

УДК 504.03:504.05

**В. Н. Азаров, Т. В. Донцова**

## **О БАЛАНСАХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ**

Волгоградская область относится к зоне с повышенным потенциалом загрязнения атмосферы. Источником загрязнений являются городские поселения и промышленность в них, поэтому крупный промышленный город Волгоград представляет большой интерес для изучения. В рамках принципиально нового подхода к градостроительству, ориентированному на создание биосферосовместимых поселений, приведена оценка межрайонного переноса загрязняющих веществ в городе Волгограде за 2010 и 2011 гг.

**Ключевые слова:** концепция биосферной совместимости, воздушная среда, межрайонный перенос загрязняющих веществ, изъятие кислорода, роза ветров.

Volgograd Oblast is an area with a high potential of atmospheric pollution. Living areas and industrial activities are sources of the pollution, that is why the large industrial city of Volgograd is of great interest to study. Within the frameworks of a new approach in urban development, focused on the creation of biosphere compatible settlements, an estimate of inter-district transfer of pollutants in Volgograd over the period of 2010—2011 is presented.

**Key words:** concept of biosphere compatibility, air environment, inter-district transfer of pollutants, removal of oxygen, wind rose.

На сегодняшний день в условиях высоких показателей заболеваемости и смертности российского этноса, физического и морального старения оборудования российских предприятий, расширения масштабов технологических и природных катастроф необходима новая стратегия развития людей, технологий и биосферы регионов. Основой прогрессивных изменений в рамках концепции биосферной совместимости могут послужить тройственные балансы населения, мест удовлетворения потребностей населения и потенциала биосферы. Именно в крупных городах находится источник деградации биосферы, здесь же наиболее сильно проявляется следствие — деградация людей. Поэтому начинать выправлять ситуацию надо с городов. Город должен быть посвящен развитию человека через симбиоз с биосферой и в таком качестве выполнять затем прикладные функции — столичные, промышленные, торговые, образовательные и культурные, военные, курортные, сельскохозяйственные и т. п. [1].

Для разработки балансов необходимо определить рациональные критерии и стандартные функции, касающиеся землепользования, водоснабжения и водоотведения, энергетики, а также воздушного бассейна. Для каждого фактора последовательно рассмотреть все этапы его использования от изъятия из биосферы до образования отходов и их переработки. Воздушная среда из всех элементов, составляющих среду обитания и деятельности человека, является важнейшей. Подходить к изучению балансов воздушного бассейна нужно не только с целью ограничения загрязнений, но, главным образом, и с целью лимитирования объема изъятия кислорода для сжигания органического топлива из-за возрастающего парникового эффекта. На сегодняшний день основной подход к нормированию воздуха основан на принципе нахождения максимально возможной концентрации вредных веществ в атмосфере, основанный на исследованиях российского ученого М. Е. Берлянда, при ко-

тором не учитывается максимально возможный уровень поступления загрязняющих веществ в каждый из районов города. Впоследствии для нового подхода необходимо установить минимальные критерии загрязнения и изъятия кислорода с переводом их на уровень, обеспечивающий прогрессивное и гармоничное развитие регионов. Поэтому в настоящий момент ведется работа над данной проблемой, а, в частности, на примере крупного промышленного города Волгограда разрабатывается методика реализации поставленных задач по созданию биосферосовместимых поселений.

