

КАРТЫ И ГИС В ИССЛЕДОВАНИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ

MAPS AND GIS IN PUBLIC HEALTH RESEARCH

УДК: 528.946:616-006

DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-244-260

Т.В. Котова¹, С.М. Малхазова²

АТЛАСНОЕ ОНКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗА РУБЕЖОМ

АННОТАЦИЯ

Для оценки состояния и перспектив развития онкологического картографирования в России полезен страновой и мировой опыт подготовки картографических произведений по онкологической тематике. С этой целью предпринята попытка проследить развитие онкологического картографирования на примере зарубежных атласных произведений и некоторых публикаций по их обзору. Представлены национальные (Australian Cancer Atlas, Taiwan cancer map, Canadian Cancer Incidence Atlas и др.) и мировые (The Cancer Atlas, Global burden of cancer women, Global Atlas of Palliative Care at the End of Life и др.) атласы. Они заслуживают внимания в плане продвижения содержательной и методической сторон онкологического картографирования, а также расширения их функциональных возможностей. Обзор атласов отражает многообразие подходов к их разработке, различия в используемых показателях и преобладающие тенденции в представлении результатов для решения стоящих перед медициной и обществом задач. В основу концепции значительной части атласов положено понятие «бремя». Оно охватывает различные аспекты проявления онкологических заболеваний (от медицинских до социально-экономических) и отображается в атласах в зависимости от их назначения с разной степенью полноты. От изучения пространственно-временного распространения заболеваемости раком атласные исследования переходят к построению и проверке гипотез о факторах и детерминантах возникновения рака на основе многообразия синергии природных, социальных, экономических, экологических, поведенческих и других особенностей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: онкологическое картографирование, национальные и мировые онкологические атласы, тенденции онкологического картографирования

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: tatianav.kotova@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: sveta_geo@mail.ru

Tatiana V. Kotova¹, Svetlana M. Malkhazova²

ATLAS CANCER MAPPING ABROAD

ABSTRACT

To assess the state and prospects for the development of cancer mapping in Russia, country and world experience in the preparation of cartographic works on cancer topics is useful. For this purpose, an attempt was made to trace the development of cancer mapping on the example of foreign atlas works and some publications on their review. National (Australian Cancer Atlas, Taiwan cancer map, Canadian Cancer Incidence Atlas, etc.) and world (The Cancer Atlas, Global burden of cancer women, Global Atlas of Palliative Care at the End of Life, etc.) atlases are presented. They deserve attention in terms of promoting the content and methodological side of cancer mapping, as well as expanding their functionality. The review of atlases reflects the diversity of approaches to their development, the differences in the indicators used, and the prevailing trends in the presentation of results for solving the problems facing medicine and society. The concept of «burden» is the basis of the concept of a significant part of the atlases. It covers various aspects of the manifestation of cancer (from medical to socio-economic) and is displayed in atlases, depending on their purpose, with varying degrees of completeness. From studying the spatio-temporal spread of cancer, atlas studies are moving on to building and testing hypotheses about the factors and determinants of cancer on the basis of a variety of synergies of natural, social, economic, environmental, behavioral and other features.

KEYWORDS: cancer mapping, national and world cancer atlases, trends in cancer mapping

ВВЕДЕНИЕ

Борьба с онкологическими заболеваниями – одна из глобальных проблем XXI века, разрешение которой нуждается в объединении усилий и совместных действиях многих стран по целому ряду направлений. Не последнее место в них занимает системное комплексное исследование пространственно-временного распределения заболеваемости и смертности, причин и вероятностей их проявления с целью разработки мер профилактики и способов преодоления. Одним из эффективных и наглядных методов такого изучения и презентации результатов признано картографирование. Оно довольно широко практикуется в России и за рубежом путем создания картографических произведений, прежде всего атласов разного назначения (от научно-справочных до популярных ознакомительных), пространственно-временного и содержательного охвата, в традиционной и геоинформационной реализации.

Перспективы развития онкологического картографирования связывают в первую очередь:

- с расширением возможностей покомпонентного и сопряженного анализа на основе междисциплинарной интеграции;
- с дальнейшим применением математико-статистического моделирования;
- с внедрением инновационных геоинформационных технологий;
- с обеспечением сопоставимости исходных данных.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; e-mail: tatianav.kotova@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; e-mail: sveta_geo@mail.ru

В онкологическом картографировании России отмечаются известные достижения [Котова, Малхазова, 2021]. Для оценки его состояния и перспектив развития полезен страновой и мировой опыт подготовки картографических произведений по онкологической тематике. Он необходим и для объединения усилий в разработке глобальных моделей исследования проблем онкологии. С этой целью:

- предпринята попытка проследить развитие онкологического картографирования на примере зарубежных атласных произведений и некоторых публикаций, посвященных их обзору;
- рассмотреть некоторые национальные и мировые атласы, разные по назначению и методикам разработки, которые заслуживают внимания в плане продвижения содержательной и методической стороны онкологического картографирования, а также их функциональных возможностей.

МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основными источниками информации стали доступные ресурсы сети Интернет и атласные произведения из фондов Российской государственной библиотеки. Они дали возможность ознакомиться с более чем сорока зарубежными атласами, четвертая часть из которых подготовлена в последние годы; а также публикациями, посвященными онкологическому картографированию.

РЕУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Атласы стран и регионов

Разнообразие и единство в подходах к решению задач картографического исследования проблем онкологии проявляется в создании национальных и региональных атласов. Первые онкологические атласы были нацелены на отображение смертности от рака. Впечатляющие показатели смертности послужили мотивацией к изучению ее пространственно-временного распределения. Атласы дали четкое представление о структуре смертности от рака и ее пространственных характеристиках. Выявление районов с высокой смертностью способствовало расстановке приоритетов в программе борьбы с раком, организации профилактических программ при рациональном распределении людских и материальных ресурсов. Предпосылками для разработки атласов в развитых странах стали систематически собираемые данные об онкологических заболеваниях с помощью статистики жизнедеятельности, создание регистров раковых заболеваний и проведение специальных обследований заболеваемости раком в течение нескольких десятилетий. С середины 1970-х гг. в Англии, Германии, Китае, Европейском сообществе, США и во многих других странах появились атласы смертности от рака [Atlas of cancer mortality..., 1968–1978, 1983; Cancer Mortality ..., 1979; Atlas of cancer mortality..., 1979; Atlas of Cancer Mortality..., 1993–1997, 2008; Atlas of Cancer Mortality..., 1950–1994 и др.]

Первоначально, как правило, в атласах посредством картограмм и картодиаграмм отражались статистические показатели смертности по единицам территориального деления разного административного порядка. Они дали наглядное представление о структуре смертности – по локализации рака; по половозрастному составу; расовой принадлежности; социальному положению населения; уровню урбанизации и др. Атласы позволили проследить динамику и особенности распределения смертности через территориальные сопоставления (межстрановые и внутри стран по единицам административного деления).

