

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ГЕОСИСТЕМ. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

© Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Кануков А.С.

Геофизический институт – филиал Владикавказского научного центра Российской академии наук, г. Владикавказ

Загрязнение окружающей среды, кроме вреда природе, ведет к различным заболеваниям населения, проживающего на загрязненной территории, включая онкологические заболевания. На территории Республики Северная Осетия-Алания загрязнение окружающей среды идет в основном за счет предприятий цветной металлургии и автотранспорта. Наибольшему загрязнению подвергается столица республики город Владикавказ, где и расположены основные стационарные источники загрязнения и наибольшее количество автотранспорта. В сельских районах республики состояние атмосферного воздуха стабильно удовлетворительное из-за отсутствия в сельской местности крупных промышленных предприятий и меньшего количества автотранспорта.

Отобран материал по заболеваемости населения злокачественными образованиями по различным районам г. Владикавказ. Получена функциональная зависимость процента заболевших от возрастной группы с высокой величиной достоверности аппроксимации. Основной удельный вес вновь зарегистрированных злокачественных новообразований приходится на возрастные группы свыше 60 лет. Анализ онкозаболеваемости показал, что в тех районах республики, включая и г. Владикавказ, где уровень загрязнения окружающей среды выше, выше и показатели онкозаболеваемости.

***Ключевые слова:** горный регион, добыча полезных ископаемых, тяжелые металлы, загрязнение окружающей среды, онкозаболеваемость.*

В современном мире существуют возможности в относительно сжатые сроки получать огромное количество информации о тех или иных особенностях различных исследуемых объектов, которое можно обработать полноценно только лишь с применением современных компьютерных технологий. В связи с тем, что преобладающее количество разных факторов имеют пространственную привязку, необходима разработка не просто информационного, а геоинформационного обеспечения. Именно поэтому геоинформационные технологии и методы стали одним из основных инструментов при проведении экологических исследований, а также в оценке и мониторинге состояния природной среды и ресурсов. Разработка и реализация новых методов моделирования поведения объектов, перемещения или распространения того или иного геофизического процесса, является важной задачей определения взаимосвязи и корреляции пространственных распределений различных физических полей.

Загрязнение окружающей среды является сложной и многоаспектной проблемой, но главной является неблагоприятные последствия для здоровья населения. В большей степени загрязнение окружающей среды сказывается на здоровье городского населения [1-3].

Как свидетельствуют многочисленные исследования, неблагоприятные экологические факторы, даже при невысоком уровне воздействия могут вызывать значительные расстройства здоровья людей. Загрязнение окружающей среды, несмотря даже на относительно малые концентрации веществ, вследствие большой длительности воздействия, может приводить к тяжелым болезням, включая онкологию [4].

Одной из целей исследования было проведение анализа загрязнения окружающей среды и онкозаболеваемости населения Республики Северная Осетия-

Алания по данным государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия-Алания» Министерства природных ресурсов и экологии Республики Северная Осетия-Алания [5] и «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Северная Осетия-Алания» Управления федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Северная Осетия-Алания [6] за 2010-2016 годы.

Был отобран материал по заболеваемости населения злокачественными образованиями по различным районам г. Владикавказ [7]. Для обработки и последующего анализа полученных данных была разработана специальная база данных. Формирующие параметры базы включали местожительство, пол, возраст больного, локализация поражения тела больного. Подключение базы данных к цифровой карте в геоинформационной системе позволило выполнить множественный анализ данных благодаря пространственной привязке каждой записи [8-9]. В ГИС-технологиях на карте - схеме застройки города было построено распределение заболеваемости злокачественными образованиями по площади города. По общепринятой методике поликлинического территориального районирования по границам обслуживания поликлиник были получены значения заболеваемости за разные годы, а также среднее значение за несколько лет [10], которое и было вынесено на карту (рис. 1).

