e-mail: Nikiti4007@yandex.ru

In the article the results of mathematical and cartographic modeling, revealed that the areas of concern for stomach cancer are Krasnojarsky, Rakityanskiy, Krasnensky areas and g.Ivnya, three of which are en suite. According to the frequency of cancer of the colon disadvantaged areas should be considered Krasnojarsky, Ivnyansky, Rovensky areas and Belgorod. When predicting cancer of the gastrointestinal tract in two disadvantaged areas (Krasnojarsky, Ivnyansky districts) will be further growth in data nosology.

Keywords: oncology, cancer of the gastrointestinal tract, the incidence of cancer of the gastrointestinal tract, mathematical and cartographic modeling, prediction of cancer.