В отдельных атласах сделана попытка связать показатели высокой смертности с некоторыми внешними факторами на базе карт, отражающих географические особенности среды, что помогло выдвинуть гипотезы о причинах онкологических заболеваний.

Атласы смертности от рака продолжают создаваться во многих странах (США, Испания, Бразилия, Колумбия, Аргентина и др.), совершенствуется методика их подготовки и функционирования. Обзор атласов смертности и некоторых методологических аспектов их разработки дается в статье [Onofrio *d' et al.*, 2016]¹.

Со временем информативность атласов существенно возросла за счет привлечения новых данных и методов изучения. В атласах смертности от всех причин [An Atlas of mortality..., 1969–1978, 1985; Atlas of United States..., 1996 и др.] появилась возможность сравнения смертности от рака с другими этиологиями.

Понимание проблематичности оценки масштабов распространения онкологической заболеваемости только по данным о смертности, которая снижалась в связи с прогрессом в диагностике и лечении, заставило обратиться к статистике по заболеваемости. В настоящее время четко прослеживается интерес к изучению факторов и детерминант онкологических заболеваний. При этом пространственная и содержательная достоверность исследований увеличиваются с привлечением методов пространственно-статистического моделирования и использованием в качестве единиц картографирования территориальных подразделений более низкого ранга.

Отмечается переход от традиционных бумажных атласов к электронным и функционированию их на базе различных геоинформационных платформ и технологий визуализации. Очевиден ряд преимуществ, невозможных к реализации при традиционном бумажном тиражировании (своевременное обновление и объем данных, возможности исследовательского поиска, усиление коммуникативных функций, доступ широкой общественности к информации и т.д.).

Содержание и информационная емкость современных атласов несколько различаются концептуальной основой, набором и количеством показателей и индексов, привлеченными математико-статистическими методиками их расчета, объемом и временным охватом информации, отражающей онкологические проявления в тематическом спектре: *смертность – заболеваемость – детерминанты и факторы риска – выживаемость – меры лечения и профилактики – финансовые затраты*. Одни атласы ограничиваются только анализом заболеваемости и смертности; содержание других дополнено аспектами оказания медицинской помощи и разносторонних мер по сокращению заболеваемости. Эти показатели часто аккумулируются в понятие «время» рака.

Обзор более 30-ти общедоступных атласов, опубликованных в традиционном виде и в Интернете в период с 1995 по 2016 гг., дан в статьях [Cramb *et al.*, 2011²; Roberts *et al.*, 2016³]. Обзор [Roberts *et al.*, 2016] охватывает атласы периода 2010–2016 гг., содержит более полную информацию и передает направления исследований по этой тематике. При включении атласов в обзор авторы руководствовались такими критериями как наличие наглядных географических карт заболеваемости или смертности от рака и риска заболеваемости

¹ Onofrio *d' A.*, Mazzetta *C.*, Robertson *C.*, Smans *M.*, Boyle *P.* and Boniol *M.* Maps and atlases of cancer mortality: a review of a useful tool to trigger new questions. *Ecancermedicalscience*. Sep. 1;10: 670. Published online, 2016, Sep. 1. DOI: 10.3332/ecancer.2016.670. eCollection 2016 [Electronic resource]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5014559/> (accessed 02.04.2022).

² Cramb *S.M.*, Mengersen *K.L.*, Baade *P.D.* Developing the atlas of cancer in Queensland: methodological issues. *International Journal of Health Geographics*. 2011, 10:9. [Electronic resource]. URL: <http://www.ij-healthgeographics.com/content/10/1/9> (accessed 02.04.2022).

³ Roberts *J.L.*, Cramb *S.M.*, Baade *P.D.*, Mengersen *K.L.* Grey Literature Review: Internet Published Cancer Maps. Brisbane: Cancer Council Queensland and Queensland University of Technology (QUT). Brisbane. 2016. [Electronic resource]. URL: <https://eprints.qut.edu.au/204102/> (accessed 02.04.2022).

раком. Естественно, обзор ограничивался атласами доступными в Интернете без пароля и авторизации.

Обзор атласов выстроен по следующим атрибутам:

- организация-разработчик атласа и дата публикации;
- используемые показатели заболеваемости и смертности;
- географическое разрешение атласов (территория картографирования, количество административно-территориальных подразделений, численность населения);
- методы, используемые при создании моделей пространственных и временных сглаживаний;
- платформы и технологии визуализации, дополнительные функциональные возможности;
- способы оценки и представления информации о неопределенности (достоверности) карт.

Как следует из обзора, для отображения заболеваемости наиболее часто используются стандартизированные по возрасту показатели заболеваемости на 100 000 населения. Также использовались показатели: общее количество случаев заболеваний (или % случаев от населения), стандартизированный коэффициент заболеваемости раком и показатель относительно избыточного риска. Для отображения смертности: стандартизированные по возрасту показатели на 100 000 населения, общее количество смертей, коэффициенты смертности и показатели относительного избыточного риска (вероятность смертности). Относительно небольшое число атласов отображают выживаемость посредством различных показателей (коэффициенты выживаемости с поправкой на возраст, статистически сглаженный коэффициент относительного избыточного риска; % людей с поправкой на возраст, оставшихся в живых после одного, трех и пяти лет со времени установления диагноза и т.д.). Многие карты совмещают несколько показателей.

Кроме хороплетных в атласах помещаются статистически пространственно сглаженные карты, подготовленные посредством разных математических моделей. Разработчики атласов, отмечая изначальную привлекательность и бóльшую достоверность последних, отмечают, что они не используются столь широко как первые, поскольку принятие решений правительствами и различными организациями, как и осведомленность общественности по целому ряду вопросов, ориентированы на адресную основу территориальных подразделений. Особое внимание уделено приемам количественной оценки и отображения степени неопределенности (достоверности) карт, важной для пользователей, не являющихся экспертами в данной области исследования.

Для публикации и визуализации карт используются различные платформы и технологии визуализации. При этом интерактивные возможности карт меняются от доступа к статистическим данным и простым загружаемым pdf-документам до динамических интерактивных веб-интерфейсов. Прослеживается их совершенствование по мере развития ГИС-технологий, инструментов графического дизайна и интерактивных веб-возможностей.

Девять атласов из тридцати трех, включенных в обзор, – *InstantAtlas, Pennsylvania Cancer Atlas, NIH – GIS Resources for Cancer Research, United States Cancer Statistics: An Interactive Cancer Atlas, PRI: Cancer Global Footprint* и др., представляющие интерес для разработки Национального атласа рака Австралии, рассматриваются более подробно. Для них приводятся дополнительные данные (URI-адрес, издатель, причины выбора атласа, используемая платформа для визуализации, необходимые для пользования навыки). Итоги обзора сведены в оценку их достоинств и недостатков.

Из атласов, созданных позже или не включенных в обзор, интерес представляет *Australian Cancer Atlas* [Australian..., 2021]¹ (рис. 1), разработанный с учетом опыта подготовки *Atlas of Cancer in Queensland* [Gramb et al., 2011]² в 2011 г. на базе современных геоинформационных технологий.

