

УДК 502.36(282.247.361.3)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ВОРОНЕЖА****Ашихмина Т.В., Овчинникова Т.В., Сушко Е.А.***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж,
e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru*

В статье рассматриваются изменения экосистемы г. Воронежа, проведен анализ качественного состояния факторов экологического благополучия городской среды. Ключевым аспектом, определяющим комфортность урбанизированной среды, являются климатические и гидрографические условия рассматриваемой территории. Формирование природно-экологического комфорта проживания людей в городской среде обеспечивается следующими природными факторами: рельеф местности, гидрографические объекты, температурный режим, скорость и направление ветра. В процессе исследования был проведен мониторинг экологических и техногенных факторов, рассмотрены изменения состояния окружающей среды г. Воронежа, которые обусловлены высокой степенью техногенной нагрузки. Приведены наблюдения по превышению ПДК приоритетных загрязняющих веществ на исторически сформированных территориях промышленно-производственных комплексов, где расположены заводы машиностроительного, радиотехнического и строительного профилей. Анализ показал, что для решения задач по формированию комфортной городской среды требуется принятие соответствующих мер по разработке и реализации целого ряда целевых программ, направленных на обеспечение комфортной среды проживания и экологической безопасности городского населения; обновление нормативно-правовой базы, которое позволит установить жесткую экономическую ответственность за загрязнение городской среды и связанные с этим правонарушения: перенос, реформирование или ликвидацию экологически опасных предприятий в центральных зонах города и рекультивацию освободившихся территорий; увеличение темпов модернизации инженерных сетей; строительство подземных и многоэтажных гаражей и стоянок; строительство необходимых тоннелей, мостов, эстакадных переездов, подземных пешеходных переходов; постоянное совершенствование системы сбора и транспортировки бытовых отходов; улучшение системы организации дорожного движения и парковки автотранспорта; оптимизация сети общественного транспорта; развитие сети велосипедных дорожек в городской черте; развитие дорожной сети, включая элементы скоростных автомобильных трасс радиальных и объездных дорог; разработка организационно-экономических действий, способствующих обязательному использованию экологически приемлемых видов моторного топлива; перевод предприятий ТЭК на экологически чистые источники энергии; оснащение промышленных предприятий эффективными системами газо- и дымоочистки; создание сети локального автоматизированного контроля за качеством атмосферного воздуха.

Ключевые слова: городская среда, загрязнения, экология, техносфера**ECOLOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION
OF A COMFORTABLE ENVIRONMENT OF THE CITY OF VORONEZH****Ashikhmina T.V., Ovchinnikova T.V., Sushko E.A.***Voronezh State Technical University, Voronezh, e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru*

The article discusses the ecosystem changes in the Voronezh city, analyzes factors of ecological well-being of the urban environment. The key aspect that determines the comfort of an urbanized environment is climatic and hydrographic conditions of the territory in question. The formation of natural and ecological comfort of people living in an urban environment is ensured by the following natural factors: terrain, hydrographic objects, temperature conditions, wind speed and direction. In the course of the study, environmental and technogenic factors were monitored, changes in the environment of the city of Voronezh, which are caused by a high degree of technogenic load, were examined. Observations on exceeding MAC of priority pollutants in territories of industrial complexes where plants of engineering plant, radio-technical and building profiles are located are located. The analysis showed that to solve the problems of creating a comfortable urban environment, appropriate measures are required to develop and implement a number of targeted programs aimed at creating a comfortable living environment and environmental safety of the urban population; updating the regulatory framework, which will establish a strict economic responsibility for the pollution of the urban environment and related offenses: transfer, reform or liquidation of environmentally hazardous facilities in the central parts of city and the restoration of vacated territories; increase in pace of modernization of engineering networks; construction of underground and multi-storey garages and parking lots; construction of the necessary tunnels, bridges, elevated crossings, underground pedestrian crossings; continuous improvement of the collection system and transportation of household waste; improving the system of traffic management and parking; optimization of the public transport network; development of bike paths in the city; development of the road network, including elements of highways, radial and bypass roads; organizing economic actions that contribute to the mandatory use of environmentally acceptable types of motor fuel; transfer of energy companies to environmentally friendly energy sources; equipping industrial facilities with efficient gas and smoke decontamination systems; creation of a network of local automated control over the quality of atmospheric air.

Keywords: urban environment, pollution, ecology, technosphere

Одной из важнейших составляющих градостроительства является формирование комфортной и экологически безопасной среды жизнедеятельности населения. Урбанизированные территории представляют собой особый тип природно-техногенных геосистем, концентрирующих максимальное разнообразие видов антропогенного воздействия на окружающую среду. Вместе с тем природная среда урбанизированных территорий подвергается значительной трансформации, обусловленной глобальными общепланетарными процессами. В этой связи особенно важным представляется изучение и постоянный мониторинг антропогенных факторов, влияющих на деградацию и функционирование природно-техногенных геосистем урбанизированных территорий.

