

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Куликова О.М.<sup>1</sup>, Любошенко Т.М.<sup>2</sup>, Фоменко А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт деятельности в экстремальных условиях.

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия (644099, г. Омск, ул. Масленникова, 144), [aaaaa11@rambler.ru](mailto:aaaaa11@rambler.ru)

---

В статье рассмотрены вопросы, связанные с выявлением закономерностей развития онкологической заболеваемости в регионах РФ и построением прогнозов с применением математических моделей. Анализ проводился для 80 регионов РФ. С применением иерархического кластерного анализа выделено 11 кластеров. В наибольший кластер вошли 26 регионов из всех 7 административных округов РФ. Для каждого кластера с применением современных аналитических методов выявлены закономерности и тенденции развития заболеваемости новообразованиями, которые будут положены в основу построения системы прогнозирования. В качестве примера построен прогноз развития онкологической заболеваемости в Омской области с применением моделей ARIMA (p,d,q). Данный прогноз может быть использован для разработки стратегий развития современной системы здравоохранения.

---

Ключевые слова: онкологическая заболеваемость, социально-гигиенический мониторинг, прогнозирование, стратегии развития системы здравоохранения РФ.

## ONCOLOGICAL DISEASE PREDICTION IN REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Kulikova O.M.<sup>1</sup>, Luboshenko T.M.<sup>2</sup>, Fomenko A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute of Extreme Conditions Activities

<sup>2</sup> The Siberian state university of physical training and sports  
Omsk, Russia (644080, Omsk, Maslennikova-street, 144), [aaaaa11@rambler.ru](mailto:aaaaa11@rambler.ru)

---

The article deals with issues, related to the determination of mechanisms of cancer development in the Russian regions and the prediction them with the use of mathematical models. The analysis was done for 80 regions of Russia. With the use of hierarchical cluster analysis, 11 clusters were identified. The largest cluster included 26 regions of the 7 administrative regions of Russia. For each cluster, principals and trends of cancer incidence development are revealed with the use of modern analytical methods, which will form the basis of prediction system. As an example, the cancer incidence development prediction in Omsk region is done with the use of models ARIMA (p, d, q). This prediction can be used for development strategies project of modern health care system.

---

Key words: oncological disease, socially-hygienic monitoring, prediction, strategy of development of public health system in the R.F.

### Введение

Злокачественные новообразования в настоящее время являются одной из главных проблем здравоохранения во всех развитых и во многих развивающихся странах. Ежегодно во всем мире 10 млн человек впервые заболевают и более 6 млн человек умирают от злокачественных новообразований [1; 2].

В структуре смертности населения России злокачественные новообразования занимают второе место (13,8%) после болезней сердечно-сосудистой системы (57,1%), опередив травмы и отравления (11,8%) [3].

Злокачественные новообразования с 2002 г. отнесены к разряду социально значимой патологии [4] и включены в федеральную целевую программу «Предупреждение и борьба с заболеваниями социального характера» (подпрограмма «Онкология») [5].

Становится актуальным вопрос разработки эффективной системы мониторинга и прогнозирования онкопатологии на территории РФ с применением современных математических методов и методов имитационного моделирования.

Основными этапами разработки данной системы являются:

- создание базы данных статистической информации об онкобольных;
- разработка методики выявления закономерностей и тенденций развития данной патологии в регионах РФ;
- разработка методики прогнозирования развития новообразований в регионах РФ.

**Цель исследования:** выявить закономерности и тенденции заболеваемости новообразованиями в РФ с помощью современных аналитических методов.