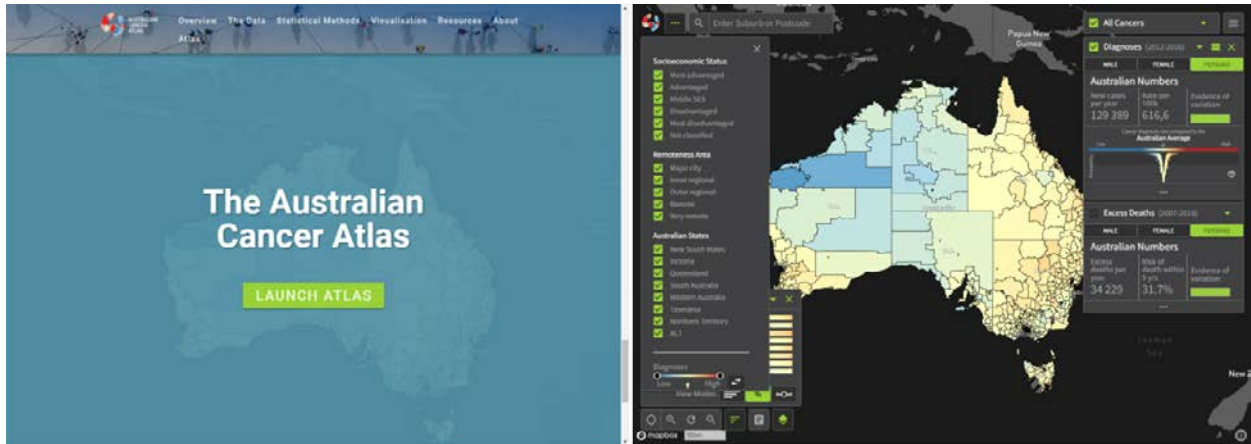


Рис. 1. Австралийский атлас рака
Fig. 1. The Australian Cancer Atlas

Атлас создан Советом по онкологии Квинсленда, Квинслендским технологическим университетом и Кооперативным исследовательским центром пространственной информации [Duncan et al., 2019]³. Первая интерактивная онлайн-платформа, которая показывает, как диагностика рака и выживаемость изменяются на небольших территориях для различных форм рака. В 2019 г. Атлас удостоен Азиатско-тихоокеанской награды за совершенство пространственного обеспечения. Атлас предоставляет свободно доступную цифровую интерактивную карту по заболеваемости населения раком и выживаемости от рака, а также инструменты, необходимые для точной оценки этих показателей, их интерпретации и принятия решений. Заложено в концепцию понятие «бремя» рака (диагностика рака и избыточная смертность), варьируется в зависимости от социально-экономических условий места проживания. Среднее бремя рака измеряется двумя отдельными понятиями. Во-первых, это риск постановки диагноза рака и, во-вторых, избыточный риск умереть от рака в течение пяти лет после постановки диагноза.

Показатели диагностики рака – это число новых случаев диагностирования рака на 100 000 населения, стандартизированное по численности и возрасту населения. Для сравнения территорий используется стандартизированный коэффициент заболеваемости (SIR – показатель конкретной территории, соотнесенный со средним показателем по Австралии).

¹ Australian Cancer Atlas. Cancer Council Queensland, Queensland University of Technology, Cooperative Research Centre for Spatial Information. Version 02-2021. [Electronic resource]. URL: <https://atlas.cancer.org.au> (accessed 02.04.2022).

² Cramb S.M., Mengersen K.L., Baade P.D. Atlas of Cancer in Queensland: geographical variation in incidence and survival, 1998 to 2007. Viertel Centre for Research in Cancer Control, Cancer Council Queensland. Brisbane, Queensland: 2011 [Electronic resource]. URL: <https://cancerqld.org.au/research/queensland-cancer-statistics/queensland-cancer-atlas/> (accessed 02.04.2022).

³ Duncan E.W., Cramb S.M., Aitken, J.F., Mengersen K.L., Baade P.D. Development of the Australian Cancer Atlas: spatial modelling, visualisation, and reporting of estimates. International Journal of Health Geographics. 18, 21.2019. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1186/s12942-019-0185-9> (accessed 15.11.2021).

Атлас отображает 5-летний (2010–2014) агрегированный SIR для всех видов рака: молочной железы, кишечника, легких, меланомы и рака предстательной железы; и 10-летний (2005–2014) агрегированный SIR для рака головного мозга, шейки матки, головы и шеи, почек, лейкемии, печени, миеломы, неходжкинской лимфомы, рака пищевода, яичников, поджелудочной железы, желудка, щитовидной железы и матки.

Показатель избыточного риска смертности (EHR) отражает общий риск смерти от рака в пределах конкретной географической территории для людей, находящихся в группе риска, в течение 2006–2014 гг. Для выявления избыточного уровня смертности между отдельными территориальными единицами Австралии показатель для конкретной территории сравнивается со средним показателем по Австралии за тот же период.

Показатель бремени рака на каждой конкретной территории отображается в сравнении со средним показателем по Австралии с использованием градуированных цветов. Области, в которых частота диагностирования ниже среднего по Австралии, имеют оттенки синего; выше среднего – оттенки оранжевого/красного, а желтый цвет представляет собой оттенки в пределах среднего по Австралии. Чем темнее цвет, тем более экстремальной является оценка. Атлас позволяет переключаться от показателей по половому признаку (мужчины, женщины, мужчины+женщины) к показателям по формам рака внутри одного территориального подразделения и между ними. Структурные диаграммы показывают относительное бремя каждой формы рака с точки зрения количества диагностированных раковых заболеваний или избыточной смертности. Значимость той или иной формы рака отражается долей блока, заштрихованного зеленым цветом.

Степень неопределенности показателей передается тремя способами: уровнем прозрачности цветов карты, на V-образных и на волновых графиках. Чем более неопределены оценки, тем выше прозрачность. Эффект прозрачности на карте можно включать и выключать.

Атлас сопровождается развернутым пояснительным текстом по методике создания и использования. Разработчики атласа надеются, что атлас и лежащая в его основе методология, откроют новые возможности для исследований, которые приведут к улучшению понимания географических моделей бремени рака, возможных причин или факторов риска, а также причин различий в вариациях между формами рака, как в Австралии, так и во всем мире. В будущие версии Атласа планируется включить новые источники данных по таким показателям, как скрининг и лечение рака, а также расширить статистические методы для учета изменений в географических моделях с течением времени. Атлас рака Австралии (версия 1.0) был официально реализован в феврале 2021 г. Работы по созданию новой (версия 2.0) начаты в марте 2021 г.; их завершение планируется в 2023 г.