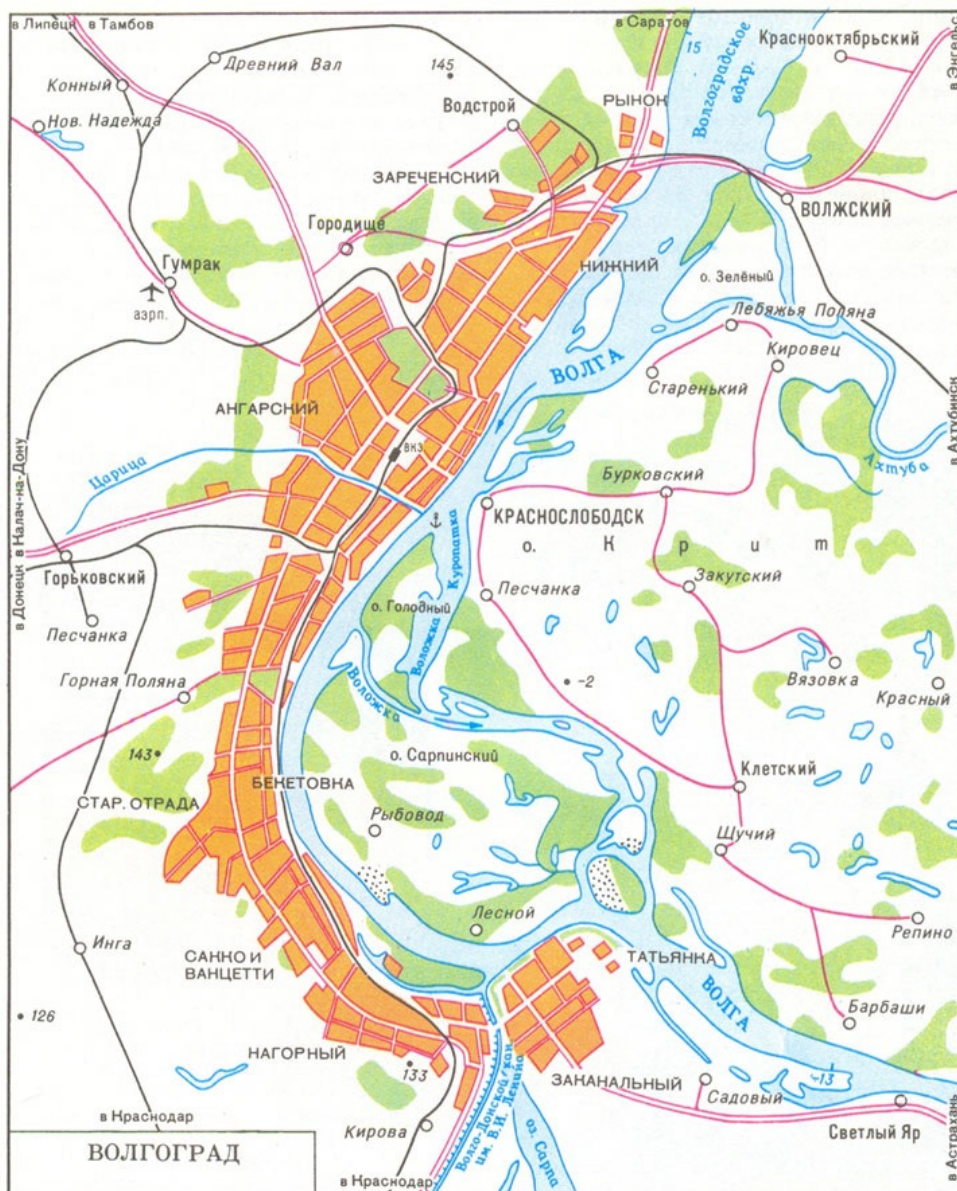


Рис. 1. Обзорная карта города Волгограда

Волгоградская область представляет большой интерес для изучения, так как по значениям климатических параметров, определяющих перенос и рассеивание примесей, поступающих в воздушный бассейн с выбросами от предприятий и автотранспорта, относится к зоне с повышенным потенциалом загрязнения атмосферы. На сегодняшний день город Волгоград и его спутник Волжский внесены в государственный перечень городов России с самым грязным атмосферным воздухом. Протяженность Волгограда 90 км вдоль берега Волги, площадь — 56,5 тыс. гектаров (рис. 1). Город делится на 8 административных районов: Тракторозаводский, Краснооктябрьский, Центральный, Дзержинский, Ворошиловский, Советский, Кировский, Красноармейский. Климат Волгограда континентальный. Основные климатические особенности формируются под воздействием Азиатского материка, переохлажденного зимой и перегретого летом, а также под смягчающим влиянием западного переноса воздушных масс. Граничащие районы области с Волгоградом — Городищенский, Светлоярский и Среднеахтубинский. К северу-востоку от Волгограда на плоской Прикаспийской низменности расположен второй по величине город — Волжский. Благодаря своему выгодному транспортно-географическому положению и высокому промышленному потенциалу, Волгоград выполняет важные стратегические функции в социально-экономическом развитии юга России. На долю промышленности города приходится около 11 % объема промышленного производства Южного федерального округа и 46 % объема промышленного производства Волгоградской области. В промышленном секторе экономики задействовано более трети экономически активного населения города. Среди объектов промышленности наибольшими выбросами характеризуются металлургия, химическая и топливная промышленность [2].