Цель исследования: анализ экологических условий формирования городской среды, а также последствий урбанизации и влияния антропогенной деятельности на геосистему территории г. Воронежа.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – факторы, формирующие природно-техническую геосистему г. Воронежа.

Предмет исследования – анализ качественного состояния факторов экологического благополучия городской среды.

Материалами для анализа послужили опубликованные данные Департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области, метеоданные Воронежского гидрометеоцентра за десятилетний период наблюдений, данные госстатотчетности по форме 2ТП (водхоз), официальные статистические публикации Воронежстата, данные экологических исследований, отчетов сторонних организаций, результаты научных исследований ученых – географов, климатологов, гидрологов, в частности А.И. Воейкова, В.М. Смольянинова, В.М. Мишона, С.А. Куролапа и др. Авторами сгруппированы и проанализированы метеорологические параметры, сформированы графические иллюстрации динамики концентраций основных загрязняющих веществ, проведен анализ загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов на территории городского округа г. Воронежа, предложена блок-схема бассейновой гидрологической природно-технической системы, произведен расчет коэффициента антропогенного давления на водные ресурсы, дана оценка экологического состояния водных объектов с использованием системы экспертных баллов [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование условий городской среды происходит под влиянием различных факторов: природных, техногенных, инфраструктурных и экологических. Факторами комфортности природно-экологических условий для населения города являются: температурный режим местности, скорость и направление ветра, рельеф местности. Ключевым аспектом, определяющим комфортность урбанизированной среды, являются климатические условия местности.

Географическое месторасположение г. Воронежа в западном лесостепном климатическом районе обуславливает умеренный континентальный климат на его территории. Среднестатистические температурные показатели холодного периода года изменяются от +8 до –10 °С, теплого – от +19 до +21 °С (табл. 1).

Годовая сумма осадков на территории города колеблется от 450 до 550 мм (табл. 2). Примерно 2/3 годового количества осадков выпадает в теплый период. Снежный покров устанавливается в конце декабря – начале января и имеет толщину порядка 30 см. Длительность зимнего периода составляет порядка 120 дней.

Климатические условия в Воронеже формируются в основном под воздействием региональных умеренных воздушных масс, кроме того, нередко отмечается влияние континентального воздуха из центральных регионов Евразии, а также холодного арктического и жаркого тропического воздуха. Воздушные массы с высокой температурой поступают в Воронеж из Северной Африки и Казахстана. Иногда отмечается поступление теплых атлантических воздушных потоков (табл. 3).

Наибольшая скорость ветра наблюдается в осенне-зимний период года (табл. 4).

Сезонные особенности циркуляции воздушных масс обуславливают неустойчивость погодных условий. Так, например, имеет место резкое снижение количества осадков с условной периодичностью 2–3 раза в десять лет, что приводит к засухам.

В переходные периоды года – весение и осенние месяцы – наблюдается частая смена ветров северо-западного и юго-восточного направления, что приводит к повторному возвращению холодов и заморозков весной и частым оттепелям с последующим оледенением зимой.

Таблица 1

Средние месячные и годовые температуры воздуха в Воронеже

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	средняя
2000	-6,5	-2,8	-0,2	12,4	11,6	17,2	20,5	19,3	11,7	7,7	-0,6	-0,8	7,5
2001	-2,4	-4,9	-0,2	11,1	14,0	16,9	24,1	20,1	13,3	5,6	1,4	-9,9	7,4
2002	-5,7	0,6	4,2	8,9	14,5	18,0	23,9	19,3	14,4	5,8	1,0	-11,7	7,8
2003	-6,2	-9,9	-3,6	6,1	16,8	15,0	20,2	18,7	12,7	6,8	1,5	-2,5	6,3
2004	-3,8	-4,9	2,3	7,1	13,5	16,7	19,0	20,0	14,1	7,4	0,7	-2,5	7,5
2005	-2,2	-8,5	-5,1	9,0	17,3	17,3	20,0	19,7	15,2	7,9	1,7	-2,9	7,5
2006	-11,4	-12,3	-2,8	8,1	14,6	19,9	18,9	20,9	14,4	8,4	1,5	0,6	6,7
2007	0,1	-7,6	3,8	7,1	17,0	19,2	21,0	22,4	14,1	8,5	-1,1	-4,2	8,4
2008	-8,5	-2,8	4,0	11,2	13,7	17,2	21,1	21,0	13,1	9,7	2,7	-3,3	8,3
2009	-5,4	-4,4	-0,2	7,4	14,6	20,2	21,6	17,5	16,6	8,8	2,8	-5,4	7,8
2010	-14,8	-6,4	-1,3	9,4	17,3	22,4	26,4	25,4	14,6	5,1	5,9	-3,3	8,4
2011	-8,7	-11,8	-3,4	7,3	17,1	20,6	23,7	20,2	14,0	7,0	-1,0	-0,2	7,1
2012	-6,8	-12,1	-2,5	11,9	18,4	20,1	22,1	20,3	14,4	9,8	2,7	-5,9	7,7
2013	-5,5	-3,2	-3,3	9,7	19,5	21,2	20,1	20,5	11,6	7,4	4,8	-2,5	8,4
2014	-8,6	-4,1	2,9	8,8	18,5	17,9	22,3	21,8	14,4	5,9	-0,8	-3,4	8,0
2015	-4,7	-3,3	1,7	8,1	16,3	20,7	21,1	19,8	17,6	5,1	2,4	0,0	8,7
2016	-8,0	0,5	2,6	10,3	15,2	19,6	22,6	21,9	13,0	6,1	-1,1	-5,9	8,1
2017	-6,4	-5,4	3,7	8,5	14,0	17,2	20,4	21,6	15,1	6,6	0,6	1,5	8,1
2018	-5,1	-7,5	-5,9	8,8	18,2	19,0	22,0	21,4	17,6	9,4	-1,5	-5,1	7,6
2019	-6,8	-2,5	1,3	10,2	17,1	22,2	19,2	19,4	-	-	-	-	-