*A Web-Based Cancer Atlas of Saudi Arabia [Ahmadi et al., 2013]*¹ представляет собой веб-клиент-серверное приложение со встроенными функциями анализа для изучения закономерностей заболеваемости раком. Построенный с использованием ESRI ArcGIS Server, атлас содержит 45 532 случая рака за период с 1998 по 2004 гг. по данным Национального регистра рака Саудовской Аравии. Атлас предназначен для практикующих врачей, научных сотрудников и управленцев в качестве инструмента принятия решений. Он позволяет картографировать заболеваемость раком и провести анализ распространения заболеваемости на четырех пространственных уровнях: национальном, региональном, провинциальном и городском.

¹ *Al-Ahmadi K., Al-Zahrani A., Al-Dossari A. A Web-Based Cancer Atlas of Saudi Arabia. Journal of Geographic Information System, 2013, 5, 471–485. Published Online October, 2013. [Electronic resource]. URL: <http://dx.doi.org/10.4236/jgis.2013.55044><http://www.scirp.org/journal/jgis> (accessed 15.03.2022).*

Тремя наиболее распространенными показателями для исследования рака являются: общий уровень заболеваемости (CIR), уровень заболеваемости, специфичный для возраста (AIR – количество конкретных форм заболеваемости раком в течение определенного периода в популяции определенного возраста и пола, деленное на среднее количество населения этого возраста и пола) и уровень заболеваемости, стандартизированный по возрасту (ASR). Для оценки тенденций заболеваемости той или иной формой рака используется показатель AIR.

Функциональные возможности атласа реализуются посредством двух интерфейсов – статистического и пространственного анализа (рис. 2). Пользователи могут выбирать статистику по таким показателям как форма рака, стадия заболевания, место проживания, пол, возраст, этническая принадлежность больного и т.д. для получения карт, диаграмм на разных территориальных уровнях. С помощью карт атласа можно сопоставлять абсолютные или относительные показатели заболеваемости раком для различных периодов времени, разных территориальных подразделений, для фиксации изменений со временем. Интерактивные возможности для настройки параметров карты включают выбор цветовой шкалы, методы классификации данных (равный интервал, квантиль, естественный разрыв или стандартное отклонение), количество классов, размер символов и т.д. Пользователи могут выбирать наиболее подходящие способы представления карт (рис. 3) – хороплеты, картодиаграммы, картограммы, значковый для удовлетворения конкретных запросов в решении той или иной задачи и вычислять диапазон показателей заболеваемости раком для создания экспортных показателей и карт.

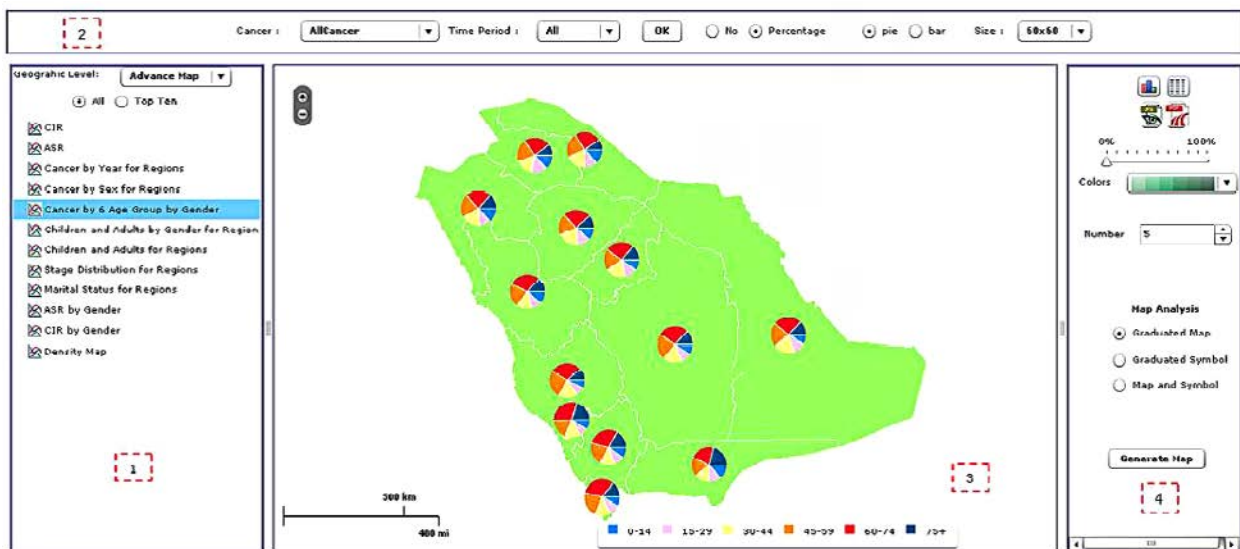


Рис. 2. Интерфейс пространственного анализа Онкологического атласа Саудовской Аравии: (1) панель анализа; (2) панель места и период времени рака; (3) панель карты; (4) панель легенды

Fig. 2. The spatial analysis interface of the CASA, including (1) the analysis panel; (2) the cancer site and time period panel; (3) the map panel; (4) the legend panel

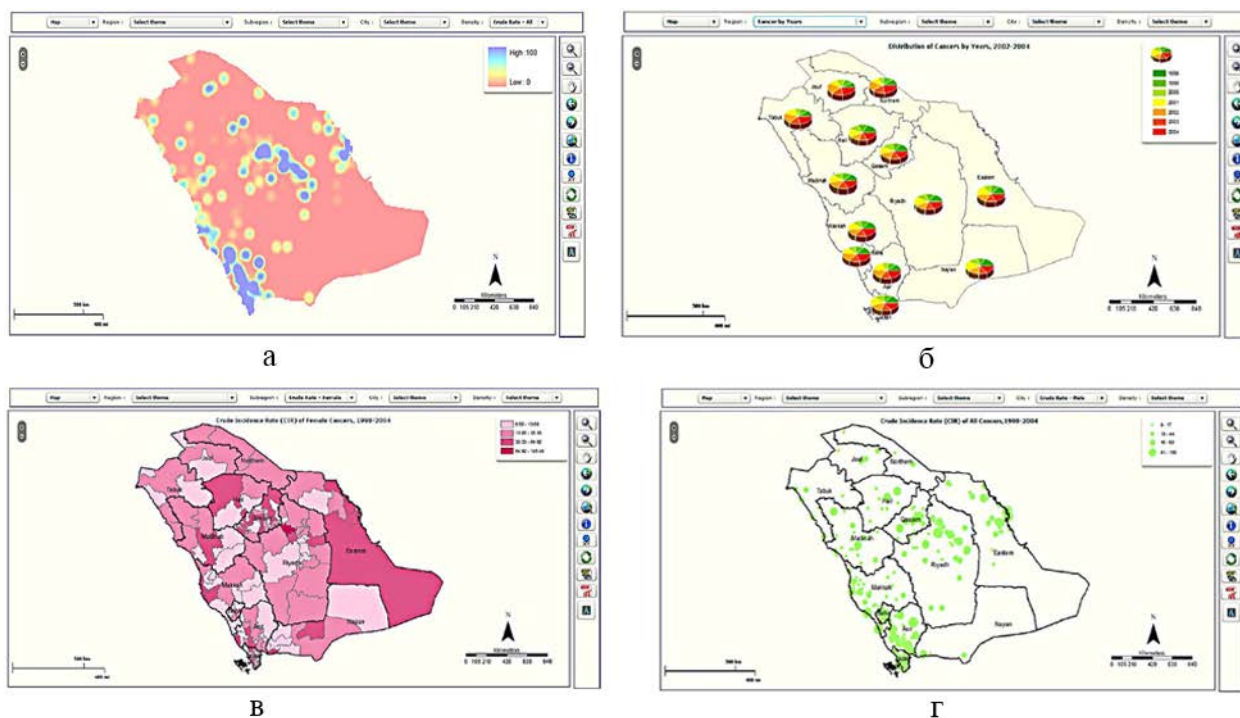


Рис. 3. Примеры способов отображения в Онкологическом атласе Саудовской Аравии: (а) хороплеты; (б) картодиаграмма; (в) картограмма; (г) значковый способ

