

УДК 577, 118

**Е. С. Турбина****ОЦЕНКА ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА  
ТЕПЛООЗЁРСКИМ ЦЕМЕНТНЫМ ЗАВОДОМ  
МЕТОДОМ СНЕГОВОЙ СЪЁМКИ**

В статье анализируется содержание взвешенных веществ в снежном покрове на территориях, находящихся на разном расстоянии от Теплоозёрского цементного завода. Точки опробования располагались преимущественно на территории посёлка и вокруг предполагаемой зоны максимального загрязнения. Показано, что завод загрязняет прилегающие территории на расстоянии более чем 3 км от его основной трубы, при этом максимальный уровень загрязнения отмечается в километровой зоне и зависит от ветрового режима.

*Ключевые слова:* атмосферный воздух, взвешенные вещества, снеговая съёмка, цементный завод, загрязнение атмосферы.

Предприятия — производители строительных материалов (цемент, асбестоцементные изделия, строительная керамика, тепло- и звукоизоляционные материалы, строительное и техническое стекло) — входят в группу основных загрязнителей атмосферного воздуха и прилегающих территорий. Так, предприятия цементной промышленности являются источниками поступления в окружающую среду твёрдых (цементной и другой минеральной пыли, сажи) и газообразных загрязняющих веществ (ртути, сернистого ангидрида, оксида углерода, оксидов азота, различных углеводородов, ванадия, марганца, аммиака, сероводорода и др.) [3].

Производственный цикл цемента по сравнению с циклами других предприятий строительной отрасли является одним из наиболее «грязных», тем самым существенно влияет как на состояние окружающей среды, так и на здоровье населения, проживающего на загрязняемой территории [4]. Известно, что газопылевая смесь выбросов предприятий цементной промышленности при длительном воздействии на население приводит к общему снижению иммунитета и способствует развитию таких заболеваний, как хронический бронхит, язвенная болезнь, бронхиальная астма, хронический пиелонефрит и онкологические заболевания [3]. При попадании в глаза цементной пыли возрастает риск развития конъюнктивита и омертвления отдельных участков

---

**Турбина Елена Сергеевна** — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры географии и экологии (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: turbinae@list.ru.

© Турбина Е. С., 2016

соединительной оболочки, в тяжёлых случаях возможно прободение глазного яблока [4].

У рабочих цементных заводов обнаруживаются «камешки» (ринолиты) на задней стенке глотки, на миндалинах, в гортани и полости носа, трещины и даже перфорация носовой перегородки. Выявлены также бронхиты, эмфизема и плевральные сращения; хронические воспалительные процессы в гайморовой полости и полипоз слизистой носа; наблюдается учащение случаев хронических неспецифических заболеваний легких. Иногда наблюдается временная глухота [4].

Существует зависимость между уровнем загрязнения атмосферы в районе цементного завода и количеством заболеваний дыхательных путей и пищеварительной системы у детей до 14 лет. В радиусе 2 км от завода у детей происходит снижение возбудимости обонятельного анализатора и десквамация (чешуйчатое шелушение) эпителия слизистой носа [3].

Теплозёрск – поселение городского типа, располагающееся на севере Еврейской автономной области (ЕАО). Площадь посёлка составляет 2147 кв. км. Население около 3800 человек. Основным стационарным источником газопылевого загрязнения атмосферного воздуха посёлка является АО «Теплозёрский цементный завод». Завод является градообразующим предприятием и единственным производителем портландцемента в ЕАО, его производственная мощность достигает 800 тыс. т цемента в год. На предприятии осуществляется добыча сырья, его обработка, транспортировка и хранение готового продукта. Добыча ведётся открытым способом в карьере, расположенном на юго-востоке предприятия. Транспортировка готового продукта осуществляется посредством железнодорожного и автомобильного транспорта. Предприятие – основной стационарный источник газопылевого загрязнения как площадей самого предприятия, так и прилегающих территорий. В зону потенциального воздействия ТЦЗ попадают такие типы земель, как жилая застройка посёлка Теплозёрск, сельскохозяйственные и приусадебные участки.

Теплозёрский цементный завод ежегодно поставляет в атмосферный воздух более 3,8 тыс. т загрязняющих веществ, основными из которых являются взвешенные вещества (ВВ), включающие портландцементную пыль [2].