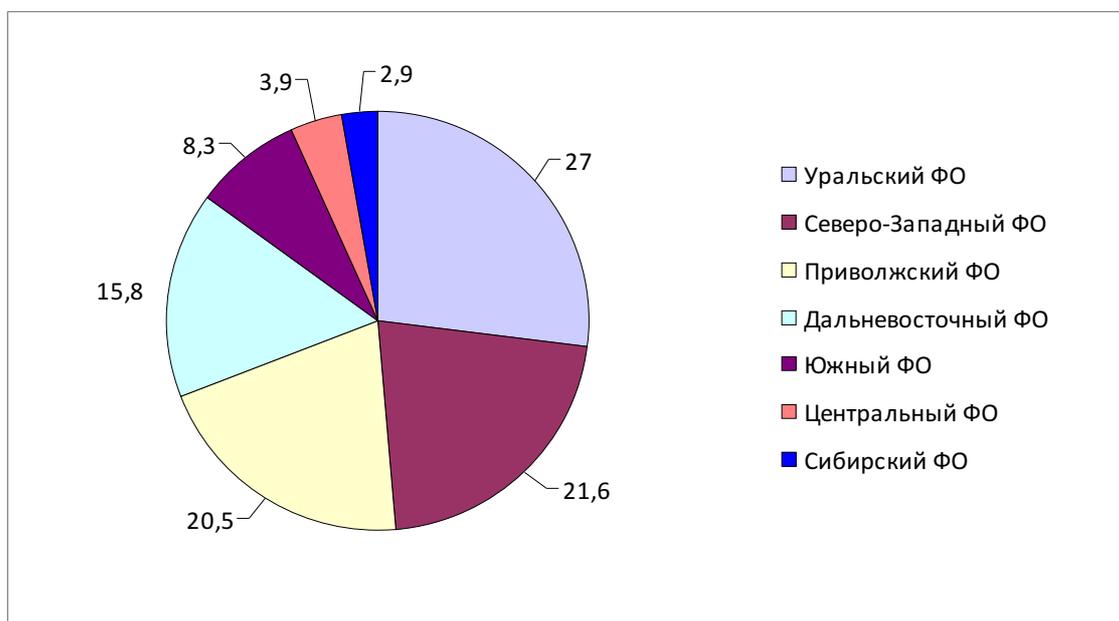
#### **Материал и методы исследования**

Для оценки и анализа ситуации по заболеваемости использовались данные ежегодных статистических сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели» [7]. В сборниках приведена информация по впервые выявленной заболеваемости по основным классам болезней в соответствии с международной классификацией болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). Нами был использован относительный показатель заболеваемости, который рассчитывался на 1000 населения. Анализ данных проводился за период с 1995 по 2009 год включительно с помощью агломеративного метода кластерного анализа. Построение прогноза развития онкопатологии в Омской области осуществлялось с помощью методологии Бокса – Дженкинса [6]. В анализ были включены 80 регионов РФ: Центральный федеральный округ (ФО) – 18, Северо-Западный – 10, Южный – 13, Приволжский – 14, Уральский – 4, Сибирский – 12 и Дальневосточный – 9 регионов. Регионы РФ, которые в исследуемый временной период входили в разные ФО, а также характеризовались низким уровнем медицинского обслуживания, не были включены в анализ.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

С помощью кластерного анализа онкозаболеваемости за указанный период было выделено 11 кластеров. В наибольший кластер вошли 26 регионов РФ. В составе этого кластера представлены регионы всех 7 федеральных округов РФ. При этом 8 регионов (57% от всех регионов данного ФО) относятся к Приволжскому ФО, 6 регионов (60%) к Северо-Западному ФО, 4 региона (44%) – к Дальневосточному ФО, по 3 региона – к Южному (23%) и Уральскому ФО (75%), 2 региона (11%) – к Центральному ФО и 1 регион (8%) к

Сибирскому ФО. Наибольшая доля в этом кластере приходилась на Уральский, Северо-Западный и Приволжский ФО (рис. 1).



**Рис. 1. Доля федеральных округов РФ в кластере 1 (в составе кластера 26 регионов).**

Во второй кластер вошли 7 регионов РФ: в Южном ФО – 3 региона (23%), в Сибирском ФО – 2 региона (17%), в Северо-Западном ФО – 1 регион (10%) и в Дальневосточном ФО – 1 регион (11%). То есть в данном кластере наибольшая доля приходилась на Южный и Сибирский ФО.

Третий кластер состоял из 4 регионов РФ: 3 региона Центрального ФО – Воронежская, Курская и Московская области и 1 регион Уральского ФО – Курганская область.

Выделено 4 кластера по 3 региона РФ: 1 кластер – Липецкая область, Москва, Нижегородская область; 2 кластер – Тюменская, Новосибирская и Тульская области; 3 кластер – Владимирская, Мурманская области и Карелия; 4 кластер – Дагестан, Кабардино-Балкарская Республика и Бурятия.