Fig. 3. Examples of mapping types in the CASA: (a) choropleth map; (b) map with pie charts; (c) density map; (d) graduated symbol map

Для пользователей атласа предоставляются справочные материалы – файлы и руководство пользователя.

Функциональность, простота использования и высокое качество вывода карт, диаграмм, таблиц и комментариев разработаны с учетом требований целевой группы пользователей, работающих в области лечения и оказания онкологической помощи, менеджмента больниц, экономики здравоохранения, скрининга рака, профилактики, информирования и обучения.

В дальнейшем предполагается добавить другие наборы факторов (социально-экономические, воздействие солнечной радиации, выбросы диоксида азота, загрязнение воздуха мелкодисперсными частицами и т.д.), а также обеспечить более продвинутую функциональность в виде различных методов пространственной статистики. Например, в поиске пространственных корреляций и взаимосвязи между онкологией и различными факторами риска с использованием таких методов, как географически взвешенная регрессия.

*Taiwan cancer map*¹ – платформа для изучения пространственно-временных закономерностей заболеваемости и смертности, простая в использовании, доступная на персональных компьютерах, мобильных телефонах, планшетах [Ku et al., 2016]². Данные о заболеваемости (1995–2008), собранные из Системы регистрации рака (CRS), Бюро по укреплению

¹ Taiwan cancer map [Electronic resource]. URL: <http://taiwancancermap.csmu-liawyp.tw> (accessed 15.03.2022).

² Ku W.Y., Liaw Y.P., Huang J.Y., Nfor O.N., Hsu S.Y., Ko P.C., Lee W.C., Chen C.J. An Online Atlas for Exploring Spatio-Temporal Patterns of Cancer Mortality (1972-2011) and Incidence (1995-2008) in Taiwan. *Medicine* (Baltimore). 2016 May; 95(21):e3496. DOI: 10.1097/MD.0000000000003496. [Electronic resource]. URL: <http://taiwan-cancer-map.csmu-liawyp.tw/> (accessed 15.03.2022).

здоровья, Департамента здравоохранения, Исполнительного Юаня, разделены на два периода (1995–2001 и 2002–2009). Данные о смертности, предоставленные национальным банком, Бюро по укреплению здоровья Министерства здравоохранения, Исполнительным Юанем разделены на четыре периода (1972–1981, 1982–1991, 1992–2001 и 2002–2011). Таким образом, все данные объединены в 7-ми и 10-летние периоды соответственно. Агрегирование данных за более короткие периоды привело бы, по мнению разработчиков, к нестабильным результатам, а разделение данных на более длительные периоды затруднило обнаружение изменений с течением времени.

Карты показывают стандартизованный по возрасту коэффициент смертности/заболеваемости (ASR) и его ранговую позицию для мужчин и для женщин. Показатели ASR по заболеваемости и смертности проанализированы по периодам, полу, формам рака и населенным пунктам. ASR для разных населенных пунктов стратифицирован по 18 возрастным группам (0–4, 5–9... 80–84 и 85 лет и старше) на основе Мирового стандарта численности населения 2000 г. Всего представлено более 30 форм рака (губа, полость рта, крупные слюнные железы, носоглотка, пищевод, желудок, тонкая кишка, толстая кишка, прямая кишка, ректосигмоидное соединение и задний проход и т.д.) и все формы вместе взятые.

Для построения карт рака использовалось программное обеспечение для ГИС – AJAX (асинхронный JavaScript и XML), JSON (объектная нотация JavaScript) SVG (масштабирование векторной графики). jQuery, и технологии jVectorMap.

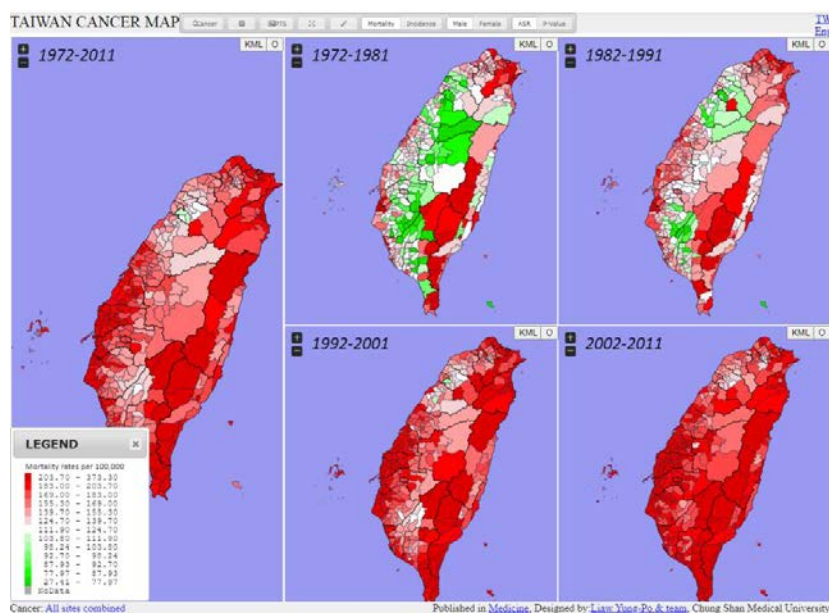


Рис. 4. Стандартизованные по возрасту коэффициенты смертности для всех населенных пунктов. 1972–2011 гг. (на 100 000 человек). Карты рака Тайваня
 Fig. 4. Age-standardized mortality rates for all townships 1972 to 2011 (per 100,000 persons).
 Taiwan cancer maps

Для карт используется красно-зеленая цветовая шкала из семи градаций. Данные были проанализированы с использованием статистического программного обеспечения SAS версии 9.3 (рис. 4).

С помощью карт пользователи могут отслеживать изменения в смертности и заболеваемости раком на Тайване. Помимо показателей смертности/заболеваемости, пола, формы рака, атлас также предоставляет другие базовые функции и всплывающие подсказки,

позволяющие проводить поиск по населенным пунктам. Система позволяет построить диаграммы по тенденциям развития рака в отдельных населенных пунктах.