Для определения межрайонного переноса загрязняющих веществ необходимо учитывать следующие аспекты: гидротермодинамика атмосферы, а, в частности, режим ветра, рельеф местности, источники загрязнения, масса выбросов в атмосферу, рассеивание и оседание вредных выбросов.

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха — транспорт и промышленность. На промышленные предприятия региона приходится до 83 % от общего количества выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Изменение годовых выбросов от предприятий в 2010 и 2011 гг. составило менее 10 %. Масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от основных промышленных источников приведена в табл. 1 [3, 4].

Также загрязнению атмосферного воздуха в Волгограде и Волжском способствует имеющаяся транспортная инфраструктура. По данным управления Росприроднадзора по Волгоградской области выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта из года в год значительно увеличиваются: в 2010 г. выброшено 236,6 тыс. т, в 2011 г. — 248,4 тыс. т, в 2012 г. — 255,1 тыс. т. С учетом ежегодного увеличения количества автотранспорта на территории области количество выбросов также будет увеличиваться.

Для решения поставленной задачи определения переноса вредных веществ учитывались выбросы от транспорта в каждом районе города, в связи с этим применялись следующие данные:

1) количество зарегистрированного транспорта по районам г. Волгограда по сведениям аналитического обзора состояния аварийности и результатов работы подразделений Госавтоинспекции по г. Волгограду;

- 2) величины удельных выбросов загрязняющих веществ на 1 км пробега;  
3) значения среднегодового пробега АТС.

По проведенным расчетам в городе Волгограде и прилегающих территориях за 2010—2011 гг. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта составили 45 тыс. т.

Таблица 1

*Масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от основных промышленных предприятий города Волгограда и прилегающих территорий*

Наименование предприятий	Масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за 2010 г., т/год			Масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за 2011 г., т/год		
	Твердые	Газообразные и жидкие	Всего	Твердые	Газообразные и жидкие	Всего
<b>г. Волгоград</b>						
Волгоградская ГРЭС	0,4	967,3	967,7	0,4	1062,5	1062,9
Волгоградская ТЭЦ-2	6,3	2832,6	2838,9	3,6	3158,7	3162,3
Волгоградский филиал ООО «Омсктехуглерод»	96,8	607,4	704,2	86,4	663,5	749,9
ОАО «СУАЛ» филиал «ВгАЗ-СУАЛ»	2126	16820,9	18946,5	2159,3	18244,4	20403,7
ВОАО «Химпром»	2107	3980,4	6087,6	1967,4	2822,9	4790,3
ОАО «Волгограднефтемаш»	34,2	323,7	357,9	32,3	281,2	313,5
ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»	78,3	14119,9	14198,2	65,1	13406,2	13471,3
ОАО «Каустик»	19,5	737,7	757,2	19,4	757,4	776,8
ЗАО Волгоградский металлургический завод «Красный Октябрь»	596,7	1840,1	2436,8	689,5	2450,2	3139,7
<b>г. Волжский</b>						
Волжская ТЭЦ	32,4	2627,3	2659,7	32,9	2859,9	2892,8
Волжская ТЭЦ-2	0,5	2780,6	2781,1	2	3157,1	3159,1
ОАО «ВАТИ»	18,3	1217,4	1235,7	14,2	1153,2	1167,4
ОАО «Волтайр-Пром»	16,6	574,8	591,4	18,2	582,3	600,5
ОАО «Волжский подшипниковый завод»	24,9	57,3	82,2	24,9	57,3	82,2
ОАО «Волжский абразивный завод»	729,3	35841,8	36571,1	649,7	36418,5	37068,2
ОАО «ЭКТОС-Волга»	37,5	205,8	243,3	61,8	303,1	364,9
ОАО «Волжский Оргсинтез»	51,2	3602,9	3654,1	49	3393,3	3442,3
ОАО «Волжский трубный завод»	598,5	2421,2	3019,7	605,7	2692,3	3298
<b>Городищенский район</b>						
Городищенское ЛПУМГ	8,5	1931,5	1940	5,6	695,4	701,1