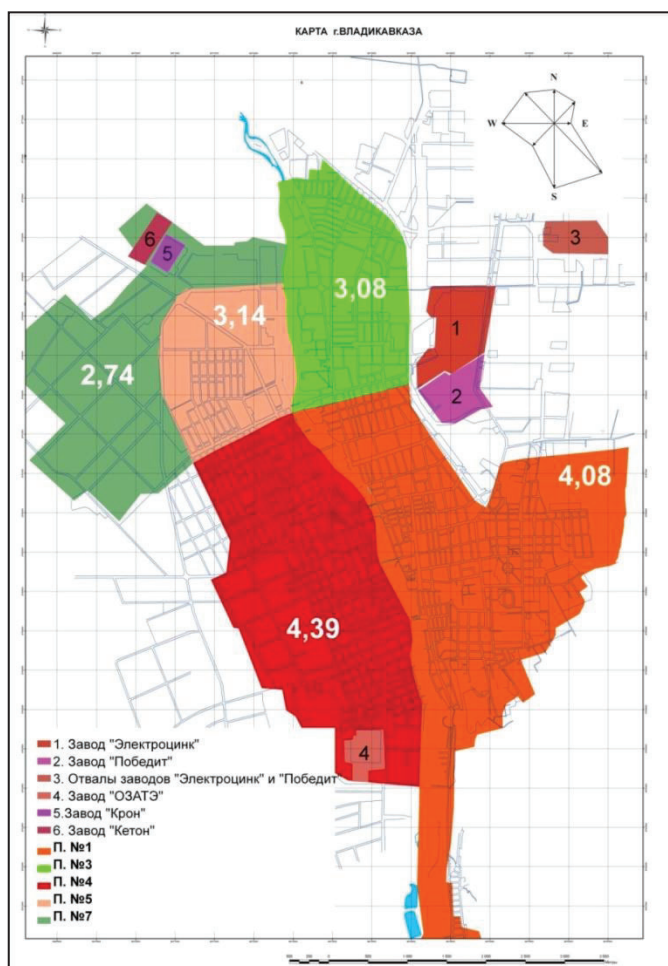


Рис. 1. Заболеваемость новообразованиями по территории городских поликлиник

Загрязнение окружающей среды в Республике Северная Осетия-Алания происходит от стационарных и передвижных источников. К стационарным источникам относятся предприятия промышленности, которые в республике представлены такими отраслями как цветная металлургия, машиностроение и металлообработка, электроэнергетика, топливная промышленность, лесная и деревообрабатывающая промышленность, производство строительных материалов [11-13]. Основными стационарными источниками выбросов в атмосферу являются предприятия металлургической промышленности [14-16]. Большой вклад в загрязнение окружающей среды вносят передвижные источники, в частности автомобильный транспорт, количество которого из года в год растет быстрыми темпами.

Данные по выбросам в атмосферу от стационарных источников в РСО-Алания за 2010-2016 годы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выбросы в атмосферу от стационарных источников в РСО-Алания за 2010-2016 гг. (тыс. тонн)

Наименование показателя	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Всего	5,018	4,045	4,391	5,032	3,484	5,283	4,545
В том числе							
Твердые	0,628	0,298	0,283	0,246	0,337	0,296	0,412
Газообразные и жидкие, из них:	4,390	3,747	4,107	4,786	3,147	4,987	4,132
Диоксид серы	0,894	0,561	0,5	0,288	0,332	0,328	0,357
Оксид углерода	2,204	1,836	1,698	1,535	1,493	1,443	1,449
Оксиды азота	0,719	0,131	0,117	0,31	0,269	0,268	0,253
Углеводороды	0,574	1,038	1,617	2,491	0,854	2,678	1,780
Летучие органические соединения	0,194	0,086	0,069	0,079	0,098	0,196	0,197
Прочие газообразные и жидкие	0,223	0,095	0,106	0,082	0,102	0,074	0,096

Необходимо отметить, что наибольшее число предприятий загрязнителей атмосферы сосредоточено в черте столицы республики городе Владикавказ. Их выбросы составляют 60% от всех выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников республики. Состояние атмосферного воздуха в сельских районах стабильно удовлетворительное. Это связано с отсутствием в сельской местности крупных промышленных предприятий, меньше автотранспорта и других объектов загрязнителей.

Учитывая, что Владикавказ более подвержен загрязнению окружающей среды было проанализировано и загрязнение почвы тяжелыми металлами, которые играют важную роль в возникновении онкологических заболеваний (таблица 2).

Самым загрязненным районом Владикавказа является Правобережный район, в состав которого входят Иристонский и Промышленный муниципальные округа, где проживает более 132 тысяч населения города. Из муниципальных округов более загрязненным является Промышленный, на территории которого расположены крупные промышленные предприятия.

Таблица 2

Загрязнение почвы в разрезе районов г. Владикавказа за 2010 – 2016 гг.