Таблица 2

Месячные и годовые суммы выпавших осадков в Воронеже

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	сумма
2000	29	38	57	27	18	115	112	34	70	9	11	47	568
2001	43	62	48	54	37	82	71	28	84	48	57	55	669
2002	18	61	12	3	13	69	50	28	144	57	47	19	522
2003	27	9	12	17	19	74	109	133	26	60	31	49	567
2004	58	73	54	65	85	53	109	17	76	42	24	51	706
2005	74	43	29	48	109	113	32	72	5	47	35	82	688
2006	48	31	66	17	26	50	78	92	73	77	81	16	655
2007	52	53	17	22	38	64	28	43	72	37	71	18	514
2008	37	13	50	78	67	24	47	30	65	18	35	21	486
2009	41	44	45	7	45	44	41	50	7	29	37	59	448
2010	57	36	36	39	55	36	33	29	41	65	65	115	607
2011	44	24	14	26	26	65	47	97	17	19	21	62	461
2012	45	45	47	72	21	117	64	186	38	139	26	31	829
2013	31	14	72	12	64	18	78	87	130	46	26	14	591
2014	61	27	23	33	31	100	2	47	5	18	6	67	419
2015	25	62	4	62	22	72	50	30	16	20	97	67	527
2016	88	43	64	164	75	45	38	64	33	25	79	49	766
2017	57	29	33	46	26	62	62	46	47	58	86	92	644
2018	70	41	85	71	51	35	79	19	45	38	4	74	612
2019	47	19	42	33	91	12	100	25	-	-	-	-	-

Таблица 3

Повторяемость различных направлений ветра, %

Направл.	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
С	7	7	7	9	12	11	16	14	12	8	7	7	10
СВ	6	7	8	11	11	9	13	12	10	7	6	5	9
В	7	13	16	17	14	12	10	11	10	8	9	10	11
ЮВ	14	18	19	18	15	13	9	10	13	16	17	17	15
Ю	12	12	11	11	10	8	7	6	10	13	14	15	11
ЮЗ	16	12	11	9	9	10	7	8	10	13	15	13	11
З	26	20	19	16	17	21	20	23	22	23	22	22	21
СЗ	12	11	9	9	12	16	18	16	13	12	10	11	12
штиль	8	7	9	12	16	17	20	19	18	11	9	7	13

Таблица 4

Скорость ветра, м/с

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
3,8	3,8	3,7	3,3	3,1	2,8	2,6	2,6	2,8	3,2	3,5	3,7	3,2

Таблица 5

Колебания среднемесячных температур в течение календарного года на территории городского округа г. Воронежа

Год проведения наблюдений	Среднемесячный температурный минимум, °С	Среднемесячный температурный максимум, °С	Амплитуда температур, °С
2000	-6,5	+20,5	27,0
2001	-9,9	+24,1	34,0
2002	-11,7	+23,9	35,6
2003	-9,9	+20,2	30,1
2004	-4,9	+20,0	24,9
2005	-8,5	+20,0	28,5
2006	-12,3	+20,9	33,2
2007	-7,6	+22,4	30,0
2008	-8,5	+21,1	29,6
2009	-5,4	+21,6	27,0
2010	-14,8	+26,4	41,2
2011	-11,8	+23,7	35,5
2012	-12,1	+22,1	34,2
2013	-5,5	+21,2	26,7
2014	-8,6	+22,3	30,9
2015	-4,7	+21,1	25,8
2016	-8,0	+22,6	30,6
2017	-6,4	+21,6	28,0
2018	-7,5	+22,0	29,5

Параметром комфортности для физиологических процессов организма человека принята температура воздуха +20 °С. Значительная протяженность территории РФ обуславливает разнообразие климатических условий и, соответственно, существенную изменчивость годовых температур. В связи с этим условия жизненной среды населения с минимальной амплитудой колебания температур являются более благоприятными [2]. На территории г. Воронежа максимальная амплитуда среднемесячных температур в течение года за период с 2000 г. по настоящее время наблюдалась в 2010 г. и составила 41,2 °С (табл. 5), минимальная амплитуда 24,9 °С.