Изучение климатических параметров проводилось по официальным данным Gismeteo [5]. Направление ветра существенно менялось при сравнении по годам. Так, преобладающий ветер в городе в 2010 г. — восточный, а в 2011 г. — западный. Для наглядности были составлены розы ветров за 2010 и 2011 гг. (рис. 2, 3).

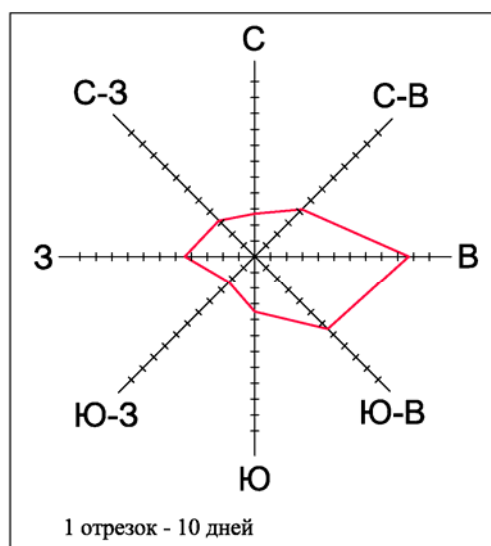


Рис. 2. Роза ветров города Волгограда за 2010 г.

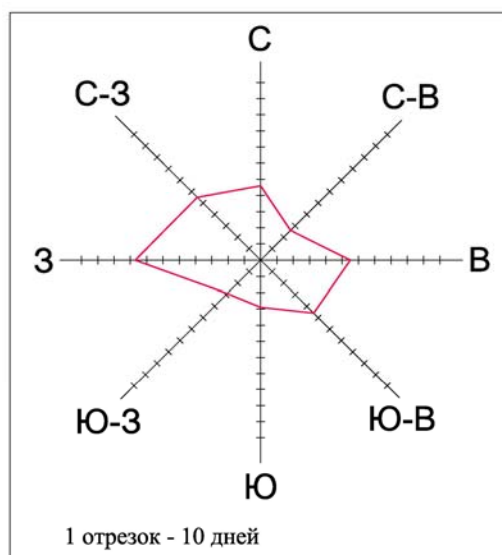


Рис. 3. Роза ветров города Волгограда за 2011 г.

Для определения взаимовлияния воздушных потоков районов города Волгограда и прилегающих к нему областей была составлена универсальная таблица (табл. 2).

Таблица 2

Таблица взаимовлияния районов города и прилегающих к нему территорий  
в зависимости от направления ветра

Загрязняемые районы (i-районы)	Загрязняющие районы (j-районы)											
	Красноармейский	Кировский	Советский	Ворошиловский	Дзержинский	Центральный	Краснооктябрьский	Тракторозаводский	Среднеахтубинский	Волжский	Городищенский	Светлоярский
Красноармейский	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С-З	С-З	С-З	С-С-З, С	С-СЗ, С	С-С-З, С	С-С-З, С	З, С-З, С, С-В	С-С-В	С-З, С	В, Ю-В, Ю, Ю-З, З
Кировский	Ю-В	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С	С	С	С	С-С-В	С-С-В	С, С-В, В	С-В	С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З, З
Советский	Ю-В	Ю	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С-С-В	С	С-С-В	С-С-В	С-С-В	С-В, В	С-В	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З
Ворошиловский	Ю-В	Ю	Ю-Ю-З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С	С-С-В	С-С-В	С-С-В	С-В, В, Ю-В	С-В	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З
Дзержинский	Ю-Ю-В, Ю	Ю	Ю	Ю	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	Ю-Ю-В	В	В-С-В	С-В, В, Ю-В	В-С-В	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З
Центральный	Ю-Ю-В, Ю	Ю	Ю-Ю-З	Ю-Ю-З	С-С-З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С-С-В	С-С-В	С-В, В, Ю-В	В-С-В	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З