Правобережный район

Загрязнители	Удельный вес нестандартных проб по годам						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Свинец	125,4	154,5	170,2	174,1	169,0	184,4	176,7
Кадмий	47,5	169,6	154,5	124,4	150,0	165,2	171,9
Цинк	110,1	167,0	138,6	126,3	152,4	162,2	176,2
Медь	25,6	23,2	3,0	15,6	9,5	6,6	9,5

Левобережный район

Загрязнители	Удельный вес нестандартных проб по годам						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Свинец	148,1	81,0	87,5	97,8	101,2	139,6	171,3
Кадмий	119,9	72,7	133,3	97,8	78,6	93,8	116,0
Цинк	105,6	69,3	166,7	73,3	98,0	64,6	135,3
Медь	4,8	0	0	0	0	6,3	0

Проведенными ранее исследованиями было установлено, что чем ближе к промышленным предприятиям цветной металлургии и ореолам загрязненным тяжелыми металлами почвы, тем выше онкологическая заболеваемость населения Владикавказа[17].

Показатели впервые выявленной онкологической заболеваемости в РСО-Алания за 2010-2016 годы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная таблица впервые выявленной онкологической заболеваемости в РСО-Алания за 2010-2016 гг. (на 100тыс. населения)

Районы	2010г.	2011г	2012	2013	2014	2015	2016	Средне многолетний уровень за 7 лет
РСО-Алания	292,6	287,7	315,2	337,1	311,7	304,7	295,3	306,3
Алагирский	369,6	360,4	338,7	407,2	356,1	330,1	321,1	354,7
Ардонский	299,3	267,1	314,8	318,3	329,3	265,9	293,3	298,2
Дигорский	348,4	310,4	351,2	356,4	289,6	388,0	375,6	345,6
Ирафский	321,5	278,9	357,7	425,0	268,2	287,3	287,3	317,9
Кировский	238,9	190,5	205,5	246,1	261,6	295,1	244,4	240,3
Моздокский	260,0	249,5	283,3	254,6	279,5	258,5	282,2	266,8
Правобережный	301,5	263,1	323,9	290,3	325,6	283,1	307,7	299,3
Пригородный	240,8	244,2	250,4	229,9	261,6	246,6	255,5	247,0
г. Владикавказ	307,4	319,7	365,4	349,1	334,6	337,1	306,7	331,4

В многолетней динамике за изучаемый период (2010-2016 г.г.) основной удельный вес в структуре онкологической заболеваемости в республике занимает рак кожи. На втором месте находится рак молочной железы. На третьем месте – рак легкого.

Основной удельный вес вновь зарегистрированных злокачественных новообразований приходится на возрастные группы свыше 60 лет. Выявлена корреляционная зависимость доли заболевших от возрастной группы путем расчёта в ГИС системе общего числа случаев онкозаболеваемости по границам обслуживания поликлиник [18]. Используя среднее значение числа случаев онкозаболеваний по поликлиникам и построив график зависимости доли заболевших от возрастной группы, методом наименьших квадратов получен вид аппроксимирующей кривой (рис. 2). Данный вид кривой имеет чётко выраженную квадратичную форму, что было учтено при её построении. Учитывая столь высокое значение величины достоверности аппроксимации $R^2=0,989$ можно заключить, что полученное уравнение очень точно описывает данную зависимость.

С помощью установленной зависимости было рассчитано ожидаемое число случаев онкозаболеваний для г. Алагир и проведено сопоставление с фактическими данными (табл. 4). Как видно из таблицы, различие между реальными и расчетными значениями не превышает 3% от общего количества онкобольных.

Также было проведено исследование зависимости числа заболеваний от расстояния до источников загрязнений – заводов «Электроцинк» и «Победит», находящихся на территории г. Владикавказа. Анализ данных заболеваемости населения Пригородного района показывает, что с увеличением расстояния от отвалов завода

«Электроцинк» и «Победит» заболеваемость заметно падает для близлежащих населенных пунктов (рис. 5).