Портландцемент представляет собой смесь химических соединений, большинство из которых как по отдельности, так и вместе способны оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. В состав портландцемента входят:  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2+\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Содержание двуоксида кремния в составе цемента достигает 25 %. Первичные патологические изменения, вызываемые  $\text{SiO}_2$ , развиваются в местах отложения, элиминации и задержки пылевых частиц. Типичное заболевание, возникающее под действием кремнеземсодержащих пылей, – силикоз [4].

Процентная доля окиси кальция в клинкере портландцемента достигает 65 %, после обжига окись преобразуется в гидроксид ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Токсическое действие пыли вызывает раздражение слизистых, провоцируя чихание и кашель, в больших дозах воздействует на слизистую глаз и может спровоцировать воспаление лёгких. При попадании пыли в трахею развивается трахеобронхит, при попадании в желудок — язвенный гастрит. Кроме того, негашёная известь, попадая на кожу, вызывает тяжёлые ожоги [3].

Наличие в цементной пыли Cr (IV) провоцирует образование бронхиальной астмы и отёка Квинке [4].

Влияние цементного производства распространяется на несколько километров. По данным исследований, около карьера цементного завода содержание Cr, Sr, Ti, Pb в листьях тополя в 2–2,5 раза выше по сравнению с «фоном». Вторая зона с повышенным содержанием этих металлов может наблюдаться на расстоянии в несколько километров в том направлении, куда дуют ветры. Это необходимо учитывать при планировании строительства жилого массива. Предприятия, являющиеся источниками загрязнения воздушной среды, должны отделяться от жилой застройки санитарно-защитными зонами (СЗЗ). Эти предприятия не должны располагаться с наветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к застройке жилья [4].

Целью нашего исследования являлось проведение оценки пылевого загрязнения территории п. Тёплое озеро для выявления территорий, нахождение на которых представляет наибольшую опасность для здоровья людей.

Для достижения поставленной цели была проведена снеговая съёмка. Снеговая съёмка — это способ изучения состояния снегового покрова по определённой сети точек, по которой отбираются пробы снега. Снеговой покров рассматривается как удобный по степени доступности индикатор загрязнения окружающей среды [5].

Пробы отбирались в конце зимы перед началом таяния снега, когда концентрация загрязняющих веществ в снеге достигала максимальных значений. В пробах определялась концентрация взвешенных веществ (ВВ). Точки отбора располагались преимущественно на территории посёлка и вокруг предполагаемой зоны максимального загрязнения. За источник загрязнения было принято место расположения трубы, отводящей от печей газопылевые побочные продукты производства.

Отбор проб производился в трёх зонах, находящихся на разном расстоянии от источника загрязнения (заводской трубы). Зона 1 (Заводская) включает в себя как территорию самого завода с санитарно-защитной зоной, так и части территории жилой застройки п. Теплоозёрска, удалена от источника загрязнения до 1 км. Зона 2 (Жилая застройка) удалена от заводской трубы от 1 до 2 км. Данная территория включает в себя большую часть жилой застройки (здесь постоянно проживает более 80 % всего насе-

ления посёлка), на ней находятся социально важные объекты (больница, школа, детский сад и пр.). Зона 3 (зона Приусадебных участков) находится от завода на расстоянии от 2 до 3,7 км. На рисунке 1 представлена карта п. Теплоозёрска с отмеченными точками отбора проб.



Рис. 1. Карта Теплоозёрска с точками отбора проб: ○ – точки отбора проб в Заводской зоне; △ – точки отбора проб в зоне Жилой застройки; ◇ – точки отбора проб в зоне Приусадебных участков

Кроме того, на расстоянии от 8 до 15 км от посёлка в лесной зоне, удалённой от автодорог и других источников загрязнения, были взяты шесть контрольных проб (средний показатель содержания ВВ в них составил 1,2 кг/га в месяц).

Пробы отбирались на всю толщину снежного покрова «методом конверта». В каждой пробе определялось количество ВВ. Затем математическим путём производился расчёт атмосферных выпадений ВВ на 100 см<sup>3</sup> снега и средних значений за 1 месяц кг/га.

Полученные данные отражены на рисунках 2–4.

Из данных рисунков 2–4 видно, что максимальная концентрация ВВ отмечается в северной, северо-восточной и восточной областях Заводской зоны на расстоянии от 0,2 до 0,7 км от трубы завода. Количество ВВ здесь превышает контрольные показатели в 58–385 раз [6]. Преобладание загрязнения в этих областях можно объяснить особенностями ветрового режима на территории посёлка: преобладающими являются ветры западного и юго-западного направления. Кроме того, загрязнению территории вокруг предприятия способствует высокий процент дней со штилем.