Загрязняемые районы (i-районы)	Загрязняющие районы (j-районы)											
	Красноармейский	Кировский	Советский	Ворошиловский	Дзержинский	Центральный	Краснооктябрьский	Тракторозаводский	Среднеахтубинский	Волжский	Городищенский	Светлоярский
Краснооктябрьский	Ю-Ю-В, Ю	Ю-Ю-З	Ю-Ю-З	Ю-Ю-З	З	Ю-Ю-З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С-С-В	С-В, В, Ю-В, Ю	В	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З
Тракторозаводский	Ю-Ю-В, Ю	Ю-Ю-З	Ю-Ю-З	Ю-Ю-З	З-Ю-З	Ю-Ю-З	Ю-Ю-З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С-В, В, Ю-В, Ю	В	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З
Среднеахтубинский	В, Ю-В, Ю, Ю-З	Ю, Ю-З, З	Ю-З, З	Ю-З, З, С-З	Ю-З, З, С-З	Ю-З, З, С-З	Ю-З, З, С-З, С	Ю-З, З, С-З, С	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	Ю-З, З, С-З, С	Ю-В, Ю, Ю-З
Волжский	Ю-Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	З-Ю-З	З-Ю-З	З	З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	Ю-З, З, С-З	Ю, Ю-З
Городищенский	Ю-В, Ю	Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В, Ю	С-В, В, Ю-В	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З	Ю-В, Ю
Светлоярский	З, С-З, С, С-В, В	С-З, С, С-В, В	С-З, С, С-В	С-З, С, С-В	С-З, С, С-В	С-З, С, С-В	С-З, С, С-В	С-З, С, С-В	С-З, С, С-В	С, С-В	С-З, С	С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З

На основании универсальной таблицы были проанализированы климатические параметры за 2010 и 2011 гг. и составлены матрицы взаимовлияния районов города и прилегающих к нему территорий, где каждая ячейка матрицы показывает вероятность максимального поступления выброса из  $j$ -го района в  $i$ -й район (рис. 4, 5).

$B_{2010} =$

1.00	0.09	0.09	0.09	0.16	0.16	0.16	0.16	0.40	0.10	0.16	0.63
0.18	1.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10	0.45	0.12	0.16	0.46
0.18	0.10	1.00	0.10	0.07	0.10	0.10	0.10	0.38	0.12	0.35	0.34
0.18	0.10	0.08	1.00	0.07	0.10	0.10	0.10	0.56	0.12	0.35	0.34
0.23	0.10	0.10	0.10	1.00	0.14	0.27	0.19	0.56	0.19	0.35	0.34
0.23	0.10	0.08	0.08	0.08	1.00	0.10	0.10	0.56	0.19	0.35	0.34
0.23	0.08	0.08	0.08	0.12	0.08	1.00	0.10	0.65	0.27	0.35	0.34
0.23	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	1.00	0.65	0.27	0.35	0.34
0.60	0.28	0.18	0.27	0.27	0.27	0.35	0.35	1.00	1.00	0.35	0.34
0.08	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.12	0.12	1.00	1.00	0.27	0.16
0.27	0.27	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.56	1.00	0.27
0.66	0.54	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.19	0.16	1.00

Рис. 4. Матрица взаимовлияния районов города и прилегающих к нему территорий за 2010 г.