Платформа может быть интегрирована с платформой ВОЗ, а также связана с Google Планета Земля для выработки гипотез и лучшего понимания этиологии рака. Принятая технология дает возможность использовать данные других стран, что облегчает сравнение показателей смертности и заболеваемости раком во всем мире. Простой в использовании и доступный онлайн-атлас позволяет проводить обновление данных и оценивать факторы риска развития рака на Тайване.

Canadian Cancer Incidence Atlas [Canadian..., 2014]¹ – электронный атлас в pdf, он обновлен более свежими данными и системами кодирования по сравнению с предыдущими изданиями.

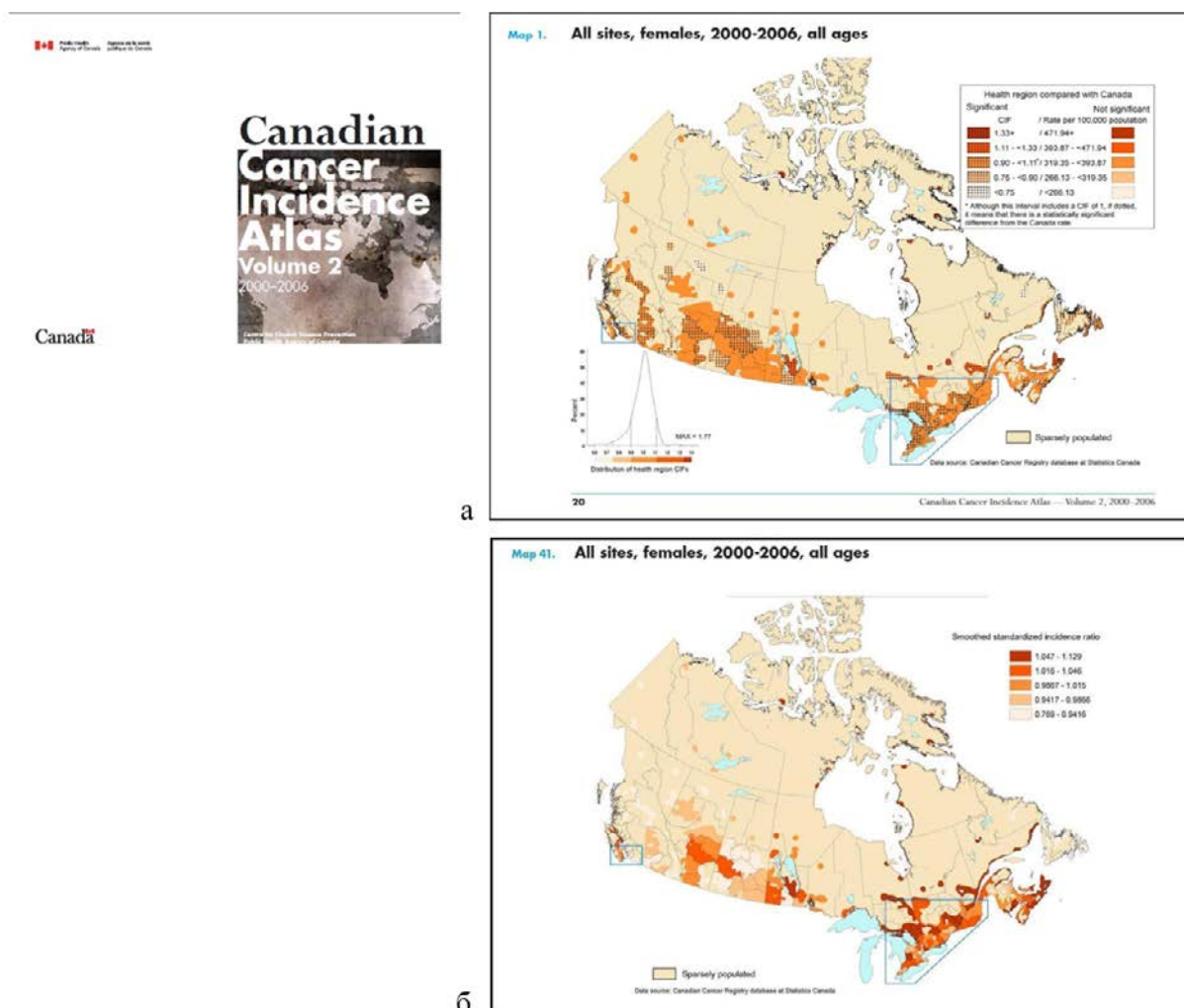


Рис. 5. Канадский атлас заболеваемости раком: а) все районы, женщины, 2000–2006 гг., все возрастные группы; б) все районы, женщины, 2000–2006 гг., все возрастные группы (сглаженный стандартизированный коэффициент заболеваемости)

Fig. 5. Canadian Cancer Incidence Atlas: a) all sites, females, 2000–2006, all ages; b) all sites, females, 2000–2006, all ages (smoothed standardized incidence ratio)

¹ Canadian Cancer Incidence Atlas. Vol. 2. 2000–2006. 2014. 322 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/chronic-diseases/cancer/highlights-canadian-cancer-incidence-atlas-volume-2-2000-2006.html> (accessed 20.03.2022).

Канадский атлас заболеваемости раком входит в число первых национальных атласов, использующих данные о заболеваемости. Атлас представляет заболеваемость раком по регионам здравоохранения и предназначен для лиц, интересующихся географическими особенностями распространения заболеваемости раком в Канаде, таких как эпидемиологи, специалисты по планированию здравоохранения, администраторы и т.д. Как отмечают создатели атласа, он полезен для разработки региональных и национальных приоритетов здравоохранения и является важным первым шагом в выявлении этиологических гипотез, которые могут быть исследованы посредством нацеленных на это проектов.

Вводная часть атласа включает необходимые пояснения о структуре, источниках информации и методике. Обращает на себя внимание подраздел «Ограничения», в котором отмечается, что природа данных (статистика) не позволяет идентифицировать факторы, которые могут влиять на различия в показателях заболеваемости.

Атлас включает 111 карт раковых заболеваний (23 формы рака) за период с 2000 по 2006 гг. (рис. 5). Первая серия карт отображает сочетание стандартизированного по возрасту показателя заболеваемости и его статистическую значимость – коэффициент заболеваемости CIF (показатель для региона здравоохранения к среднему показателю по Канаде, основанный на пяти квантилях). Фон регионов – сплошной или со штриховкой (точечный) в зависимости от соотношения показателя региона здравоохранения (R2) и национального (R1). Распределение регионов здравоохранения в зависимости от величины GIF представлены в виде сглаженной гистограммы внизу карт. Вторая серия представляет пространственно сглаженные стандартизированные коэффициенты заболеваемости – SIR (количество наблюдаемых случаев, деленное на количество ожидаемых, рассчитанных на основе национальных показателей рака и возрастных групп населения в регионе здравоохранения). Карты рака дополнены справочными картами с границами районов здравоохранения Канады, таблицами и статистическими данными, доступными в прилагаемых файлах.