Определены 4 кластера по 2 региона РФ: 1 кластер – Смоленская и Иркутская области; 2 кластер – Ярославская и Самарская области; 3 кластер – Ивановская и Рязанская области; 4 кластер – Чеченская Республика и Тыва.

Не попали в кластеры 23 региона РФ. Из них 44% приходилось на Дальневосточный ФО, 42% – на Сибирский ФО, 39% – на Центральный ФО, 29% – на Приволжский ФО и 23% – на Южный ФО. Все регионы Северо-Западного и Уральского ФО попали в кластеры.

Лидером по количеству впервые выявленных в 2009 году онкологических больных оказался Приволжский ФО (12 больных на 1000 человек населения). Незначительно от него

отстали Северо-Западный, Южный и Сибирский ФО. В данных округах выявлено 11,8, 11,2 и 11,6 заболевших на тысячу человек соответственно. В Центральном и Уральском ФО было зарегистрировано 10,8 и 10,2 заболевших на тысячу человек. Наименьшее количество заболевших выявлено в Южном ФО (6,2 больных на 1000 человек населения).

Если рассматривать данные статистики по регионам, наибольшее количество онкологических больных в 2009 году выявлено в Ульяновской области (26,5 на 1000 человек), наименьшее – в Чеченской республике (2,8 на 1000 человек). Среди регионов РФ были выделены области с самой высокой онкологической заболеваемостью в 1995 году – Оренбургская область (11,4), Алтайский край (9,5), Брянская область (9,2) и самой низкой заболеваемостью – Республика Ингушетия (0,7), Хакасия (3,5).

В таблице 1 представлены данные по некоторым регионам федеральных округов РФ с самыми высокими и низкими абсолютным приростом и темпами прироста онкологической заболеваемости за 14 лет. Наибольший абсолютный прирост заболеваемости с 1995 по 2009 год отмечен в Северо-Западном ФО (5,5), наименьший – в Южном ФО (2,5). Высокий прирост имел место также в Приволжском (5,2) и Сибирском (5,0) ФО.

Среди отдельных регионов ФО наибольший абсолютный прирост впервые установленной онкозаболеваемости на 2009 год по сравнению с 1995 годом выявлен в Ульяновской (19,9), Пермской (10,7) и Новгородской (8,6) областях. Снижение абсолютного прироста заболеваемости имело место в Нижегородской (0,9), Псковской (1,6) областях и Карачаево-Черкесской Республике (1,6).

Наибольший темп прироста онкозаболеваемости на 2009 год по сравнению с 1995 годом выявлен в Ингушетии (442,86%), Ульяновской области (301,52%), Хакасии (220,00%) и Якутии (208,11%).

Низкий темп прироста онкозаболеваемости на 2009 год по сравнению с 1995 годом выявлен в Оренбургской (9,65) и Нижегородской (11,69) областях (Приволжский ФО).

Полученные нами результаты анализа использовались в дальнейшем для разработки методики прогнозирования онкологической заболеваемости в регионах РФ. С помощью данной методики построен прогноз уровня заболеваемости онкопатологией на примере Омской области.

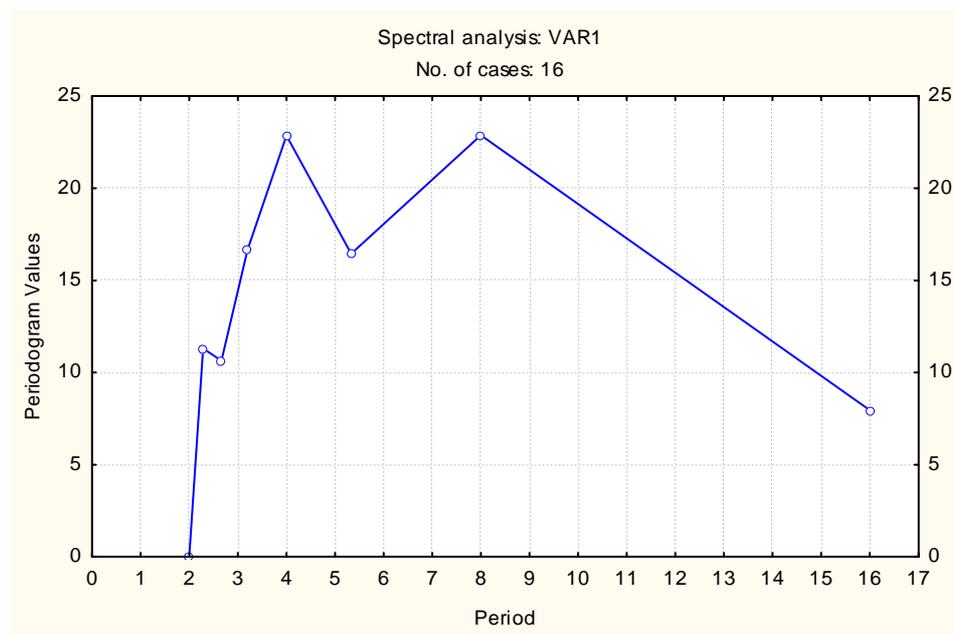
**Таблица 1 – Абсолютный прирост и темп прироста впервые выявленной онкологической заболеваемости на 1000 населения в 1995 году по сравнению с 2009 годом**