$B_{2011} =$

1.00	0.15	0.15	0.15	0.27	0.27	0.27	0.27	0.56	0.10	0.28	0.65
0.13	1.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.10	0.10	0.35	0.07	0.28	0.50
0.13	0.08	1.00	0.10	0.13	0.10	0.10	0.10	0.22	0.07	0.57	0.29
0.13	0.08	0.08	1.00	0.13	0.10	0.10	0.10	0.35	0.07	0.57	0.29
0.18	0.08	0.08	0.08	1.00	0.10	0.15	0.11	0.35	0.11	0.57	0.29
0.18	0.08	0.08	0.08	0.14	1.00	0.10	0.10	0.35	0.11	0.57	0.29
0.18	0.08	0.08	0.08	0.21	0.08	1.00	0.10	0.43	0.15	0.57	0.29
0.18	0.08	0.08	0.08	0.15	0.08	0.08	1.00	0.43	0.15	0.57	0.29
0.44	0.37	0.29	0.44	0.44	0.44	0.57	0.57	1.00	1.00	0.57	0.29
0.08	0.08	0.08	0.08	0.15	0.15	0.21	0.21	1.00	1.00	0.44	0.16
0.21	0.21	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.35	1.00	0.21
0.71	0.50	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.20	0.28	1.00

Рис. 5. Матрица взаимовлияния районов города и прилегающих к нему территорий за 2011 г.

Произведение матрицы взаимовлияния районов города и прилегающих к нему территорий на вектор вредных веществ от источников загрязнения покажет межрайонный перенос вредных веществ [6]:

$$\bar{G}_{\text{поступ}} = \bar{B} \bar{G}_{\text{выбр}}, \tag{1}$$

где  $\bar{G}_{\text{поступ}}$  — вектор межрайонного переноса вредных веществ  $\bar{G}_{\text{поступ}} = (g)_{i=1}^{12}$ ;  $\bar{B}$  — матрица взаимовлияния районов города и прилегающих



к нему территорий (доля дней в год);  $\bar{G}_{\text{выбр}}$  — вектор вредных веществ от стационарных (промышленных) и передвижных (автотранспорт) источников (т/год).  $\bar{G}_{\text{выбр}} = (g)_{i=1}^{12}$ .

Результаты расчета поступления вредных веществ в каждый район за 2010, 2011 гг. представлены в табл. 3.

Таблица 3

*Поступление вредных веществ в район*

Район	Поступление вредных веществ, т/год	
	2010 г.	2011 г.
Красноармейский	33 328,91	38 162,92
Кировский	22 248,27	18 604,74
Советский	17 808,75	14 513,84
Ворошиловский	17 885,26	14 557,17
Дзержинский	27 041,92	19 545,23
Центральный	24 302,09	19 230,66
Краснооктябрьский	28 304,25	22 276,27
Тракторозаводский	43 306,70	37 746,48
Среднеахтубинский	80 753,49	87103,14
Волжский	60 518,64	64 877,86
Городищенский	64 493,90	43 144,39
Светлоярский	39 653,40	43 714,46

Таким образом, за 2010 и 2011 гг. максимальное поступление вредных веществ приходится на Среднеахтубинский район Волгоградской области, минимальное — на Советский район города Волгограда. Перенос загрязняющих веществ в Городищенский район за 2011 г. уменьшился на 33 % по сравнению с 2010 г., в Дзержинский на 28 %, в Тракторозаводский на 13 %. При этом увеличилось поступление вредных веществ в Красноармейский район на 14 %, в Светлоярский на 10 %, в Среднеахтубинский на 8 % [2].

Если учитывать поступление загрязнений в город только из граничащих с ним районов области и наоборот, то можно оценить баланс переноса вредных веществ, который представлен в табл. 4 и на рис. 6.

Таблица 4

*Поступление вредных веществ в город из прилегающих к нему территорий*

Территория	Поступление вредных веществ, т/год	
	2010 г.	2011 г.
г. Волгоград	214 266,15	184 637,31
Граничащие районы области с г. Волгоградом	245 419,44	238 839,85

