

УДК 504.05: 504.064

DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-9-53-66

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**COMPARATIVE ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF AIR OF SOME  
RUSSIAN FEDERATION'S FEDERAL DISTRICTS**

*А. П. Щербатюк, Забайкальский государственный университет,  
г. Чита  
andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru*

*A. Scherbatyuk, Transbaikal State University, Chita*



Для изучения влияния географических и технопричин на формирование чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха федеральных округов РФ определены модельный регион – Забайкальский край и его столица – г. Чита. Сделан анализ данных о среднегодовых и максимальных концентрациях, превышениях ПДК по трем городам и 33 муниципальным районам за 2013–2015 гг. Осуществлены: 1) оценка демографической нагрузки и экологической безопасности воздушной среды г. Чита на различных высотных отметках; 2) оценка экологической безопасности воздушной среды Забайкальского края; 3) сравнительная оценка экологической безопасности воздушной среды федеральных округов РФ. В целях реализации комплексного медико-биологического исследования проведен анализ данных о среднегодовых и максимальных концентрациях, превышениях токсичных и вредных веществ в воздушной среде. Результаты исследования уровня загрязнения атмосферного воздуха трёх городов (из Приоритетного списка), расположенных в различных географических широтах России, показали, что на образование чрезвычайно высоких приземных концентраций токсичных, вредных веществ и аэрозольных частиц оказывают влияние синергетические процессы, протекающие в городах котловинного типа, обусловленные влиянием природных и антропогенных факторов. Приведены конкретные данные по уровню загрязнения воздуха в различных городах Забайкальского края. Представлена оценка влияния антропогенных факторов по административным районам г. Чита. Осуществлен расчёт суммарного среднего балла индикатора с учётом средней продолжительности жизни населения, а также сформирован рейтинг федеральных округов по экологической безопасности воздушной среды. Выявлены преимущества проведения сравнительной оценки экологической безопасности воздушной среды федеральных округов РФ

**Ключевые слова:** *сравнительная оценка; федеральные округа; внутриконтинентальные межгорные котловины; атмосферный воздух; природные и антропогенные факторы; экологическая безопасность; воздушная среда; синергетические процессы; котловинный тип; природные и антропогенные факторы*

To study the influence of geographic and technological causes on the formation of extremely high local pollution of atmospheric air in the federal districts of the Russian Federation, a model region is identified – the Transbaikal region and its capital – Chita. The analysis of data on average annual and maximum concentrations, excess of MPC for 3 cities and 33 municipal areas for 2013-2015 is made. The following steps are carried out: 1) estimation of the demographic load and ecological safety of the air in the city of Chita at various elevations; 2) estimation of environmental safety in of the Transbaikal region; 3) comparative estimation of environmental safety of the air of some federal districts of the Russian Federation. In order to implement a comprehensive medical and biological study, data are analyzed on average annual and maximum concentrations, excess of toxic and harmful substances in the air. The results of studies of the level of atmospheric air pollution in three cities located in different geographical latitudes of Russia from the Priority List have shown that the formation of extremely high ground concentrations of toxic, harmful substances and aerosol particles is influenced by synergetic processes occurring in

hollow-type cities under the influence of natural and anthropogenic factors. Specific data on the level of air pollution in various cities of Transbaikal region are given. An estimation of the impact of anthropogenic factors on the administrative districts of Chita is presented. The calculation of total, average score of the indicator is carried out, taking into account the average life expectancy of the population, besides, a rating for environmental safety of the air is formed. The advantages of comparative estimation usage of environmental safety of the air of the Russian Federation's federal districts are revealed

*Key words:* comparative estimation; federal districts; intercontinental inter-mountain hollows; atmospheric air, natural and anthropogenic factors; environmental safety; air environment; synergetic processes; hollow type; natural and anthropogenic factors

---

**В**ведение. Системные связи, возникающие между природной и технической подсистемами урбанизированных территорий различного иерархического уровня Российской Федерации (федерального, регионального, муниципального), в процессе взаимодействия сопровождаются антропогенными трансформациями воздушных ресурсов, изменениями условий экологической безопасности воздушной среды городов, снижением защищенности человека от их воздействия.

Города в силу специфических свойств – это высокоурбанизированная среда, где размещаются промышленные предприятия и имеется развитая транспортная магистраль, которые являются безальтернативными двигателями научно-технического прогресса [1]. Оценка и прогнозирование возникновения и проявления чрезвычайно локального загрязнения воздуха в окрестностях автомагистралей пятью приоритетными веществами, включая бенз(а)пирен, основаны на системной совокупности взаимосвязанных геофизических, экологических, технических и социально-экономических факторов [3].

К приоритетным загрязнителям, токсичным и вредным веществам (ТВ и ВВ), относятся вещества, представляющие опасность для здоровья человека, имеющие широкую распространенность в окружающей среде, воздействующие на атмосферный воздух и экосистему города в целом, характеризующиеся высокой стойкостью, способностью к биоаккумуляции и миграции в различных средах [1; 5].

Следует отметить, что котловинный фактор территориальной организации спо-

собствует удобному сосредоточенному расселению населения и формированию узлов опорного каркаса исследуемых территорий. Поэтому опорный каркас – это весомый результат процесса концентрации субъектов иерархии административного районирования территории страны, приобретающей особо важное значение в эпоху мобильного развития современной индустриальной среды, усиленной географической спецификой [2; 4; 5]. Изучение опорного каркаса, взятого за основу модельного региона и города, позволяет производить оценку и прогнозирование чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха природно-технических систем в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин [7].

*Объект и методы исследования.* Объект исследования – загрязнение токсичными и вредными веществами (ТВ и ВВ) атмосферного воздуха регионов РФ.

Задача исследования – сравнительная оценка экологической безопасности воздушной среды федеральных округов РФ.

Экологическая оценка чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха основана на традиционных, усовершенствованных и новых методах, разработанных автором [9; 10].

Природные и антропогенные факторы анализировались с использованием как классических методов исследований (сравнительно-географический, картографический, исторический, географическое районирование), так и методов дистанционных наблюдений (инновационные космические технологии геоинформационных интернет-ресурсов: интерактивная карта

Росси с высотами, видеопаспартизация и электронный атлас автомобильных дорог, системы подспутникового позиционирования GPS). Для оценки среднемноголетнего режима климатических особенностей котловин взяты данные из справочников по климату СССР.

В работе использованы статистические данные из следующих официальных источников: Федеральной службы государственной статистики России, ЗАО «Региональный информационный центр» России, официальных сайтов субъектов Федеральных округов и их муниципальных образований, ежегодных государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», ежегодных сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России», географического, демографического и эколого-географического прогноза и др.

*Результаты исследований и их обсуждение.* Для комплексных экологических исследований модельного объекта регионального уровня принят Забайкальский край – территория своеобразных ландшафтов, в которой впадины занимают не менее 30 % ее площади, а территория характеризуется среднегорным, а местами и высокогорным рельефом [6].

В состав Забайкальского края входят 33 муниципальных района, 10 городов, 41 поселок городского типа, 750 сельских населенных пунктов, Агинский Бурятский округ.