<b>Регион</b>	<b>Абсолютный прирост заболеваемости в 2009 г. по сравнению с 1995 г., чел.</b>	<b>Темп прироста заболеваемости, Тпр в 2009 г. по сравнению с 1995 г., чел., %</b>
<b>Российская Федерация</b>	4,1	62,12
<b>Центральный федеральный округ</b>	3,2	43,84
Брянская область	4,2	45,65
Калужская область	5	106,38
Воронежская область	2,3	33,33
Ярославская область	7,9	102,60
<b>Северо-Западный федеральный округ</b>	5,5	87,30
Калининградская область	4,9	98,00
Мурманская область	7,4	125,42
Новгородская область	8,6	107,50
Псковская область	1,6	23,88
<b>Южный федеральный округ</b>	2,5	40,32
Республика Ингушетия	3,1	442,86
Ростовская область	6,7	77,91
Карачаево-Черкесская Республика	1,6	30,19
<b>Приволжский федеральный округ</b>	5,2	75,36
Нижегородская область	0,9	11,69
Оренбургская область	1,1	9,65
Пермская область	10,7	162,12
Саратовская область	5,1	96,23
Ульяновская область	19,9	301,52
<b>Уральский федеральный округ</b>	3,9	60,94
Курганская область	2,6	46,43
Челябинская область	2,9	39,19
<b>Сибирский федеральный округ</b>	5	81,97
Республика Хакасия	7,7	220,00
Алтайский край	5,3	55,79
Иркутская область	7,2	126,32
Омская область	6,5	122,64
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>	3,6	61,02
Республика Саха (Якутия)	7,7	208,11
Чукотский автономный округ	5,9	159,46

## Прогнозирование онкологической заболеваемости в Омской области

Одним из первых этапов для построения прогноза стала парциальная обработка исходных данных по Омской области, поскольку на сайте Федеральной службы государственной статистики приведены не все значения исследуемого временного ряда.