Амплитуда средних температур в течение календарного месяца за период с 2000 года по настоящее время составляет от 6,3 °С до 14,9 °С (табл. 6).

Самая низкая среднемесячная температура воздуха в Воронеже за период наблюдений составила -14,8 °С, максимальная - +26,4 °С.

Колебания температурного режима часто отрицательно сказываются на здоровье

людей и требуют проведения дополнительных организационно-социальных и лечебных мероприятий.

Степень экологической комфортности во многом определяется также режимом переноса воздушных масс. Возрастание скорости ветра усиливает физический и психологический дискомфорт, тем не менее условия штиля снижают экологическую комфортность за счет торможения процессов естественного самоочищения атмосферы.

Рельеф территории, как фактор экологической комфортности среды, определяется градусом продольного уклона. Оптимальное значение уклона лежит в области 1–5°. Если градус уклона выше обозначенного диапазона, то возникают неудобства перемещения людей, отсутствие же уклона препятствует естественному стоку воды, что ведет к застаиванию воды на поверхности уличного покрытия, создающему неудобства для населения, а также повышению общей влажности приземного слоя воздуха.

Таблица 6

Колебания средних температур в течение календарного месяца за период 2000–2018 гг. на территории городского округа г. Воронежа

Месяц проведения наблюдений	Среднемесячный температурный минимум за период наблюдений, °С	Среднемесячный температурный максимум за период наблюдений, °С	Амплитуда температур, °С
Январь	–14,8	+0,1	14,9
Февраль	–12,3	+0,6	12,9
Март	–5,9	+4,2	10,1
Апрель	+6,1	+12,4	6,3
Май	+11,6	+19,5	7,9
Июнь	+15,0	+22,4	7,4
Июль	+18,9	+26,4	7,5
Август	+17,5	+22,4	4,9
Сентябрь	+11,6	+17,6	6,0
Октябрь	+5,1	+9,8	4,7
Ноябрь	–1,5	+4,8	6,3
Декабрь	–11,7	+1,5	13,2

Географическое положение и геофизические условия территории Воронежского городского округа соответствуют Левобережному террасовому типично-лесостепному физико-географическому району [3]. Данный район расположен между Правобережным типично-лесостепным физико-географическим районом (на западе) и Окско-Донским плоскостным типично-лесостепным физико-географическим районом (на востоке).

Территория городского округа г. Воронежа отличается неоднородным рельефом: часть города, располагающаяся на правом берегу водохранилища, относится к второй и четвертой надпойменной террасам с абсолютными отметками от 100 до 160 м, а левобережная территория городского округа – к пониженной плоскоравнинной поверхности, которая постепенно переходит в речную террасу [4]. Таким образом, рельеф правобережной части Воронежа отличается повышенными значениями продольного уклона, что создает определенную степень дискомфорта экологической среды города.

В современном крупном промышленно развитом городе, каковым и является Воронеж, отмечаются существенные изменения состояния окружающей природной среды, обусловленные высокой степенью техногенной нагрузки. В первую очередь это касается воздушной среды города. Критерием комфортности воздушной среды урбанизированной территории является соответствие качественного и количественного состава атмосферы нормативным показателям, обеспечивающим необходимые

санитарно-гигиенические и экологические условия.

Загрязнение воздушной среды города обусловлено функционированием объектов промышленности, строительства, транспортной инфраструктуры.

Индустриальная составляющая г. Воронежа включает предприятия различных отраслей: теплоэнергетики, машиностроения, химической, пищевой и строительной промышленности. Промышленно-коммунальные территории занимают более семи процентов от общей площади застройки города [5].

Основная масса загрязняющих веществ приземного слоя воздуха имеет техногенно-транспортное происхождение. 350000 единиц транспортных средств выбрасывают в атмосферу города порядка 90% поллютантов [6].

Приоритетными загрязняющими веществами города от всех источников загрязнения являются диоксид азота, пыль (взвешенные вещества), формальдегид (канцероген).

Графическая иллюстрация динамики концентраций основных загрязняющих веществ в атмосфере г. Воронежа представлена на рис. 1.

Наиболее высокие показатели загрязнения воздушной среды города пылью, диоксидом азота, оксидом углерода, формальдегидом отмечаются в юго-восточной левобережной части города, где расположены промпредприятия ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ЗАО «Воронежский шинный завод», а также проходят магистрали с интенсивным движением авто-

транспорта [7]. Здесь же отмечаются максимальные значения индекса загрязнения атмосферы, что обусловлено как эмиссией загрязняющих веществ промышленными объектами, так и ландшафтно-экологическими особенностями, в первую очередь ровной пониженной поверхностью, над которой отмечается слабая конвекция воздушных масс [8].