Для комплексных медико-биологических исследований проводился анализ данных о среднегодовых и максимальных концентрациях, превышениях ПДК следующих веществ: взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, сажа, формальдегид, бенз(а)пирен по трем городам (Чита, Петровск-Забайкальский, Краснокаменск) и 33 муниципальным районам за период 2013-2015 гг.

Максимальные концентрации двух (г. Краснокаменск, Петровск-Забайкальский) и восьми (г. Чита) загрязняющих веществ превысили 1 ПДК. В г. Чита и

Петровск-Забайкальский максимальные из среднемесячной концентрации бенз(а)пирена превысили 10 ПДК, причем в Чите концентрация бенз(а)пирена за январь 2015 г. составила 61 ПДК.

Оценка степени загрязнения атмосферы городов на территории края показала, что наиболее загрязненными являются г. Чита и Петровск-Забайкальский, входящие в Приоритетный список и имеющие очень высокий (IV) уровень загрязнения воздуха. Краснокаменск имеет низкий (I) уровень загрязнения атмосферы. По данным стационарных наблюдений, на территории Забайкальского края в 2015 г. отмечено семь случаев ЭВЗ атмосферного воздуха по содержанию бенз(а)пирена.

Объект исследований муниципального уровня – Читино-Ингодинская котловина г. Чита. Схема Читино-Ингодинской котловины; роза ветров; продолжительность сезонов года представлены на рис. 1.

Наивысшая отметка рельефа в черте города – 1039 м, наименьшая – 632 м. В черте города расположена гора Титовская сопка (780 м). Ингодинская впадина имеет общую протяжённость более 260 км. Ширина впадины колеблется от 2...4 до 25 км [4].

Оценка влияния рельефа местности на качество атмосферного воздуха представлена на рис. 2.

Резко проявляется воздействие котловин в период антициклонов: зимой холодный малоподвижный воздух заполняет котловины, поэтому в нижних точках холоднее, чем в горах (инверсия температуры воздуха). Вследствие этого в Чите преобладают сильно и жесткоморозные погоды без ветра с суточными температурами  $-22,50...-42,4$  °С. Средняя годовая температура воздуха на территории города отрицательная ( $-0,7...-3,3$  °С). Продолжительность зимнего периода составляет 183 дня [9].

В пределах Читино-Ингодинской котловины проявляются высотная и приземная атмосферная циркуляции. Высотная – представлена западным переносом воздуха на высоте 3...5 км от земной поверхности. Способность атмосферы к рассеиванию вы-

бросов автотранспорта, промышленных и коммунальных предприятий на территории Забайкальского края меньше на 25...55 %,

при прочих равных условиях, чем в других регионах России [10].

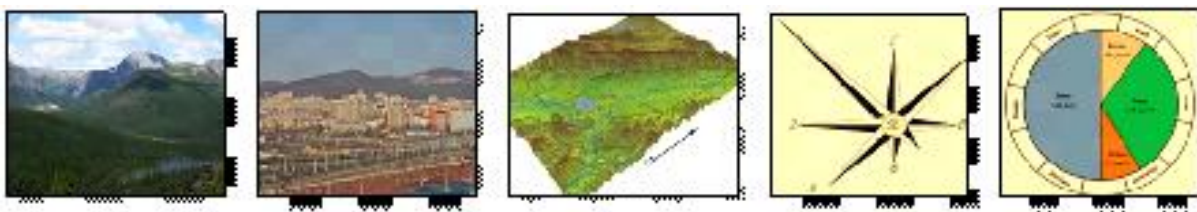


Рис. 1. Схема Читино-Ингодинской котловины; роза ветров (1 мм на векторе – 1 % повторяемости; 56 – количество дней со штилем); продолжительность сезонов года / Fig. 1. The scheme of the Chitino-Ingodinsky hollow; wind rose (1 mm on the vector – 1 % of repeatability, 56 – number of days with a calm); duration of the seasons

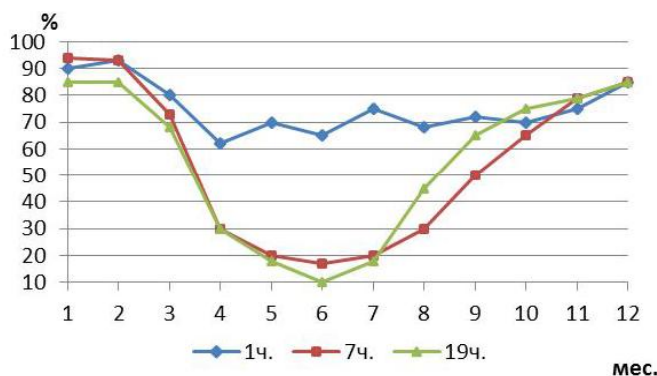


Рис. 2. Оценка влияния рельефа местности на качество атмосферного воздуха: годовой ход повторяемости приземных инверсий / Fig. 2. Estimation of the terrain relief influence on the quality of atmospheric air: annual variation of surface inversions

Оценка демографической нагрузки и экологической безопасности воздушной среды г. Чита на различных высотных отметках представлена на рис. 3. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Чита, согласно данным мониторинга, оценивается как «очень высокий» и «чрезвычайно высокий».

По качеству атмосферного воздуха наиболее сложные (проблемные) участки в Чите охватывают всю западную и юго-западную части города (Железнодорожный и Ингодинский районы). Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в г. Чита, не соответствующими санитарно-гигиеническим нормативам, являются следующие вещества исследованных проб: бенз(а)пирен (100 %); формальдегид (100 %); взвешенные вещества (100 %);

диоксид азота (41,67 %); фенол (100 %), которые являются основными составляющими ТВ и ВВ в выбросах автотранспортного комплекса.

Следует отметить превышение ПДК по содержанию в воздухе бенз(а)пирена в среднем за год в 17,94 раза, формальдегида – в 4,82 раза, диоксида азота – в 1,3 раза, фенола – в 8,33 раза, взвешенных веществ в 16,6 раза. Наибольшее значение ИЗА<sub>5</sub> отмечалось в Железнодорожном районе (станция наблюдения № 5) и составило 160. Высоким (99,1) зафиксирован ИЗА<sub>5</sub> в месте пересечения улиц Набережной и Комсомольской (станция № 3). Чита относится к числу городов, наиболее загрязненных бенз(а)пиреном, который является веществом I класса опасности и имеет ПДК (среднесуточную), равную 1 мг/м<sup>3</sup> [9].