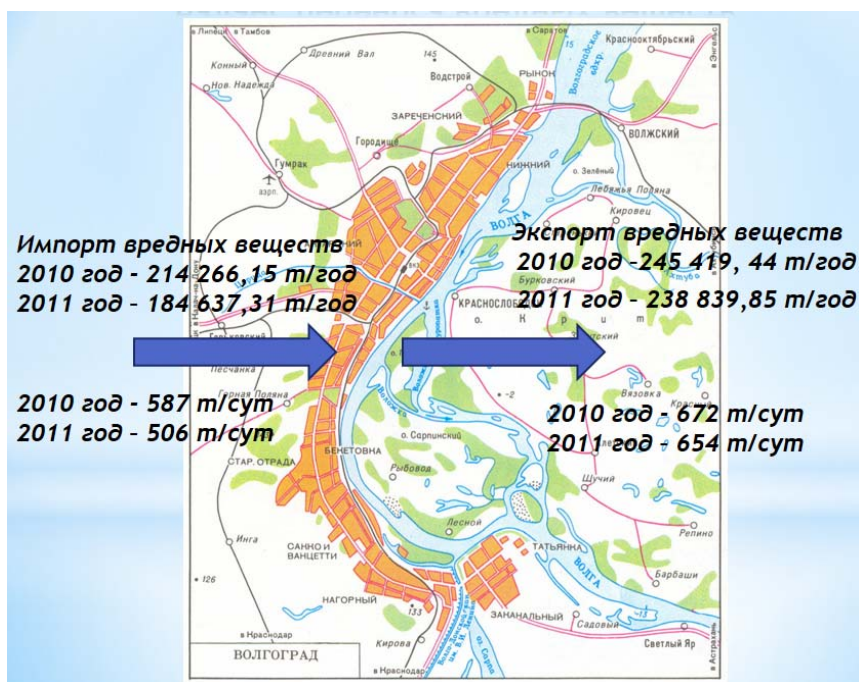


Рис. 6. Баланс переноса вредных веществ за 2010 и 2011 гг.

Таким образом, для разработки методики перехода сегодняшнего города к биосферосовместимому необходимо проследить динамику межрайонного переноса как одного из элементов ресурсной части баланса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильичев В. А. Биосферная совместимость : технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 240 с.
2. Донцова Т. В. Оценка межрайонного переноса загрязняющих веществ в крупном промышленном городе Волгограде // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 2. С. 101—108.
3. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2010 году» / ред. колл. : О. В. Горелов и др.; Комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Волгоградской области. Волгоград : «СМОТРИ», 2011. 352 с.
4. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2011 году» / ред. колл. : П. В. Вергун и др.; Комитет охраны окружающей среды и природопользования Волгоградской области. Волгоград : «СМОТРИ», 2012. 352 с.
5. Прогноз погоды: сайт Gismeteo URL: <http://www.gismeteo.ru/> (дата обращения : 15.07.2013)
6. Ильичев В. А., Азаров В. Н., Донцова Т. В. Изъятие кислорода из биосферы как внешнее направление деятельности города // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 1. С. 20—29.

1. Il'ichev V. A. Biosfer'naya sovmestimost' : tekhnologii vnedreniya innovatsiy. Goroda, razvivayushchie cheloveka. M. : Knizhnyy dom «LIBROKOM», 2011. 240 s.
2. Dontsova T. V. Otsenka mezhrayonnogo perenosa zagryaznyayushchikh veshchestv v krupnom promyshlennom gorode Volgograde // Biosfer'naya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii. 2013. № 2. S. 101—108.
3. Doklad «O sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2010 godu» / red. koll. : O. V. Gorelov i dr.; Komitet prirodnykh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Administratsii Volgogradskoy oblasti. Volgograd : «SMOTRI», 2011. 352 s.

4. Doklad «O sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2011 godu» / red. koll. : P. V. Vergun i dr.; Komitet okhrany okruzhayushchey sredy i prirodopol'zovaniya Volgogradskoy oblasti. Volgograd : «SMOTRI», 2012. 352 s.

5. Prognoz pogody: sayt Gismeteo URL: <http://www.gismeteo.ru/> (data obrashcheniya : 15.07.2013)

6. *Il'ichev V. A., Azarov V. N., Dontsova T. V.* Iz'yatie kisloroda iz biosfery kak vneshnee napravlenie deyatel'nosti goroda // Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii. 2013. № 1. S. 20—29.

© Азаров В. Н., Донцова Т. В., 2014

*Поступила в редакцию  
в сентябре 2013 г.*

*Ссылка для цитирования:*

*Азаров В. Н., Донцова Т. В.* О балансах вредных веществ в атмосфере крупных городов // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2014. Вып. 1(31). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/AzarovDontsova-2014\\_1\(31\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/AzarovDontsova-2014_1(31).pdf)