В зоне Жилой застройки количество ВВ в снежном покрове по мере удаления от завода снижается во всех направлениях.

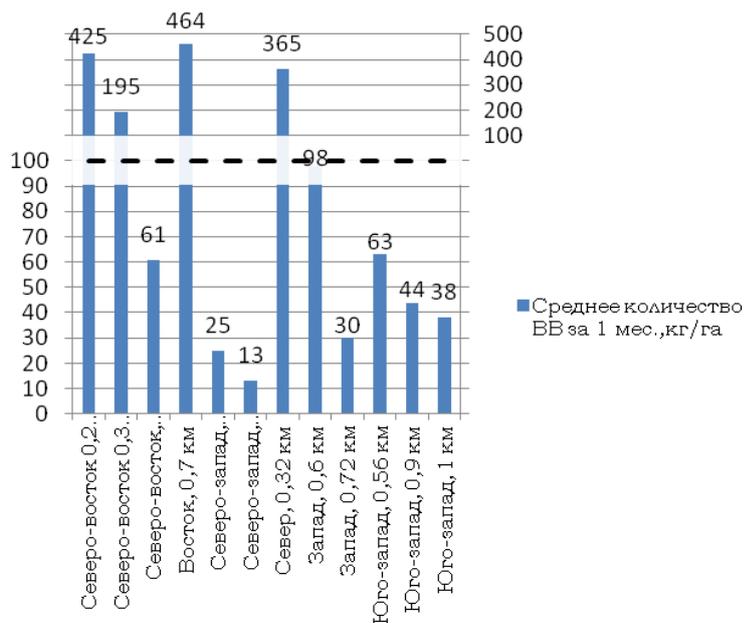


Рис. 2. Содержание ВВ в снежном покрове на территории Заводской зоны

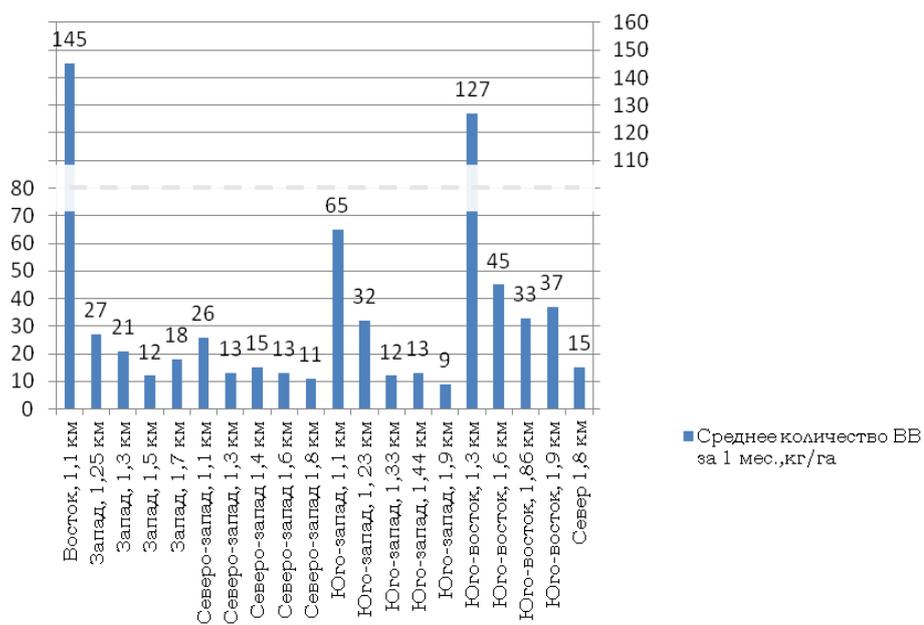


Рис. 3. Содержание ВВ в снежном покрове на территории Жилой застройки

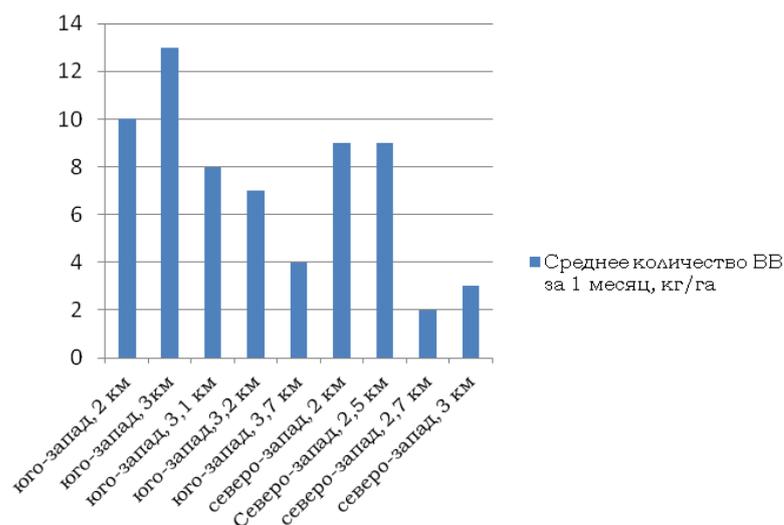


Рис. 4. Содержание ВВ в снежном покрове на территории зоны Приусадебных участков

Максимальная концентрация отмечается на расстоянии 1,1 км от трубы завода в восточном направлении (145 кг/га) и 1,3 км в юго-восточном направлении (127 кг/га). Наиболее благоприятная ситуация складывается в зоне Приусадебных участков на расстоянии более 3 км от заводской трубы: содержание ВВ колеблется от 3 до 13 мг/кг [6].

Среднее содержание ВВ в снежном покрове за 1 месяц (кг/га) на территории обследованных зон и превышение контрольного показателя отражены на рисунке 5.

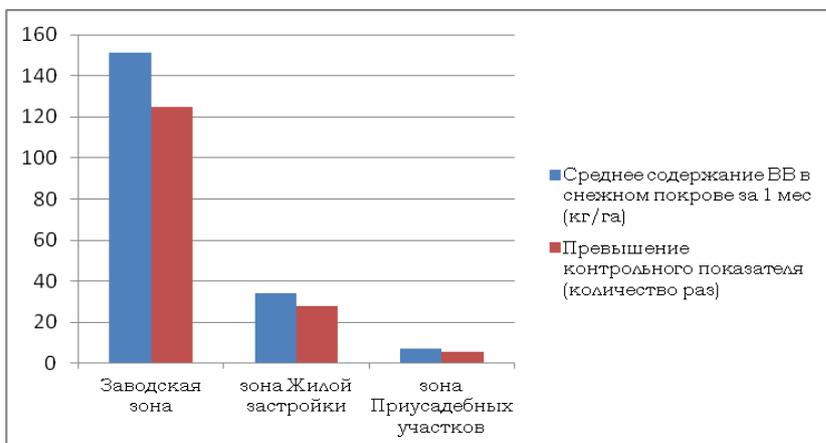


Рис. 5. Среднее содержание ВВ на территории п. Тёплое озеро

На рисунке 5 видно, что в Заводской зоне (до 1 км от источника загрязнения) среднее значение выпадения ВВ составило 151 кг/га в месяц, что превышает контрольный показатель в 125 раз. В зоне Жилой застройки среднее количество ВВ в снежном покрове по сравнению с Заводской зоной снижается в 4,5 раза, хотя остаётся ещё очень высоким — 34 кг/га в месяц (отмечается превышение контрольного показателя в 28 раз). На территории от 2 до 4 км (в зоне Приусадебных участков) среднее количество ВВ составляет 7 кг/га в месяц, что превышает контрольный показатель в 6 раз. Анализ полученных данных свидетельствует о высоком уровне запылённости атмосферного воздуха п. Тёплое озеро.