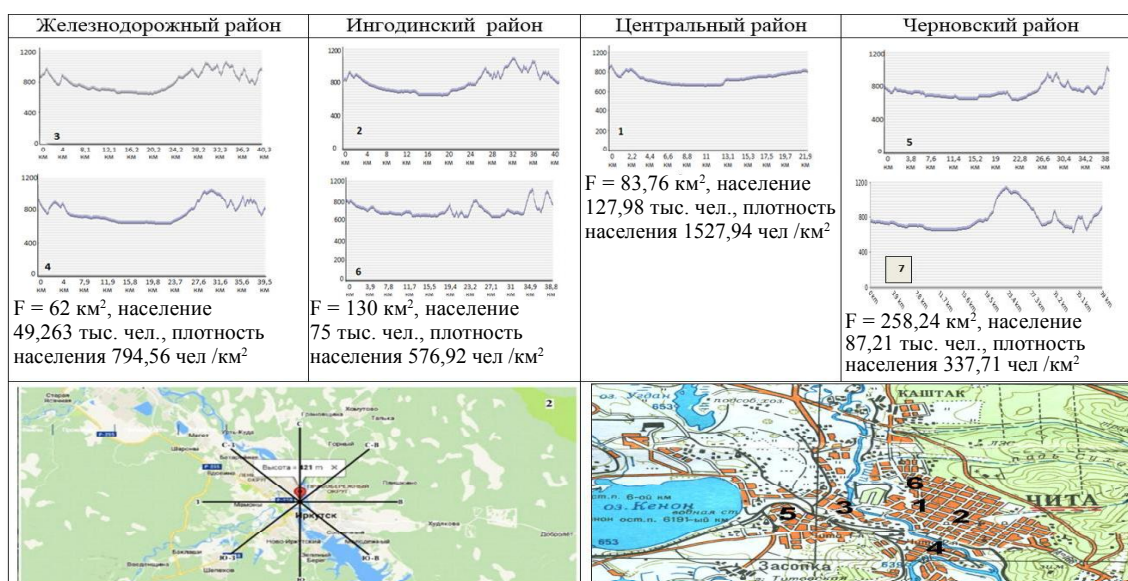


Рис. 3. Оценка демографической нагрузки и экологической безопасности воздушной среды г. Чита на различных высотных отметках. Пункты наблюдения за загрязнением воздуха: № 1 – ул. Шилова, 1; № 2 – ул. Чкалова, 120; № 3 – ул. Набережная, 66; № 4 – ул. Лазо, 30; № 5 – ул. Октябрьская, 9; № 6 – метеостанция (ул. Новобульварная) / Fig. 3. Estimation of the demographic burden and environmental safety of the air environment in Chita at various elevations. Points of observation for air pollution: No. 1 – st. Shilova, 1; № 2 – st. Chkalova, 120; № 3 – st. Embankment, 66; № 4 – st. Lazo, 30; № 5 – st. October, 9; № 6 – weather station (st. Novobulvarnaya)

Общие результаты проведённых экспериментальных исследований свидетельствуют о возможности квалифицировать территорию города как экологически неблагополучную с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха, как в тёплый, так и в холодный период года, благодаря сложному котловинному рельефу и большой длительности зимнего периода [9].

Оценка влияния антропогенных факторов (транспортная нагрузка) по административным районам г. Чита представлена на рис. 4.

Можно констатировать, что на десять жителей города приходится четыре транспортных средства.

На запад и северо-запад от города расстилается равнинная степная местность, представляющая собой днище Читинско-Ингодинской котловины, со значительными антропогенными нагрузками на территорию, где техногенные выбросы автомобильного транспорта составляют 80...85 %.

Динамика содержания основных загрязнителей атмосферного воздуха по ме-

сяцам в течение 2015 г. представлена на рис. 5.

В г. Чита проводились постоянные натурные исследования на шести постах наблюдений, эпизодические – ещё на десяти постах наблюдений в разные времена года (2014–2015). На основании анализа результатов исследований установлено, что суммарный выброс ТВ и ВВ, особенно бенз(а)пирена, прямо пропорционально влияет на уровень онкологических заболеваний органов дыхания.

Показатели медико-демографических потерь, вызванные загрязнениями атмосферного воздуха на территории Забайкальского края проанализированы за период 2013–2015 гг., результаты представлены на рис. 6, б. Следует констатировать, что показатель смертности населения Забайкальского края по болезни органов дыхания за анализируемый период систематически увеличивается. На рис. 6, б приведён пример показателей смертности населения Забайкальского края по болезни органов дыхания за период 2013–2015 гг.



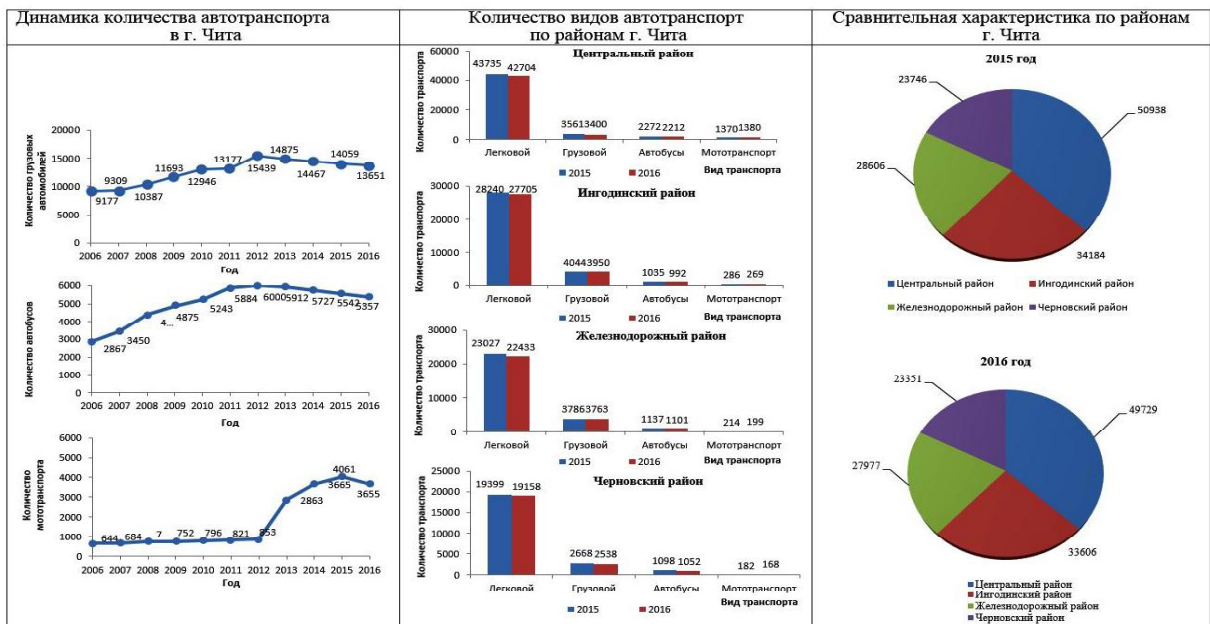


Рис. 4. Оценка влияния антропогенных факторов (транспортная нагрузка) по административным районам г. Чита / Fig. 4. Estimation of the anthropogenic factors impact (transport load) on the administrative districts of Chita