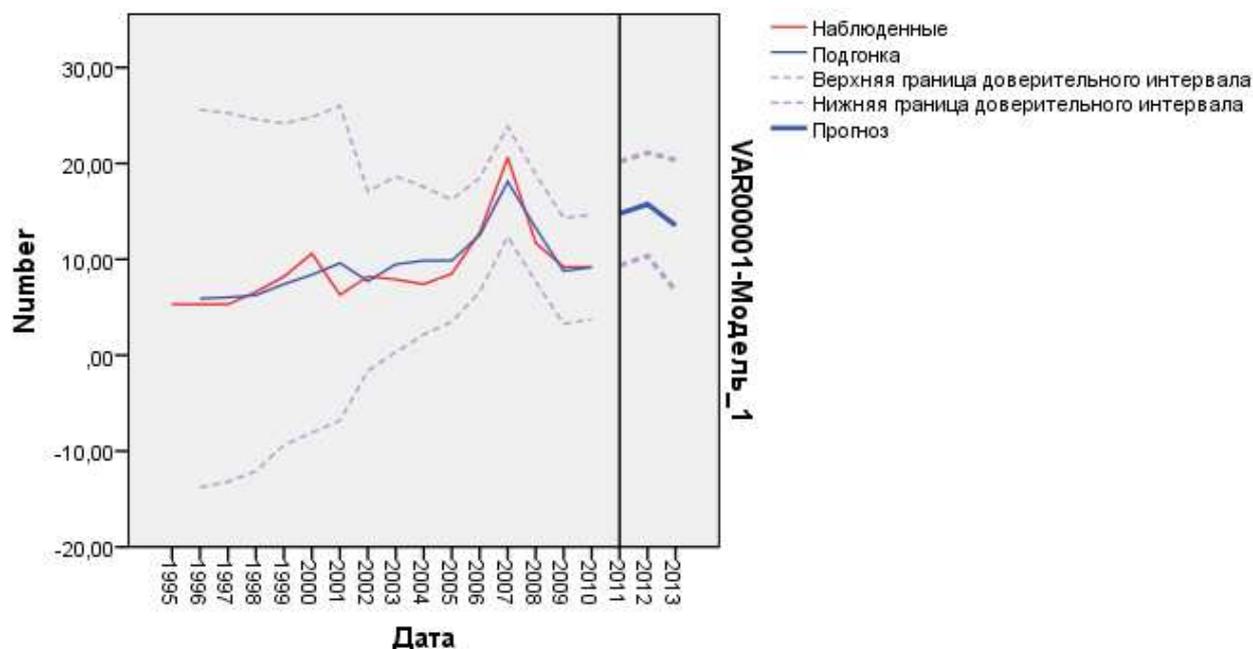
Анализ автокорреляционной функции и спектральный анализ выявил в исследуемом временном ряду циклические колебания периодичностью в четыре и восемь лет, что свидетельствует о существовании периодичности впервые установленной онкологической заболеваемости в Омской области каждые четыре и восемь лет (рис. 2).



**Рис. 2. Периодограмма для исследуемого временного ряда.**

Для описания исследуемого временного ряда построена модель ARIMA (9,1,1), с достаточной точностью описывающая исследуемый процесс.

Стационарный коэффициент детерминации равен 0,813. На рисунке 3 приведен график, показывающий результаты моделирования временного ряда и прогноз.



**Рис. 3. График моделирования временного ряда.**

Прогнозы с применением построенной модели онкологической заболеваемости в Омской области на 2011–2013 гг. приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Прогноз выявления онкологических больных на тысячу населения в Омской области**

Регион / год	2011	2012	2013
Омская область	14,78	15,74	13,52

Данные таблицы 2 свидетельствуют о росте впервые выявленной онкопатологии в Омской области до 2012 года с последующим ее снижением в 2013 году. Дальнейшим этапом исследования станет построение моделей с применением нейронных и гибридных сетей и оценка точности моделирования.

### **Заключение**

Полученные результаты исследований подтверждают возможность использования кластерного анализа в качестве инструмента типологизации регионов России по критерию заболеваемости. Адекватность получаемых решений и простота использования позволяют рассматривать этот инструмент как ценное дополнение к средствам анализа.

Построение прогноза развития онкопатологии позволило определить тенденции изменения заболеваемости, что имеет немаловажное значение для планирования мероприятий по ее снижению.

## **Список литературы**

1. Ганцев Ш.Х. Онкология. – М. : Медицинское информационное агентство, 2006. – 513 с.
2. Государственный доклад о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2003 г. // Здоровоохр. Рос. Фед. – 2004. – № 2. – С. 3-15.
3. Злокачественные новообразования в России в 2008 году (заболеваемость и смертность) / под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М. : ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий», 2010. – 256 с.
4. Солодкий В.А., Тихомиров А.В. Здоровоохранение: путь к реформе // Рос. онкол. журнал. – 2008. – № 2. – С. 38-42.
5. Чиссов В.И., Старинский В.В., Александрова Л.М. Итоги завершенных в 2004 г. научных исследований, проводившихся по отраслевой программе «Разработка высокотехнологичных методик профилактики, диагностики и лечения, повышающих эффективность медико-социальной реабилитации и качество жизни онкологических больных» // Рос. онкол. журнал. – 2005. – № 5. – С. 38-43.
6. Ханк Д.Э., Уичерн Д.У., Райтс А.Д. Бизнес-прогнозирование. – М. : ИД «Вильямс», 2003. – 652 с.

## **Рецензенты:**

Ляпин В.А., д.мед.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск.

Волков В.Я., д.тех.н., профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии, инженерной и машинной графики ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия», г. Омск.