Длительные наблюдения за атмосферой Воронежа позволяют отметить постоянное превышение предельно допустимых концентраций приоритетных загрязняющих веществ на территории исторически сформировавшихся промышленно-производственных комплексов не только левого бережного района, но и правобережного района, где расположены промышленные объекты, относящиеся в основном к отраслям машиностроения, радиотехники и строительства.

Необходимо отметить, что значения показателей загрязнения воздушного бассейна города Воронежа обусловлены как особенностями функционально-планировочной инфраструктуры, так и природно-экологическими факторами (сезонными и стратификационными характеристиками). В целом по городу уровень загрязнения атмосферы значительно повышается в теплое время года, когда концентрации загрязняющих веществ достигают максимальных значений вследствие устойчивой стратификации атмосферы (инверсия), а в осенне-зимний период года, при активизации конвекционных атмосферных процессов,

отмечается снижение показателей загрязнения атмосферы Воронежа [9].

К факторам, усугубляющим неблагоприятную ситуацию, можно отнести существенную плотность автомобильных потоков на улицах города, загруженность дворовых территорий города автотранспортом, плохое состояние дорожного покрытия, недостаточную наполненность городской территории объектами озеленения, недостатки планировочных решений, приближающих территории жилой застройки к проезжей части. Таким образом, можно отметить необходимость корректировки организационно-планировочных решений по формированию комфортной городской среды.

Важнейшим экологическим фактором городской среды является гидрографическая сеть. Выдающимся географом и климатологом А.И. Воейковым обосновано очень важное положение: «Реки и озера – продукт климата». В свою очередь водные объекты также существенно влияют на климатические условия местности, являются источниками питьевого и хозяйственного водоснабжения, используются как рекреационные и транспортные ресурсы.

Гидрография городского округа представлена Воронежским водохранилищем, реками Дон, Воронеж и Усмань. Водохранилище образовано в 1972 г. путем перекрытия р. Воронеж (левого притока р. Дон) и является наиболее крупным водным объектом рассматриваемой территории. Вне территории города река Воронеж находится в естественном русле.

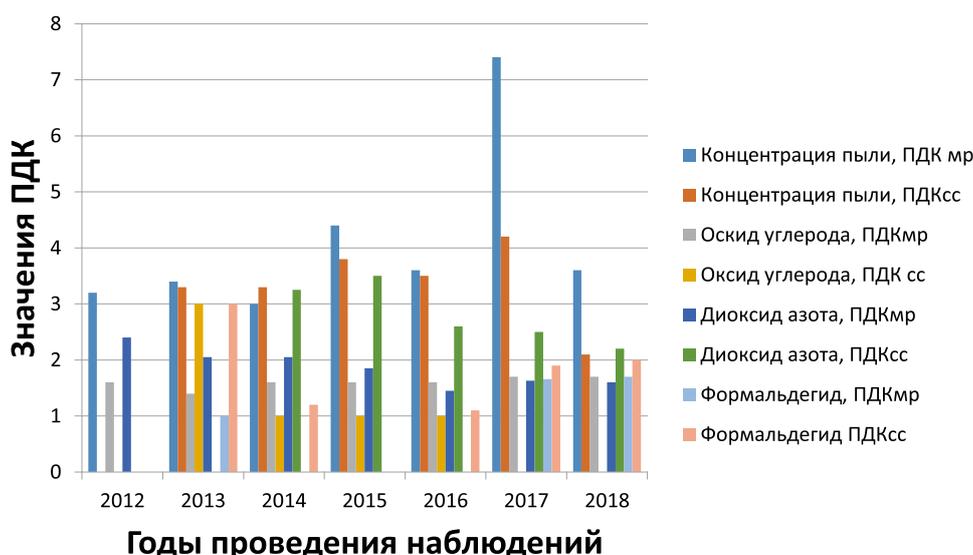


Рис. 1. Концентрации ЗВ в летний период (доли ПДК) в атмосфере г. Воронежа

Параметры водохранилища имеют следующие показатели: длина объекта с севера на юг составляет 35 км, площадь поверхности – 70 кв. км, ширина – 2 км (средняя величина), глубина – 2,9 м (средняя величина), объем воды – 204 млн куб. м. Питание водохранилища происходит за счет поверхностного стока, что и определяет химический состав воды. Основной приток воды в водохранилище (55–65% годового притока) происходит за счет весеннего стока снеговых вод [9].

Река Дон огибает Воронежский городской округ вдоль западной границы. Русло Дона отличается извилистостью, имеются частые изгибы. Длина реки Усмань – левого притока р. Воронеж – в границах городской территории составляет порядка 18 км, площадь водосбора 2840 км².