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гражданкин А. И.* Белая книга России: Строительство, перестройка и реформы: 1950 – 2012 гг. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. 560 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Еврейской автономной области в 2014 г. Биробиджан: КПП по ЕАО, 2015. 66 с.
3. *Калыгин В. Г.* Промышленная экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2004. 432 с.
4. *Сыцевич В. С.* Цементный завод как источник загрязнения атмосферы городов // Проблемы геологии и освоения недр. 2010. № 3. С. 756 – 757.
5. *Сычев Е. В.* Использование методики расчета пылевой нагрузки и суммарного показателя загрязнения для оценки состояния рисков загрязнения земельных ресурсов (на примере Первоуральске – Ревдинского промузла) // Студенческий научный форум: III Общероссийская студенческая электронная научная конференция. 15–20 февраля 2011 года. URL: <http://www.rae.ru/forum2011/90/1172>
6. *Турбина Е. С., Комаров В. В.* Оценка пылевого загрязнения территории посёлка Тёплое озеро ЕАО // Архитектура многополярного мира в XXI веке: экология, экономика, геополитика, культура и образование: сборник материалов международной научно-практической конференции. Биробиджан, 8 апреля 2016 г. В 3-х частях. Ч. 1. / под общ. ред. В. Г. Шведова. Биробиджан: ИЦ ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2016. С. 119 – 124.