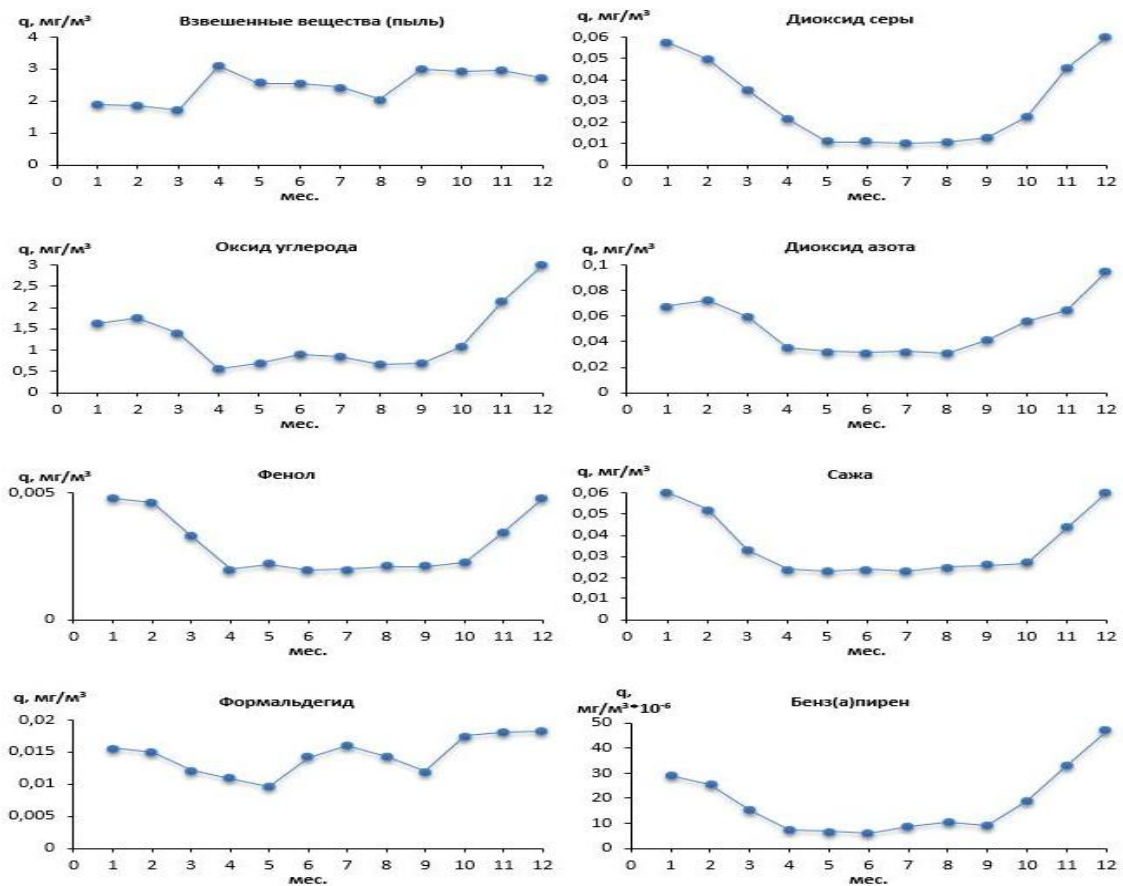


Рис. 5. Динамика осредненных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Чита в течение 2015 г. (по результатам исследований) / Fig. 5. Dynamics of average concentrations of pollutants in the atmospheric air of Chita during 2015 (according to some research results)

Оценка экологической безопасности воздушной среды Забайкальского края представлена на рис. 6.

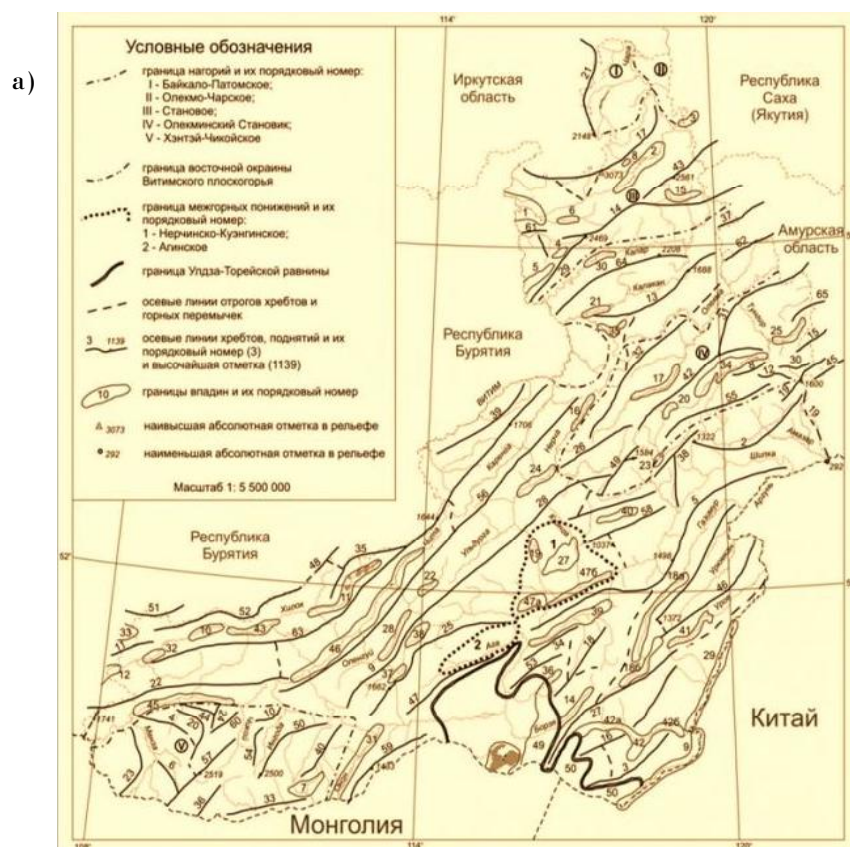
Для оценки степени влияния антропогенных и природных факторов на качество воздушной среды, на уровень негативного воздействия и состояние здоровья населения предложена балльная система оценки, позволяющая анализировать показатели, имеющие разные физические единицы измерения.

На атмосферный воздух геосистемы влияют следующие антропогенные факторы: демографическая нагрузка, промышленная нагрузка, радиационная нагрузка, транспортная нагрузка (1...17 показатели), которые являются индикаторами устойчивого развития территории.

Показатели медико-демографических потерь (18...37 показатели) в совокупности являются индикаторами деструкции территории. Показатели 38...41 являются индикаторами снижения потоков ТВ и ВВ. Результаты оценки показателей представлены в таблице на примере Центрального

ФО. Аналогичная оценка исследуемых показателей проведена по девяти федеральным округам (федеральный уровень).

Рассматриваемые индикаторы представляют собой матрицу суммарного аналитического графа индикатора экологической безопасности воздушной среды территории ФО, имеющую разные цветовые оттенки в зависимости от степени влияния на напряжённость экологической ситуации региона. Четыре показателя (42...45) являются индикаторами увеличения демографических показателей за счёт повышения качества воздушной среды территории и в конечном итоге, как результат принятых управленческих решений, оказывают влияние на ожидаемый показатель увеличения продолжительности жизни населения определённой территории (показатель 46). Также учтены два значимых показателя, характеризующих природные факторы территории: показатель 47 – среднегодовая температура воздуха, °С и показатель 48 – среднегодовая сумма осадков воздуха, мм (по данным Росгидромета).