Сводный текст для каждой карты включает описательную эпидемиологию, известные или предполагаемые факторы риска и особенности распространения онкологического заболевания. Возможные объяснения наблюдаемой значительной пространственной агрегации территорий варьируются в зависимости от места и включают различия в факторах образа жизни, таких как диета и курение, а также практику регистрации рака.

Дополнительно помещаются электронные таблицы, содержащие статистические данные по регионам здравоохранения, провинциям и территориям, различные приложения, в том числе схемы единиц здравоохранения, коды болезней, словарь терминов, список сокращений и т.д.

Мировые атласы

В первую очередь следует выделить комплексный онкологический атлас [The Cancer Atlas, 2006, 2008, 2014, 2019]¹. Атлас обобщает современную научную информацию о злокачественных новообразованиях на глобальном уровне. Это совместный проект Американского онкологического общества (ACS), Международного агентства по изучению рака (IARC) и Международного противоракового союза (UICC). Появление атласа было высоко оценено специалистами и общественностью, интересующейся этой проблемой. Последнее издание атласа (3-е изд., обновленное и дополненное) увидело свет в 2019 г.

¹ The Cancer Atlas [Electronic resource]. URL: www.cancer.org/canceratlas (accessed 20.02. 2020).

Веб-сайт *Cancer Atlas* представляет избранные данные из третьего издания атласа в удобной интерактивной форме в виде текстов и геоинфографики. В 2015 г. 2-е издание атласа [Атлас современной онкологии, 2014]¹ было переведено на русский язык (рис. 6).

В предисловии к атласу отмечается, что сквозная идея, под знаком которой создавался этот труд, характеризуется словами – «доступ создает прогресс», т.е. важно не только привлечение внимания к актуальной проблеме, но и доступ к всеобъемлющей современной информации об онкологических заболеваниях и широком спектре услуг по их предотвращению.



Рис. 6. Атлас современной онкологии, 2014

Fig. 6. Cancer atlas, 2014

Атлас включает более 50 картограмм, большое число диаграмм и графиков. Он сохраняет структуру предыдущих изданий и содержит 40 глав, заключенных в три раздела:

- Факторы риска (Обзор факторов риска. Факторы риска, обусловленные употреблением табака. Инфекции. Питание, вес и физическая активность. Ультрафиолетовое излучение. Репродуктивные и гормональные факторы. Загрязнение окружающей среды и вредное воздействие на рабочем месте. Канцерогены, опасные для человека, выявленные Программой МАИР);
- Социальное значение (Социальное значение онкологических заболеваний. Рак легкого. Рак молочной железы. Онкологические заболевания у детей. Изменения индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП));
- Региональные различия (Обзор региональных различий. Злокачественные новообразования в Африке к югу от Сахары и др.);
- Меры борьбы с раком (Борьба с раком: обзор средств диагностики и лечения и потенциала воздействия. Контроль над употреблением табака. Профилактика: популяционный и организационный подходы. Вакцины. Ранняя диагностика. Тактика ведения больных и лечение. Обезболивание. Регистры онкологических заболеваний. Научные исследования и т.д.).

¹ Атлас современной онкологии. 2-е изд. Ред.: А. Джемал, П. Винеис, Ф. Брей, Л. Торре, Д. Форман. Атланта, штат Джорджия: Американское онкологическое общество; 2014 г. [Electronic resource]. URL: www.cancer.org/canceratlas, <https://endoexpert.ru/stati/cancer-atlas-russian-compressed/> (accessed 2.02.2020).

Периодически публикуемый в pdf атлас-монография «Распространенность онкологических заболеваний на пяти континентах (CI5)» [Global Cancer Facts & Figures] является авторитетным справочником по распространению онкологических заболеваний в мире (рис. 7). Атлас готовится и публикуется Американским онкологическим обществом. Кроме текста издание содержит геоинфографику. Структура складывается из разделов: Основные сведения о раке. Некоторые формы рака (с описанием по единому плану: новые случаи заболевания, смертность, факторы риска, глобальные тенденции, признаки и симптомы, раннее выявление, выживаемость). Борьба с глобальным бременем рака. Последнее, 4-ое издание (2018), включает особый раздел – «Эпидемия ожирения».

Среди карт, помещенных в атласе, привлекает тема «Оценка новых случаев рака и смертности во всем мире в ведущих онкологических центрах по Индексу человеческого развития, 2018 г.».



Рис. 7. Титульная страница атласа с картой «Оценочное число новых случаев рака по регионам мира, 2018 год»

Fig. 7. Atlas title page with map «Estimated number of new cancer cases by region of the world, 2018»

Источником информации о распространении рака в мировом масштабе является Глобальная онкологическая обсерватория (GCO) – интерактивная веб-платформа¹. На ней представлена глобальная статистика рака для информирования о борьбе с раком и исследованиях рака. Платформа ориентирована на визуализацию индикаторов рака с использованием данных отделения IARC по наблюдению за раком (CSU), включая GLOBOCAN; Заболеваемость раком на пяти континентах (CI5); Международная заболеваемость раком у детей (IICC); несколько проектов по сравнительному анализу выживаемости при раке (SurvCan и SURVMARK). Визуализация данных наряду с инфографикой предполагает и карты. На рис. 8 представлена одна из страниц платформы.

¹ Global cancer observatory [Electronic resource]. URL: <https://gco.iarc.fr/> (accessed 2.02.2022).

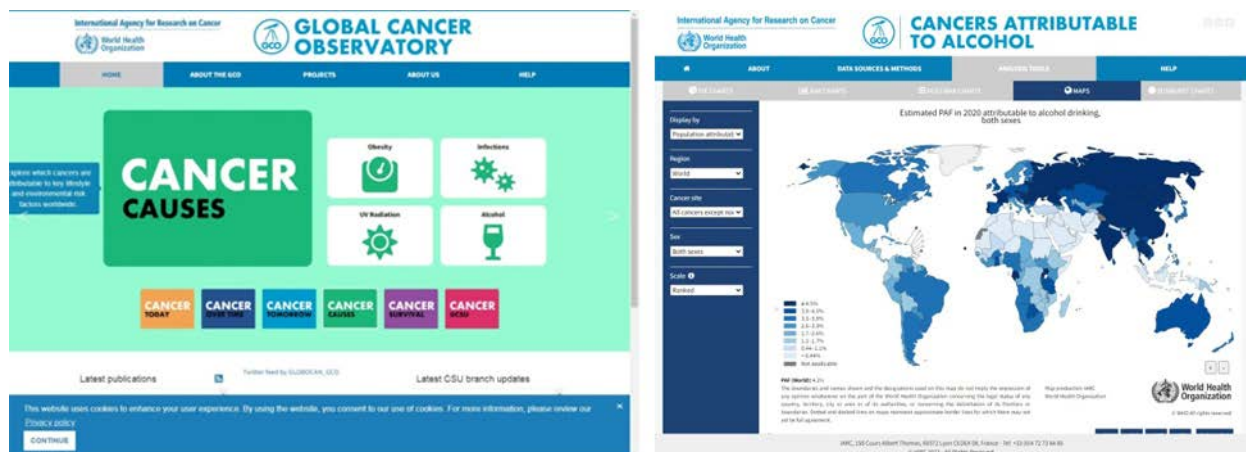


Рис. 8. Одна из страниц о причинах рака – Оценочный показатель PAF (доля заболеваемости раком) в 2020 г., связанный с употреблением алкоголя
 Fig. 8. One of the Causes of Cancer pages is Estimated PAF (Cancer Incidence Rate) in 2020 associated with alcohol use