\* \* \*

**Turbina Elena S.**  
**EVALUATION OF TEPLOOZERSKY CEMENT PLANT**  
**DUST AIR POLLUTION BY SNOW SURVEY**  
(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

The article analyzes the content of suspended solids in the snow cover in areas that are at different distances from Teploozersky cement plant, which was determined by shooting snow in late winter, when the concentration of pollutants in the snow reaches the maximum value. Sampling points were located mainly in the village and around the proposed maximum pollution zone. The place of the pipe arrangement, the escaping gas and dust from the furnace by-products were taken for the source of contamination. It is shown that the plant pollutes the surrounding area at a distance of more than 3 km from its main pipe, with the maximum level of contamination observed in the kilometer zone, depending on the wind conditions. Thus, in the factory area (1 km from the source) the average loss of suspended solids exceeds the benchmark 125 times, and in the area of residential development it exceeds the benchmark

28 times. On the territory of two to four kilometers (in the zone of the smallholdings) the average amount of suspended solids exceeds the benchmark by 6 times. Analysis of the data indicates a high level of air dust in the village of Teploe Ozero (Warm Lake).

**Keywords:** air, suspended solids, snow survey, a cement plant, air pollution.

#### REFERENCES

1. Grazhdankin A. I. *Belaja kniga Rossii: Stroitel'stvo, perestrojka i reformy: 1950 – 2012 gody* (Russian White Paper: Building, restructuring and reform: 1950–2012 years), Moscow, LIBROKOM Publ., 2013. 560 p.
2. A report on the environmental situation in the Jewish Autonomous Region of Birobidzhan in 2014, Birobidzhan, 2015. 66 p. (In Russ.).
3. Kalygin V. G. *Promyshlennaja jekologija* (Industrial Ecology), Textbook for university students, Moscow, Akademija Publ., 2004. 432 p.
4. Sytsevich V. S. Cement plant as a source of urban air pollution. Problems of Geology and Mineral Resources Development [Cementnyj zavod kak istochnik zagryaznenija atmosfery gorodov. Problemy geologii i osvoenija neдр], *Problemy geologii i osvoenija neдр*, 2010, no. 3, pp. 756–757.
5. Sychev E. V. Using the method of calculating the total dust load and contamination indicator for the assessment of land pollution risks (at Pervouralsk – Revda industrial hub as a sample) [Ispol'zovanie metodiki rascheta pylevoj nagruzki i summarnogo pokazatelja zagryaznenija dlja ocenki sostojanija riskov zagryaznenija zemel'nyh resursov (na primere Pervoural'sko-revdinskogo promuzla). *Studencheskiy nauchnyj forum: III Obshcherossiyskaya studencheskaya elektronnaya nauchnaya konferentsiya. 15 – 20 fevralya 2011 goda.* (Student Science Forum: III All-Russian student's electronic scientific conference. 15 – 20 February 2011). Available at: <http://www.rae.ru/forum2011/90/1172>
6. Architecture of a multipolar world in the XXI century: ecology, economy, geopolitics, culture and education. Turbina E. S., Komarov V. V. evaluation of dust contamination of the village Teploe Ozero, JAR [Arhitektura mnogopoljarnogo mira v XXI veke: jekologija, jekonomika, geopolitika, kul'tura i obrazovanie. Turbina E. S., Komarov V. V. ocenka pylevogo zagryaznenija territorii poselka Teploe Ozero, EAO]. E. S. Turbina, V. V. Komarov – International scientific-practical conference, Birobidzhan, April 8, 2016. pp. 119-124.
7. Turbina E. S., Komarov V. V. Evaluation of dust contamination of the village of Warm Lake Jewish Autonomous Region [Otsenka pylevogo zagryaznenija territorii poselka Teploe ozero EAO]. *Arhitektura mnogopoljarnogo mira v XXI veke: ekologiya, ekonomika, geopolitika, kul'tura i obrazovanie* (Architecture of a multipolar world in the XXI century: ecology, economy, geopolitics, culture and education), collection of materials of the international scientific-practical conference. In 3 vol., vol. 1., Birobidzhan, PGU im. Sholom-Aleykhema Publ., 2016, pp. 119–124.

\* \* \*