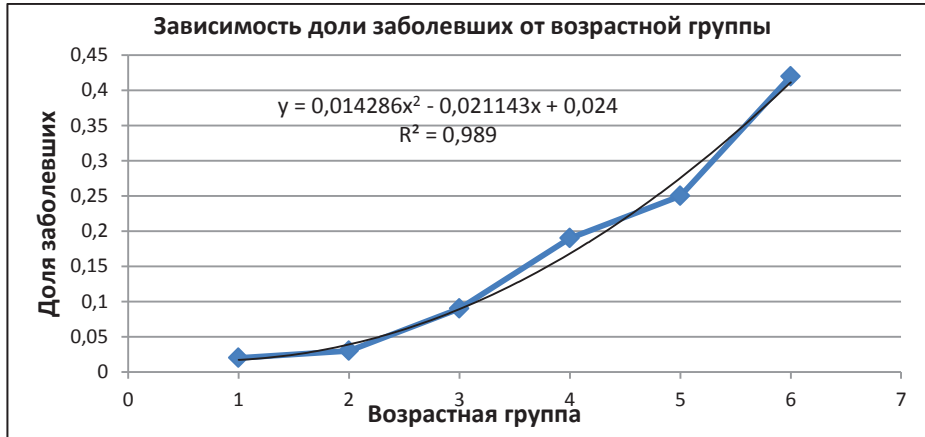


Рис. 2. Зависимость доли заболевших от возрастной группы

Таблица 4

Зависимость числа случаев онкозаболеваний от возрастных групп для г. Алагир.

Общее число	18-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70 и старше
Число случаев онкозаболеваний в различных возрастных группах						
352	12	21	37	56	86	140
Прогнозное число случаев онкозаболеваний в различных возрастных группах						
352	7	11	32	67	88	148

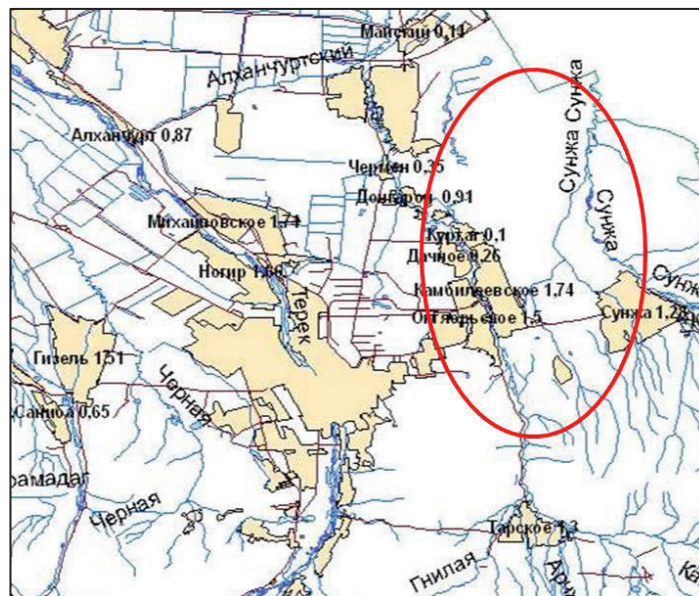


Рис. 5. Карта заболеваемости Пригородного района

Таким образом, анализ онкозаболеваемости показал, что в тех районах Республики, включая и г. Владикавказ, где уровень загрязнения окружающей среды выше, выше и показатели онкозаболеваемости.

ВЫВОДЫ:

1. Загрязнение окружающей среды на территории Республики Северная Осетия-Алания происходит, в основном, за счет интегрального воздействия отвалов предприятий цветной металлургии и автотранспорта.

2. Наибольшему загрязнению подвергается столица республики - город Владикавказ, где расположены основные предприятия-загрязнители и находится наибольшее количество автотранспорта.

3. При этом в городе Владикавказе наиболее загрязненным является Правобережный район, в котором расположены крупные промышленные предприятия, загрязняющие окружающую среду в том числе и тяжелыми металлами.

4. Отобран материал по заболеваемости населения злокачественными образованиями по различным районам г. Владикавказа. Для обработки и последующего анализа полученных данных по онкозаболеваемости населения, проживающего в регионе с интенсивной горнодобывающей деятельностью, была создана специальная база данных.

5. На территориях, где выше загрязненность окружающей среды тяжелыми металлами, выше онкозаболеваемость населения. Установлено, что чем ближе к промышленным предприятиям цветной металлургии и соответствующим ореолам загрязненностью почвы тяжелыми металлами, тем выше онкологическая заболеваемость населения.

6. Методом наименьших квадратов получена функциональная зависимость процента заболевших от возрастной группы для г. Владикавказа с величиной достоверности аппроксимации $R^2=0,989$.