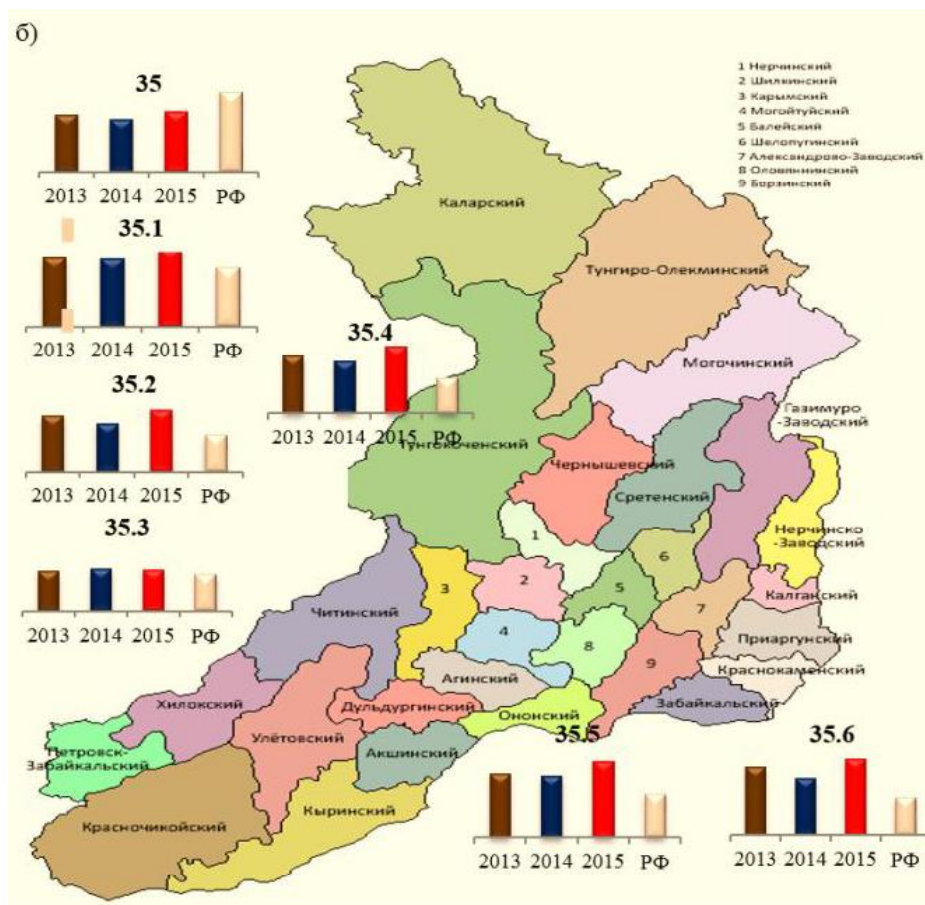


Рис. 6. Оценка экологической безопасности воздушной среды Забайкальского края: а) орографическая схема Восточного Забайкалья (составил В. С. Кулаков); б) показатели медико-демографических потерь, вызванные загрязнением атмосферного воздуха. Условные обозначения: показатель 35 – смертность населения по болезни органов дыхания (71,2; 66,2; 75,9; 54,5 чел.); 35,1 – мужчины на 100 000 населения (93,9; 91,6; 105,8; 79,2); 35,2 – женщин на 100 000 населения (50,4; 42,9; 55,1; 33,1); 35,3 – злокачественные образования органов дыхания (42,6; 44,5; 43,4; 38,6); 35,4 – старше трудоспособного возраста на 100 000 населения (258,7; 235,9; 302,5); 35,5 – старше трудоспособного возраста мужчины на 100 000 населения (509,4; 490,3; 607,7; 340,6); 35,6 – старше трудоспособного возраста женщины на 100 000 населения (159,4; 134,1; 177,6; 86,3) соответственно 2013, 2014, 2015 гг. РФ 2014 (составлено автором) / Fig. 6. Estimation of ecological safety of the air environment of Transbaikalia region: a) orographic scheme of the Eastern Transbaikalia (compiled by V. S. Kulakov); b) indicators of medical and demographic losses caused by air pollution. Legend 35 – mortality of the population due to respiratory illness (71,2; 66,2; 75,9; 54,5 people); 35,1 – men per 100,000 population (93,9; 91,6; 105,8; 79,2); 35,2 – women per 100,000 population (50,4; 42,9; 55,1; 33,1); 35,3 – malignant formations of the respiratory system (42,6; 44,5; 43,4; 38,6); 35,4 – over working age per 100,000 population (258,7; 235,9; 302,5); 35,5 – over working age of men per 100,000 population (509,4; 490,3; 607,7; 340,6); 35,6 – over the working age of a woman per 100,000 population (159,4; 134,1; 177,6; 86,3), respectively 2013, 2014, 2015 RF 2014 (compiled by the author)



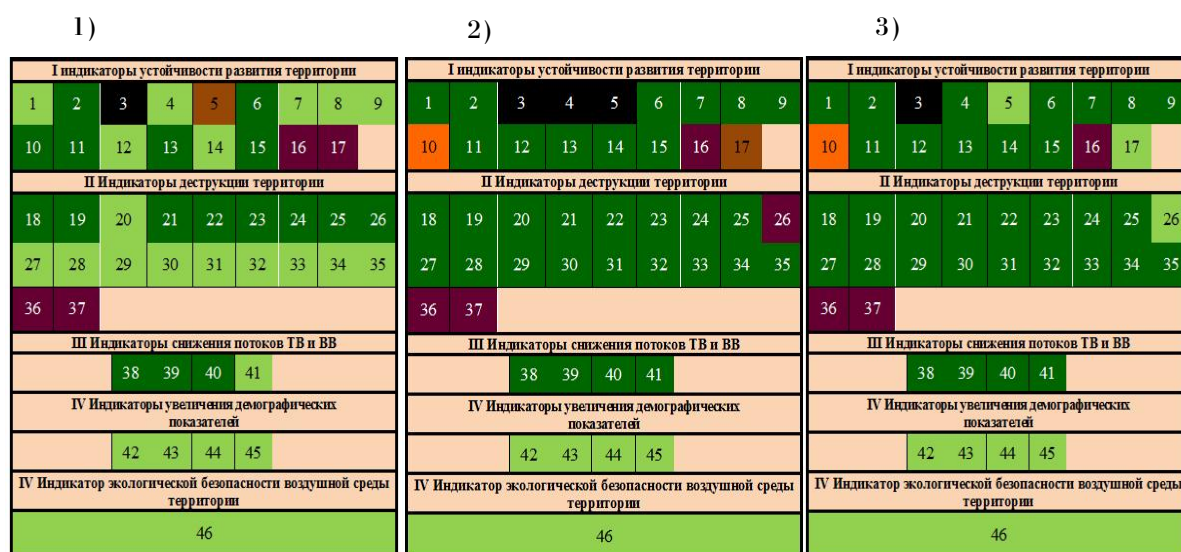
**Результаты оценки показателей, влияющих на качество воздушной среды территорий Российской Федерации на примере Центрального ФО / Results of the estimation of some indicators, which influence on the quality of the air environment of the territories of the Russian Federation on the example of the Central Federal District**