В результате антропогенного водопользования в условиях городских агломераций изменяется количество воды в поверхност-

ных и подземных водных объектах, нарушается установившийся водный баланс, изменяется гидрологический режим. При этом значительно изменяется качественный состав воды. Гидрологическая сеть в пределах городского округа г. Воронеж испытывает значительную техногенную нагрузку, следствием которой является длительное существенное загрязнение водных объектов органическими и неорганическими, а также синтетическими загрязняющими веществами. Многолетние наблюдения за качественным и количественным составом поверхностных вод на территории г. Воронеж показали многократное превышение предельно допустимых концентраций таких веществ, как соединения меди, нефтепродукты, нитриты, фосфаты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), а также легко- и трудно-окисляемые органические вещества (рис. 2–4).

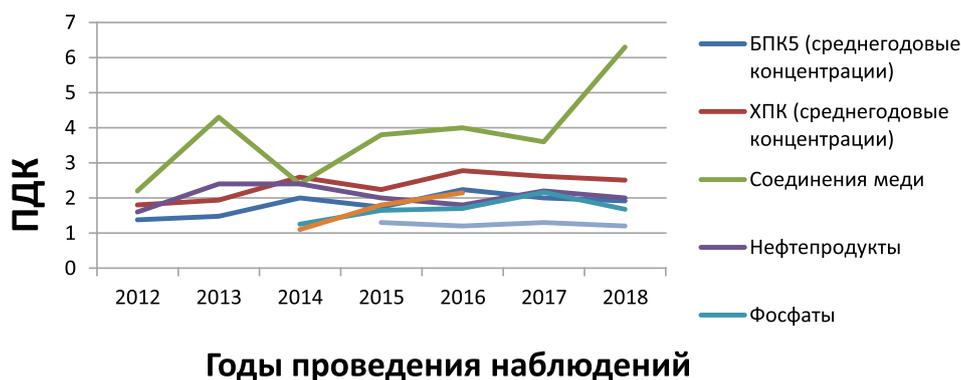


Рис. 2. Загрязнение водных объектов – вдр. Воронежское – г. Воронеж (1-й контрольный створ в 2,5 км ниже г. Воронеж, 1,2 км ниже пос. Песчанка)

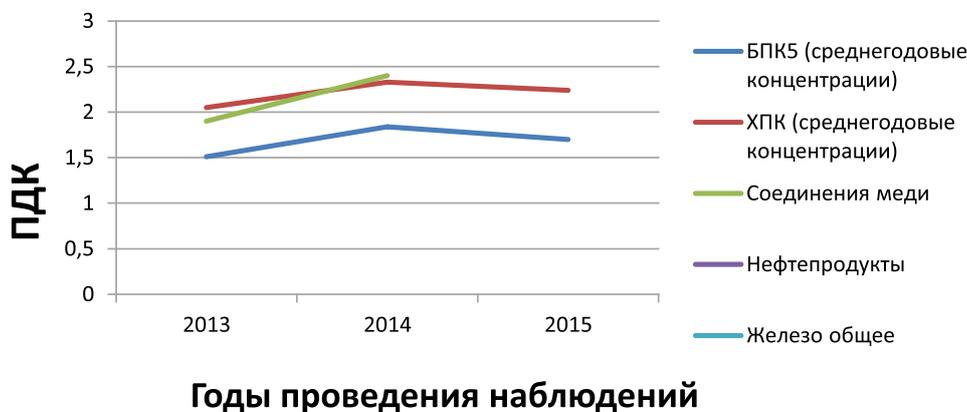


Рис. 3. Загрязнение водных объектов – вдр. Воронежское – г. Воронеж (2-й контрольный створ, 7 км ниже города в створе плотины гидроузла)

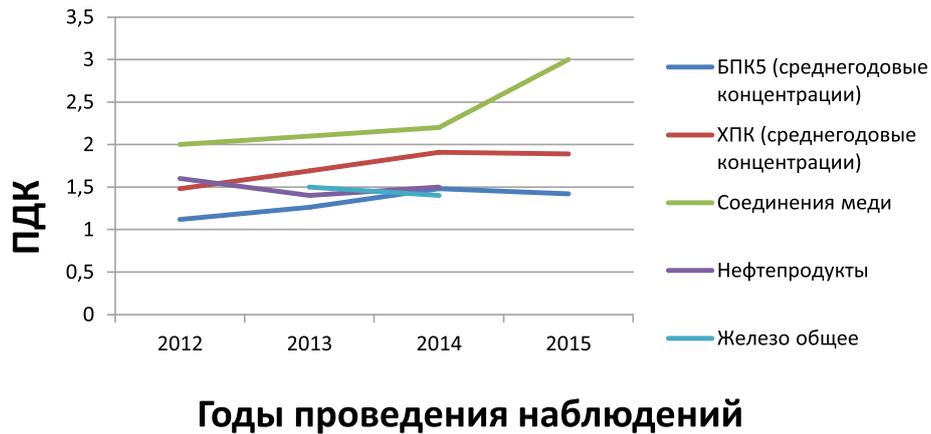


Рис. 4. Загрязнение водных объектов – р. Дон – г. Воронеж (контрольный створ у с. Мальшево, ниже сброса сточных вод МУП «Водоканал»)