Онкологическое картографирование, наряду с созданием комплексных атласов, развивается в направлении более углубленной проработки отдельных тем через подготовку специализированных онкологических атласов – по отдельным контингентам больных (женщины, дети), факторам появления онкологических заболеваний (курение, ожирение, алкоголь), формам рака, мерам оказания помощи, природным целебным ресурсам и т.д. [Roberts et al., 2016¹; Котова, Малхазова, 2021]. Например, Атлас-монография «Глобальное бремя рака женщин. Текущее состояние, тенденции и меры вмешательства» [Global burden..., 2012]² направлен на рассмотрение онкологических проблем женщин; Атлас рака детей в Онитарио [Atlas of Childhood Cancer..., 2015]³. Атлас паллиативной помощи в конце жизни [Global Atlas of Palliative Care..., 2014]⁴ представляет собой подробное исследование, задача которого дать количественную оценку потребности в паллиативной помощи в конце жизни и имеющихся ресурсов в этой сфере. Оригинальное издание атласа подготовлено ВОЗ и Всемирным альянсом паллиативной помощи. В 2017 г. атлас в электронном виде впервые опубликован в России Фондом помощи хосписам «Вера» [Атлас мира..., 2017]⁵.

¹ Roberts J.L., Cramb S.M., Baade P.D., Mengersen K.L. Grey Literature Review: Internet Published Cancer Maps. Brisbane: Cancer Council Queensland and Queensland University of Technology (QUT). Brisbane. 2016. [Electronic resource]. URL: <https://eprints.qut.edu.au/204102/> (accessed 02.04.2022).

² Global burden of cancer in women. Current status, trends, and interventions. 2012. 129 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/global-cancer-facts-and-figures/global-burden-of-cancer-in-women.pdf> (accessed 04.04.2020).

³ Atlas of Childhood Cancer in Ontario. [Electronic resource]. URL: http://www.pogo.ca/wp-content/uploads/2015/02/POGO_CC-Atlas-3-Incidence_Feb-2015.pdf (accessed 04.04.2020).

⁴ Global Atlas of Palliative Care at the End of Life. 2014. 104 p. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/288344767_The_Global_Atlas_of_Palliative_Care_at_the_End_of_Life (accessed 10.09.2020).

⁵ Атлас мира по паллиативной помощи в конце жизни. 2014. 101 с. [Electronic resource]. URL: https://www.hospicefund.ru/wp-content/uploads/2017/09/Global-Atlas-Russian-version_small.pdf (accessed 10.09.2020).

ВЫВОДЫ

В настоящее время за рубежом накоплен большой опыт картографических атласных комплексных и специализированных исследований. Обзор атласов отражает многообразие подходов к их разработке, различия в используемых показателях и преобладающие тенденции в представлении результатов для решения стоящих перед медициной и обществом задач. Среди последних:

- стремление к реализации на базе геоинформационных технологий;
- широкое использование приемов математико-статистического моделирования с оценкой неопределенности (достоверности) результатов;
- предпочтение инфо- и геоинфографики в визуализации результатов;
- публикация в сети Интернет;
- наличие пользовательских руководств, облегчающих доступ и активное использование.

В основу концепции значительной части атласов положено понятие «бремя». Оно охватывает различные аспекты проявления онкологических заболеваний (от медицинских до социально-экономических) и отображается в атласах в зависимости от назначения с разной степенью полноты.

От изучения пространственно-временного распространения заболеваемости раком атласные исследования переходят к построению и проверке гипотез о факторах и детерминантах возникновения рака на основе многообразия синергии природных, социальных, экономических, экологических, поведенческих и других особенностей с использованием междисциплинарного подхода и достижений информационных технологий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РГО, грант «Медико-географический атлас России “Факторы риска онкологических заболеваний”», в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by the Russian Geographical Society, grant «Medico-geographical atlas of Russia “Risk factors for cancer”», within the framework of the Development Program of the Interdisciplinary Scientific and Educational School of Lomonosov Moscow State University “The future of the planet and global environmental changes”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котова Т.В., Малхазова С.М. Атласное онкологическое картографирование России. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». М.: Издательский дом МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 260–272. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-260-272.
2. An Atlas of mortality for South Australia. 1969–1978, 1985. Gael Keig. Melbourne: CSIRO, 1985. 104 p.
3. Atlas of cancer mortality in the European Union and the European economic area. 1993–1997. Ed. by Boyle P. and Smans M. IARC Scientific Publications. No. 159. 2008. 260 p.
4. Atlas of cancer mortality in the peoples Republic of China. Shanghai, China: China Map Press, 1979. 200 p.

5. Atlas of Cancer Mortality in the United States, 1950–1994. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. National Institutes of Health, National Cancer Institute. 1999. 384 p.
6. Cancer Mortality of the Federal Republic of Germany. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1979. 72 p.
7. *Gardner M.J., Winter P.D., Taylor C.P., Acheson E.D.* Atlas of cancer mortality in England and Wales. 1968–1978. Chichester etc.: Wiley&Sons ltd, 1983. 116 p.
8. *Pickle L.W., Mungiole M., Jones G.K., White A.A.* Atlas of United States mortality. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 1996. 203 p.

REFERENCES

1. An Atlas of mortality for South Australia. 1969–1978, 1985. Gael Keig. Melbourne: CSIRO, 1985. 104 p.
 2. Atlas of cancer mortality in the European Union and the European economic area. 1993–1997. Ed. by Boyle P. and Smans M. IARC Scientific Publications. No. 159. 2008. 260 p.
 3. Atlas of cancer mortality in the peoples Republic of China. Shanghai, China: China Map Press, 1979. 200 p.
 4. Atlas of Cancer Mortality in the United States, 1950–1994. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. National Institutes of Health, National Cancer Institute, 1999. 384 p.
 5. Cancer Mortality of the Federal Republic of Germany. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1979. 72 p.
 6. *Gardner M.J., Winter P.D., Taylor C.P., Acheson E.D.* Atlas of cancer mortality in England and Wales. 1968–1978. Chichester etc.: Wiley&Sons ltd, 1983. 116 p.
 7. *Kotova T.V., Malkhazova S.M.* Atlas of oncological mapping of Russia. Materials of the International conference “InterCarto. InterGIS”. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2021. Vol. 27. Part 4. P. 260–272. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-260-272 (in Russian).
 8. *Pickle L.W., Mungiole M., Jones G.K., White A.A.* Atlas of United States mortality. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics. 1996. 203 p.
-