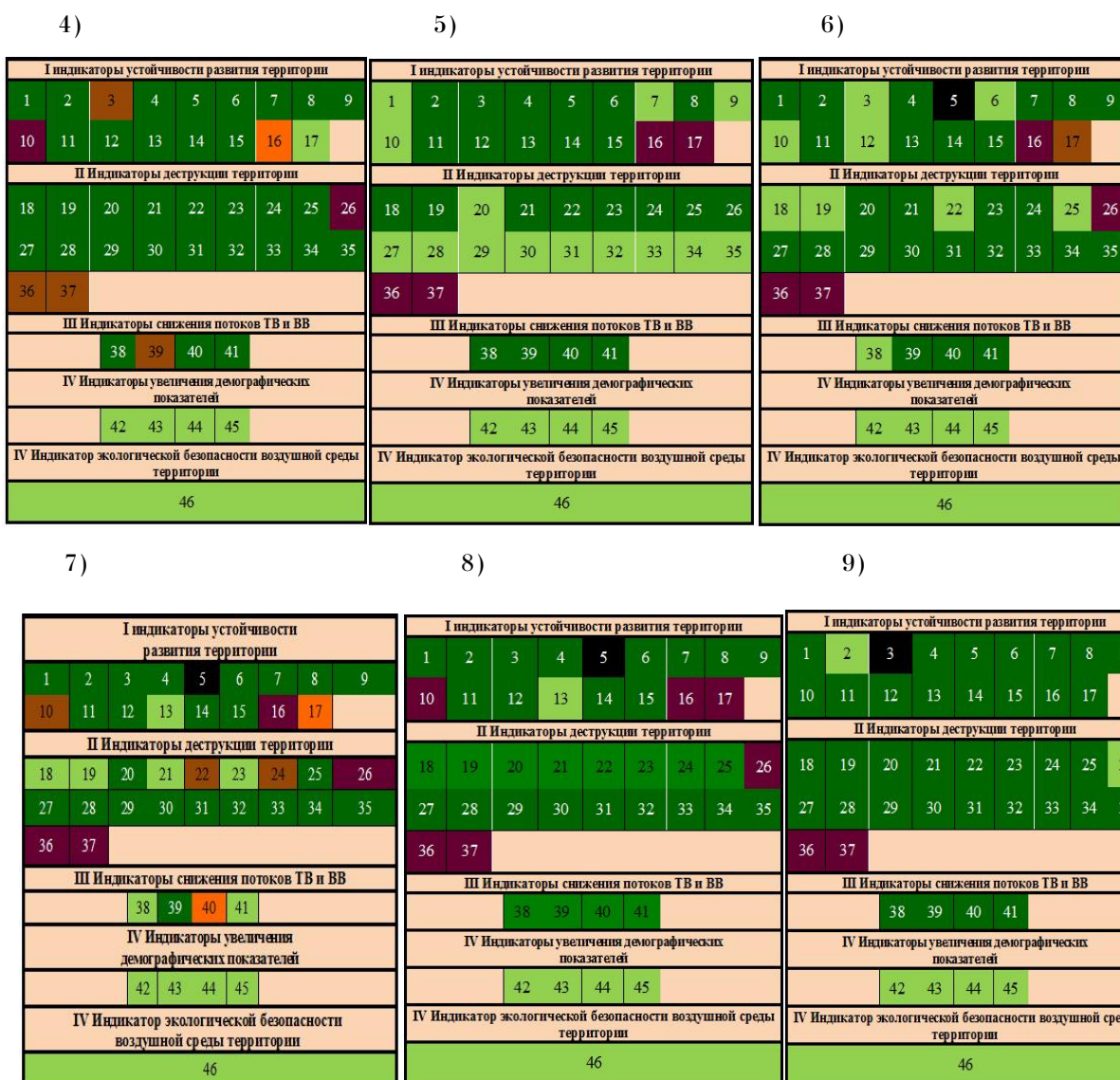
Номер п/п / Number	Показатели / Indicators	Центральный Федеральный округ / Central Federal district	
1	Численность постоянного населения, чел. / Number of resident population, pers.	38819874	26,6
2	Плотность населения, чел./км <sup>2</sup> / Population density, people/sq. km	59,47	20,9
3	Естественный прирост (+), убыль (-), чел. / Natural increase (+), decrease (-), people	-68475	-62,0
4	Миграционный прирост (+), убыль (-) с государствами-участниками СНГ, чел. / Migration increase (+), decrease (-) with the CIS member states, people	90784	35,8
5	Миграционный прирост (+), убыль (-) со странами ближнего зарубежья, чел. / Migration growth (+), decrease (-) with neighboring countries, people	4238	42,8
6	Добыча полезных ископаемых, % / Extraction of minerals, %	11,8	11,8
7	Обрабатывающие производства, % / Manufacturing, %	32	32
8	Производство и распределение электроэнергии, газа, воды, % / Production and distribution of electricity, gas, water, %	30,7	30,7
9	Сельское хозяйство, % / Agriculture, %	25,2	25,2
10	Другие виды экономической деятельности, % / Other economic activities, %	0,3	0,3
11	Мощность экспозиционной дозы, мк <sup>3</sup> в/г / Exposure dose rate, m <sup>3</sup> / g	0,11	10,5
12	Объемная активность в воздухе <sup>137</sup> Cs 10 <sup>-7</sup> Бк/м <sup>3</sup> / Volumetric activity in the air <sup>137</sup> Cs 10 <sup>-7</sup> Bq / m <sup>3</sup>	13,4	29,0
13	Объемная активность в воздухе <sup>90</sup> Cs 10 <sup>-7</sup> Бк/м <sup>3</sup> / Volumetric activity in the air <sup>90</sup> Cs 10 <sup>-7</sup> Bq / m <sup>3</sup>	1,1	15,2
14	Выпадение из атмосферы <sup>137</sup> Cs 10 <sup>-7</sup> Бк/ м <sup>2</sup> ·год / Fallout from the atmosphere <sup>137</sup> Cs 10 <sup>-7</sup> Bq / m <sup>2</sup> · year	1	31,7
15	Выпадение из атмосферы <sup>3</sup> H Бк/ м <sup>2</sup> ·год / Fallout from the atmosphere <sup>3</sup> H Bq / m <sup>2</sup> · year	791,2	13,7
16	Обеспеченность легковыми автомобилями на 1000 жителей, шт. / Provision of cars per 1000 inhabitants, pcs.	296	103,9
17	Удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием / Specific gravity of highways with a hard surface	11	122,2
18	Количество выбросов ЗВ, отходящих от стационарных источников, тыс. т / Number of emissions of pollutants emitted from stationary sources, kt	1531	8,8
19	Удельные нагрузки выбросов от стационарных источников, т/чел. / Specific loads of emissions from stationary sources, t / person	0,039	3,6
20	Выбросы основных загрязняющих веществ от автотранспорта, тыс. т / Emissions of major pollutants from vehicles, thousand tonnes	3620,6	26,2
21	Суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, тыс. т / Total emissions of pollutants from stationary and mobile sources, kt	5151,6	16,6
22	Количество городов с ИЗА>7 / Number of cities with ISA> 7	1	2,3
23	Количество городов с Q>ПДК / Number of cities with Q> MPC	20	13,6
24	Количество городов с Cu>10 / Number of cities with Cu> 10	0	0
25	Количество городов с НП>0 / Number of cities with NP> 0	1	8,3
26	Население в городах с высоким уровнем загрязнения, % / Population in cities with a high level of pollution,%	3	17,6
27	Выбросы SO <sub>2</sub> от автотранспорта, тыс. т / SO <sub>2</sub> emissions from motor vehicles, thousand ton.	19,6	25,1
28	Выбросы NO <sub>x</sub> от автотранспорта, тыс. т / NO <sub>x</sub> emissions from motor vehicles, thousand ton.	376,2	25,0
29	Выбросы ЛОС от автотранспорта, тыс. т / VOC emissions from vehicles, thousand ton.	368,7	26,1

Окончание табл.