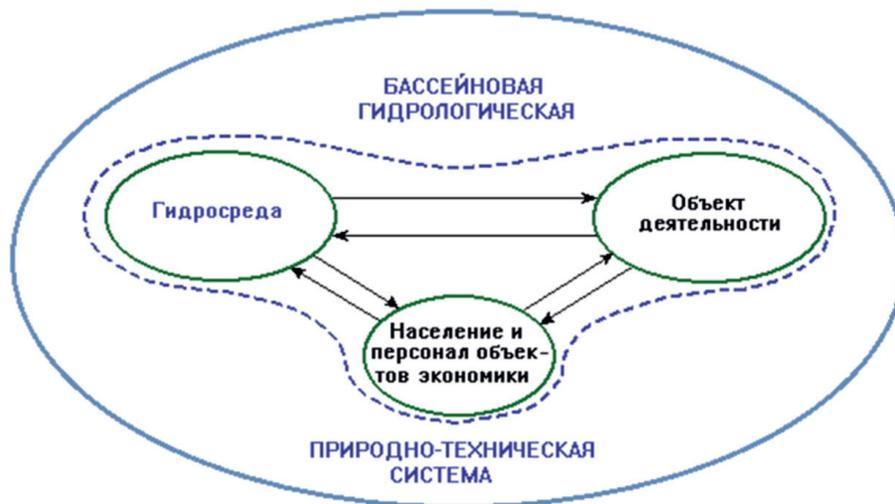


Рис. 5. Блок-схема бассейновой гидрологической природно-технической системы

Источниками загрязнения водных объектов Воронежа являются промышленные предприятия, осуществляющие сброс в них недостаточно очищенных или неочищенных сточных вод, городские водоочистные сооружения, а также поверхностный сток с уличной сети города, особенно насыщенный загрязняющими веществами в период весеннего снеготаяния.

Согласно данным госстатотчетности по форме 2ТП (водхоз) 51 предприятие Воронежской области осуществляло сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, имеют очистные сооружения – 36 [9, 10]. Среди основных загрязнителей

природных вод по Воронежской области предприятия г. Воронежа:

- ООО «РВК-Воронеж» – объект загрязнения – река Дон;
- ООО «Левобережные очистные сооружения» г.о. г. Воронеж – объект загрязнения – Воронежское водохранилище.

Чрезмерное антропогенное давление на водные объекты в условиях урбанизированной территории приводит к трансформации природных водных объектов речного бассейна в природно-технические системы, постоянно изменяющиеся под влиянием природных факторов и антропогенных вмешательств (рис. 5).

Для оценки антропогенного давления на различные территории, в том числе на водосборные бассейны морей, озер, рек и водохранилищ может быть использован коэффициент, рассчитываемый по формуле [11]:

$$\lg K = 0,90 \cdot \lg ПН - 0,97,$$

где ПН – плотность населения, чел/км².

Коэффициент антропогенного давления на водные ресурсы для г. Воронежа составляет 1,95. При плотности населения в г. Воронеже 1743 чел/км² экологическое состояние рек оценивается в 6 баллов (сильно зависит от плотности населения, потребительские свойства значительно снижены под влиянием жизнедеятельности населения).

Заключение

В процессе формирования среды г. Воронежа принимают участие разнообразные факторы: производственно-транспортный комплекс, особенности географического положения и климатических условий. Природно-экологические условия испытывают значительные техногенные нагрузки, приводящие к загрязнению важнейших составляющих окружающей среды – атмосферного воздуха и водных объектов.

Для решения задач по формированию комфортной городской среды требуется принятие соответствующих мер.

К административно-правовым мерам можно отнести:

- разработку и реализацию целевых программ, направленных на обеспечение комфортной среды обитания и экологической безопасности населения;
- обновление нормативно-правовой базы, которое позволит установить жесткую экономическую ответственность за загрязнение городской среды и связанные с этим правонарушения.

Градостроительные и инженерно-технические меры предполагают:

- перенос, реформирование или ликвидацию экологически опасных предприятий в центральных зонах городов и рекультивацию освободившихся территорий;
- увеличение темпов модернизации инженерных сетей;
- строительство подземных и многоэтажных гаражей и стоянок;
- строительство необходимых тоннелей, мостов, эстакадных переездов, подземных пешеходных переходов;
- постоянное совершенствование системы сбора и транспортировки бытовых отходов.