7. С помощью установленной зависимости было рассчитано ожидаемое число случаев онкозаболеваний для г. Алагир, расположенного от г. Владикавказа на расстоянии 37 км по прямой, и проведено сопоставление с фактическими данными. Различия между реальными и расчетными значениями не превышает 3% от общего количества онкобольных. Таким образом, получено эмпирическое выражение для расчета ожидаемого числа онкобольных для регионов с загрязненностью тяжелыми металлами, которое требует проверки на других площадках.

Литература

1. Алборов И.Д., Бурдзиева О.Г. Развитие экологической напряженности в зонах добычи твердых полезных ископаемых на склонах Восточного Кавказа (статья в коллективной монографии) // Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований / Под ред. Заалишвили В.Б. Владикавказ: ГФИ ВНИЦ РАН, 2017. С. 507-513.
2. Алборов И.Д., Бурдзиева О.Г. Воздействие геофизических параметров ландшафта на качество окружающей среды (статья в коллективной монографии) // Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований / Под ред. Заалишвили В.Б. Владикавказ: ГФИ ВНИЦ РАН, 2017. С. 514-518.
3. Бериев О.Г., Заалишвили В.Б. Состояние загрязнения атмосферы и заболеваемость населения города Владикавказа // Геология и геофизика Юга России, 2015. №4. С. 47-36
4. Онкозаболеваемость населения г. Владикавказа и его взаимосвязь с различными факторами / Бериев О.Г., Заалишвили В.Б., Бурдзиева О.Г. и др. // Геология и геофизика Юга России, 2013. № 3. С. 29-38.
5. Материалы государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия-Алания» за 2010-2016 годы.

6. Материалы государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Северная Осетия-Алания» за 2010-2016 годы.
7. Об экологических аспектах современной урбанизированной территории при сильных землетрясениях / Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г. и др. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2012. № 3. С. 62-67.
8. *Zaalishvili, V.B., Mel'kov, D.A.* Reconstructing the Kolka surge on September 20, 2002 from the instrumental seismic data // *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 2014.
9. *Milyukov, V.K., Yushkin, V.D., Kopaev, A.V., Zaalishvili V.B., Kanukov, A.S., Dzeranov, B.V.* Monitoring current vertical movements of the Northern Caucasus by absolute and relative gravimetry // *Measurement Techniques*, 2014.
10. *Burdzieva, O.G.; Zaalishvili, V.B.; Beriev, O.G. Kanukov, A.S., Maysuradze M.V.* Mining impact on environment on the North Ossetian territory // *International journal of Geomate*. T: 10, Vol. 19. 2016. P: 1693-1697.
11. *Zaalishvili, V.B., Burdzieva, O.G., Dzhgamadze, A.K.* Geothermal waters of North Ossetia // *Ecology, Environment and Conservation*, 2015.
12. *Borshevsky S.V., Kachurin N.M., Burdzieva O.G., Golik V.I.* Prospects for extraction of metals from mine waste water // *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. T. 9. № 1. С. 81-91.
13. *Zaalishvili, V.B., Nevskaya, N.I., Nevskii, L.N., Shempelev, A.G.* Geophysical fields above volcanic edifices in the North Caucasus // *Journal of Volcanology and Seismology*, 2015.
14. *Shempelev A.G., Zaalishvili V.B., Kukhmazov S.U.* Deep structure of the western part of the Central Caucasus from geophysical data // *Geotectonics*. 2017. Том: 51. Выпуск: 5. Стр. 479-488.
15. *Gorbatikov, A.V., Rogozhin, E.A., Stepanova, M.Y., Dzeboev, B.A., Gabaraev, A.F.* The pattern of deep structure and recent tectonics of the Greater Caucasus in the Ossetian sector from the complex geophysical data // *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 2015.
16. *Shempelev, A. G.; Zaalishvili, V. B.; Kukhmazov, S. U.* Deep structure of the western part of the Central Caucasus from geophysical data // *GEOTECTONICS* Том: 51 Выпуск: 5 Стр.: 479-488 Опубликовано: SEP 2017
17. Взаимосвязь между техногенной загрязненностью урбанизированной территории отходами горнодобывающей промышленности и заболеваемостью населения. / Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г. и др. // Труды международной научно-практической конференции «Опасные природные и техногенные процессы на горных и предгорных территория Северного Кавказа». Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН. 2010. С. 433-438.
18. Взаимосвязь между распределением тяжелых металлов по урбанизированной территории и заболеваемостью онкологией / Бурдзиева О.Г., Бериев О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 6 (74). С. 102-108.