Номер п/п / Number	Показатели / Indicators	Центральный Федеральный округ / Central Federal district	
30	Выбросы CO от автотранспорта, тыс. т / CO emissions from motor vehicles, thousand ton.	2825,3	26,4
31	Выбросы C от автотранспорта, тыс. т / C emissions from motor vehicles, thousand ton.;	6,5	25,1
32	Выбросы NH <sub>3</sub> от автотранспорта, тыс. т / NH <sub>3</sub> emissions from motor vehicles, thousand ton.	9,3	25,5
33	Выбросы CH <sub>4</sub> от автотранспорта, тыс. т / CH <sub>4</sub> emissions from motor vehicles, thousand ton.	15,1	26,6
34	Число умерших в трудоспособном возрасте от всех причин, чел. / Number of deceased persons of working age from all causes, pers.	112550	24,6
35	Число умерших по причине болезни органов дыхания, чел. / Number of deaths due to respiratory disease, pers.	4592	23,0
36	Коэффициент смертности населения в трудоспособном возрасте от всех причин (на 100 тыс. населения) / Mortality rate of the working-age population from all causes (per 100,000 population)	493,7	92,0
37	Коэффициент смертности населения по причине болезни органов дыхания / Mortality rate due to respiratory disease	20,1	85,9
38	Количество улавливаемых загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т / Number of air pollutants trapped from stationary sources, thousand ton.	5618	10,8
39	Удельные нагрузки улавливания загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т/чел. / Specific loads for trapping atmospheric pollutants from stationary sources, thousand tons / pers.	0,145	1,9
40	Утилизировано загрязняющих веществ, тыс. т / Thousands of polluting substances have been recycled, thousand ton.	3 960,8	14,6
41	Удаление потоков загрязняющих веществ посредством применения комбинированного комплекса инженерной защиты территорий, тыс. т / Removal of pollutant flows through the application of a combined complex of engineering protection of territories, thousand ton.	1668	24,5
Средний балл / Average Score			27,1
Суммарный балл / Total score		1001,3	% от РФ

Суммарные аналитические графы индикаторов экологической безопасности воздушной среды территорий ФО РФ представлены на рис. 7.





**Примечание.**

Степени влияния на напряжённость экологической ситуации территории по балльной системе:

- 0-20 – низкая
- 61-75 – повышенная
- 21-40 – пониженная
- 76-100 – высокая
- 41-60 – средняя
- Российская Федерация

Федеральные округа РФ:

- 1 – Центральный
- 2 – Северо-Западный
- 3 – Южный
- 4 – Северо-Кавказский
- 5 – Приволжский
- 6 – Уральский
- 7 – Сибирский
- 8 – Дальневосточный
- 9 – Крымский

Рис. 7. Суммарные аналитические графы индикатора экологической безопасности воздушной среды территорий ФО РФ (составлено автором) / Fig. 7. Summary analytical graphs of the ecological safety indicator of the air environment of the Russian Federation's Federal Districts (compiled by the author)

Низкий потенциал загрязнения атмосферы наблюдается на северо-западе Европейской части России. Особенно неблагоприятные условия для рассеивания (очень высокий потенциал) создаются в Восточной Сибири [10].

Результаты исследований уровня загрязнения атмосферного воздуха трёх городов (из Приоритетного списка), расположенных в различных географических широтах России (Биробиджан – центр Еврейского автономного округа, Дальневосточный ФО; Норильск – север Красноярского края, Сибирский ФО; Улан-Удэ – республика Бурятия, Сибирский ФО), показали, что на образование чрезвычайно высоких приземных концентраций токсичных, вредных веществ и аэрозольных частиц оказывают влияние синергетические процессы, протекающие в городах котловинного типа, под влиянием природных и антропогенных факторов. Заключительный этап исследований – расчёт суммарного, среднего балла индикатора с учётом средней продолжительности жизни

населения и рейтинг ФО по экологической безопасности воздушной среды (рис. 8). Для оценки степени влияния антропогенных и природных факторов на качество воздушной среды, на уровень негативного воздействия на состояние здоровья населения предложена балльная система оценки, позволяющая анализировать показатели, имеющие разные единицы измерения. Для визуальной оценки строились аналитические диаграммы индикатора, имеющего разные цветовые оттенки в зависимости от степени влияния на напряжённость экологической ситуации территории.

Выполнена оценка влияния антропогенных и природных факторов на атмосферный воздух и оценка экологической безопасности воздушной среды геосистем в целом по Российской Федерации и по девяти Федеральным округам (ФО): Центральному, Северо-Западному, Южному, Северо-Кавказскому, Приволжскому, Уральскому, Сибирскому, Дальневосточному, Крымскому.

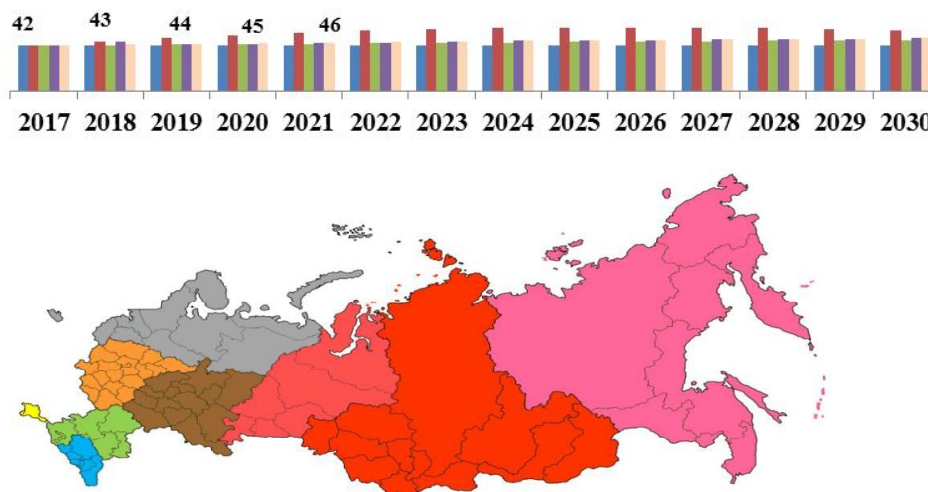


Рис. 8. Индикаторы увеличения демографических показателей в РФ. Рейтинг федеральных округов по экологической безопасности воздушной среды (2015 г.) (составлено автором) / Fig. 8. Indicators of the demographic indicators increase in the Russian Federation. Rating of federal districts according to the environmental air safety (2015) (compiled by the author)



Федеральный округ	Индикатор экологической безопасности воздушной среды		Средняя продолжительность жизни, лет	Рейтинг	Условные обозначения
	суммарный балл	средний балл			
Крымский ( г. Севастополь)	312,0	8,4	72,28	1	
Северо-Кавказский	569,0	15,4	75,34	2	
Южный	660,8	17,9	72,02	3	
Приволжский	892,4	24,1	70,71	4	
Северо-Западный	962,6	26,0	71,7	5	
Дальневосточный	1001,1	27,1	68,68	6	
Центральный	1001,3	27,1	72,72	7	
Уральский	1086,3	29,4	70,38	8	
Сибирский	1173,8	31,7	69,31	9	