Меры по улучшению состояния атмосферного воздуха:

- улучшение системы организации дорожного движения и парковки автотранспорта;
- оптимизация сети общественного транспорта;
- развитие сети велосипедных дорожек в городской черте;
- развитие дорожной сети, включая элементы скоростных автомобильных трасс радиальных и объездных дорог;
- разработка организационно-экономических действий, способствующих обязательному использованию экологически приемлемых видов моторного топлива;
- перевод предприятий ТЭК на экологически чистые источники энергии;
- оснащение промышленных предприятий эффективными системами газо- и дымоочистки;
- создание сети локального автоматизированного контроля за качеством атмосферного воздуха.

Меры по сохранению зеленых насаждений:

- увеличение площадей зеленых насаждений и улучшение условий ухода за ними;
- принятие соответствующих мер, направленных на охрану зеленых насаждений.

Список литературы / References

1. Абдуев М.А. Оценка антропогенного давления на территорию речных бассейнов Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и Геоэкология. 2019. № 1 (25). С. 39–49.
- Abdudev M.A. Assessment of anthropogenic pressure on the territory of river basins of the Greater Caucasus (within Azerbaijan) // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya i Geoekologiya. 2019. № 1 (25). P. 39–49 (in Russian).
2. Епринцев С.А. Оценка экологической комфортности населения урбанизированных территорий // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1410–1412.
- Eprintsev S.A. Assessment of ecological comfort of the population of urban areas // Vestnik Tambovskogo universiteta, Seriya: yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. 2014. V. 19. № 5. P. 1410–1412 (in Russian).
3. Мильков Ф.Н., Михно В.Б., Поросёнков Ю.В. География Воронежской области. Воронеж: ВГУ, 1992. 132 с.
- Milkov F.N., Mikhno V.B., Porosenkov Yu.V. The geography of the Voronezh region. Voronezh: VGU, 1992. 132 p. (in Russian).
4. Серeda Л.О., Яблонских Л.А., Куролап С.А. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2015. № 4. С. 59–65.
- Sereda L.O., Yablonskikh L.A., Kurolap S.A. Assessment of the ecological and geochemical state of the soil cover of the city district of Voronezh // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2015. № 4. P. 59–65 (in Russian).
5. Медико-экологический атлас города Воронежа. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.files/page0046.htm> (дата обращения: 08.10.2019).

The medical-ecological Atlas of the city of Voronezh. [Electronic resource]. URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.files/page0046.htm> (date of access: 08.10.2019) (in Russian).

6. Куролап С.А., Попова И.В., Сарычев Д.В., Клепиков О.В., Виноградов П.М. Оценка техногенного загрязнения воздушного бассейна и микроклиматической комфортности городской среды // Сборник научных статей. Экологическая ситуация и риски для здоровья населения города Воронежа. Воронеж, 2018. С. 34–56.

Kurolap S.A., Popova I.V., Sarychev D.V., Klepikov O.V., Vinogradov P.M. Assessment of technogenic pollution of the air basin and microclimatic comfort of the urban environment // Collection of scientific articles. Environmental situation and health risks of the Voronezh city population. Voronezh, 2018. P. 34–56 (in Russian).

7. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2018 году. Воронеж, 2019. 240 с.

Report on the state of the environment in the Voronezh region in 2018. Voronezh, 2019. 240 p. (in Russian)

8. Русское географическое общество, Воронежский государственный университет, Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области «Медико-экологический атлас города Воронежа». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.files/page0046.htm> (дата обращения: 08.10.2019).

Russian geographical society, Voronezh state University, center of hygiene and epidemiology in the Voronezh region «Medical and environmental Atlas of the city of Voronezh».

[Electronic resource]. URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.files/page0046.htm> (date of access: 08.10.2019). (in Russian).

9. Смольянинов В.М., Овчинникова Т.В., Ашихмина Т.В., Куприенко П.С. Прогнозирование изменений гидролого-гидрогеологической обстановки в районе водозаборов на примере водоснабжения г. Воронежа // Вода и экология: проблемы и решения. 2019. № 2 (78). С. 50–58. DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.50-58.

Smolyaninov V.M., Ovchinnikova T.V., Ashikhmina T.V., Kuprienko P.S. Prediction of changes in the hydrological-hydrogeological situation in the water intake area on the example of water supply in Voronezh // Water and ecology: problems and solutions. 2019. № 2 (78). P. 50–58 (in Russian).

10. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2017 году. Воронеж, 2018. 220 с.

Report on the state of the environment in the Voronezh region in 2017. Voronezh, 2018. 220 p. (in Russian).

11. Разиньков Н.Д., Овчинникова Т.В., Куприенко П.С., Ашихмина Т.В., Корпусов А.Ю. Гидрологические природно-технические системы: проблемы и региональный опыт управления: монография. Воронеж: Изд. «Цифровая полиграфия», 2019. 132 с.

Razinkov N.D., Ovchinnikova T.V., Kuprienko P.S., Ashikhmina T.V., Korpusov A. Yu. Hydrological natural-technical systems: problems and regional management experience: Monograph. Voronezh: Izd. «Tsifrovaya poligrafya», 2019. 132 p. (in Russian).