*Условные обозначения:* индикаторы увеличения демографических показателей в РФ по прогнозу с 2016 г. до 2030 г.: *средний вариант прогноза* – 42 – среднее изменение численности населения от 146 865,5 до 147 267 тыс. чел.; 43 – средний коэффициент демографической нагрузки (на 1000 лиц трудоспособного возраста) – от 764 до 859); 44 – средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении (от 71,9 до 75,1 лет); 45 – средний суммарный коэффициент рождаемости (число детей в расчете на одну женщину от 1,786 до 1,890), чел.; *высокий вариант прогноза* – 46 – ожидаемый показатель увеличения продолжительности жизни от 72,2 до 77,3 лет / Legend: indicators of the demographic indicators increase in the Russian Federation according to the forecast from 2016 to 2030: average version of the forecast – 42 – average change in the population from 146865.5 to 147267 thousand people; 43 – average coefficient of demographic burden (per 1000 persons of working age) – from 764 to 859); 44 – average life expectancy at birth (from 71,9 to 75,1 years); 45 – average total fertility rate (number of children per woman from 1,786 to 1,890), people; a high version of the forecast – 46 – expected indicator of an increase in life expectancy from 72,2 to 77,3 years

На атмосферный воздух геосистемы влияют следующие антропогенные факторы: демографическая нагрузка, промышленная нагрузка, радиационная нагрузка, транспортная нагрузка (всего 17 показателей), которые являются индикаторами устойчивого развития территории. Экологическая безопасность воздушной среды территории зависит от выбросов токсичных и вредных веществ (ТВ и ВВ) стационарных источников, количества выбросов основных загрязняющих веществ от автотранспорта, характеристики уровня загрязнения, которые напрямую влияют на показатели медико-демографических потерь, вызванных

загрязнением атмосферного воздуха – всего 20 показателей, являющихся индикаторами деструкции территории.

*Заключение.* Таким образом, сравнительная оценка экологической безопасности воздушной среды федеральных округов РФ позволяет (на примере Забайкальского края) определять гео- и технопричины возникновения чрезвычайно высоких концентраций токсичных и вредных веществ в атмосферном воздухе исследуемых территорий, наглядно воспроизвести показатели медико-демографических потерь, вызванные загрязнениями атмосферного воздуха.

### Список литературы

1. Безуглая Э. Ю., Завадская Е. К. Исследования загрязнения атмосферы и связи с влиянием их на здоровье населения. Современные исследования Главной геофизической обсерватории. СПб.: Гидрометеоиздат, 1999. Т. 1. С. 144–161.
2. Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М., Красноярова Б. А. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вестник. 2005. № 4. Ч. 2. С. 3–13.
3. Ворожнин В. С. Разработка методики обеспечения экологической безопасности участников дорожного движения (на примере крупного города): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. М., 2014. 26 с.

4. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география СССР. М.: Мысль, 1978. 512 с.
5. Данько Л. В., Кузьмин С. Б., Снытко В. А. Байкальские прибрежные геосистемы и их ландшафтно-геохимическая структура // География и природные ресурсы. 2000. № 3. С. 45–51.
6. Кулаков В. С. Географическое положение, территория границы // Энциклопедия Забайкалья. Читинская область: в 4-х т. / гл. ред. Р. Ф. Гениатулин. Новосибирск: Наука, 2002. Т. 1. С. 13–14.
7. Томских А. А. Межгорные котловины Забайкалья: географические аспекты освоения и охраны окружающей среды / отв. ред. А. Т. Напрасников. Новосибирск: СО РАН, 2006. 154 с.
8. Швер Ц. А., Зильберштейн И. А. Климат Читы. Л., 1982. С. 182–186.
9. Chan L. Y., Lau W. L., Zou S. C., Cao Z. X., Lai S. C. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation modes while commuting in urban area of Guangzhou, China // Atmospheric Environment, 2002, vol. 36, pp. 5831–5840.
10. Seinfeld J. H. Urban air pollution: state of the science // Science, 1989, pp. 745–752.

## References

---

1. Bezuglaya E. Yu., Zavadskaya E. K. *Issledovaniya zagryazneniya atmosfery i svyazi s vliyaniem ih na zdorovie naseleniya. Sovremennye issledovaniya Glavnoy geofizicheskoy observatorii* (Studies of atmospheric pollution and connection with their influence on public health. Modern studies of the Main Geophysical Observatory). St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1999. T. 1. P. 144–161.
2. Vinokurov Yu. I., Tsybalev Yu. M., Krasnoyarova B. A. Polzunovsky vestnik (Polzunovsky Bulletin), 2005, no 4, part 2, pp. 3-13.
3. Vorozhnin V. S. *Razrabotka metodiki obespecheniya ehkologicheskoy bezopasnosti uchastnikov dorozhnogo dvizheniya (na primere krupnogo goroda): avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.0* (Development of methods for ensuring environmental safety of road users (on the example of a large city): abstract. dis. ... cand. tech. sciences: 05.22.01). Moscow, 2014. 26 p.
4. Gvozdetzky N. A., Mikhailov N. I. *Fizicheskaya geografiya SSSR* (Physical Geography of the USSR). Moscow: Mysl, 1978. 512 p.
5. Danko L. V., Kuzmin S. B., Snytko V. A. *Geografiya i prirodnye resursy* (Geography and natural resources), 2000, no. 3, pp. 45–51.
6. Kulakov V. S. *EHnciklopediya Zabaykaliya. Chitinskaya oblast: v 4-h t.* (Encyclopedia of Transbaikalia. Chita region: in 4 parts) / main ed. R. F. Geniatulin. Novosibirsk: Science, 2002, part. 1, pp. 13–14.
7. Tomskikh A. A. *Mezhgornnye kotloviny Zabaykaliya: geograficheskie aspekty osvoeniya i ohrany okruzhayushchej sredy* (Inter-mountain hollows of Transbaikalia: geographical aspects of development and environmental protection) / отв. ed. A. T. Naprasnikov. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2006. 154 p.
8. Shver Ts. A., Zilberstein I. A. *Climate of Chita* (Climate of Chita). L., 1982, pp. 182–186.
9. Chan L. Y., Lau W. L., Zou S. C., Cao Z. X., Lai S. C. *Atmospheric Environment* (Atmospheric Environment), 2002, vol. 36, pp. 5831–5840.
10. Seinfeld J.H. *Science* (Science), 1989, pp. 745–752.

## Коротко об авторе

## Briefly about the author

**Щербатюк Андрей Петрович**, канд. техн. наук, доцент, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геоэкология, география  
andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

**Andrey Scherbatyuk**, candidate of engineering sciences, associate professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geoecology, geography

## Образец цитирования

---

Щербатюк А. П. Сравнительная оценка экологической безопасности воздушной среды федеральных округов Российской Федерации // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23. № 9. С. 53–66. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-9-53-66.

Scherbatyuk A.P. Comparative estimation of environmental safety of air of some Russian Federation's federal districts // Transbaikal State University Journal, 2017, vol. 23, no. 9, pp. 53–66. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-9-53-66.

Дата поступления статьи: 20.09.2017 г.  
Дата опубликования статьи: 29.09.2017 г.