



УДК 614.8  
DOI 10.52684/2312-3702-2021-38-4-28-32

## СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. Г. Чернышова, А. М. Капизова*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия*

Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Основой для выявления закономерностей служат наблюдения за состоянием воздушного бассейна. Необходимость организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне интенсивного антропогенного воздействия определяется предварительными экспериментальными (в течение одного–двух лет) и теоретическими исследованиями с использованием методов математического и физического моделирования. Такой подход позволяет оценить степень загрязнения той или иной примесью атмосферного воздуха в городе или любом другом населенном пункте, где имеются стационарные и передвижные источники выбросов вредных веществ. В Астраханской области сеть производственного экологического мониторинга широко представлена в Астраханском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ООО «Газпром добыча Астрахань». Сеть наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха является в настоящем и будущем единственным экспериментальным средством оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха. Общими задачами сети являются: повышение эффективности, качества, надежности и достоверности данных наблюдений; внедрение новых методов многокомпонентного анализа примесей в атмосферном воздухе и в отходящих газах; достижение оптимального соотношения используемых в различных городах и населенных пунктах методов ручного отбора и полуавтоматических методов, повышение автоматизации средств измерений; установление тенденций и причин изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** *загрязнение атмосферного воздуха, контроль загрязнения атмосферного воздуха, экологический мониторинг.*

## SYSTEM OF PRODUCTION ENVIRONMENTAL MONITORING IN ASTRAKHAN REGION

*A. G. Chernyshova, A. M. Kapizova*

*Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia*

Knowledge of the regularities of the formation of levels of air pollution, the tendencies of their changes is extremely necessary to ensure the required cleanliness of the air basin. The basis for identifying patterns is the observation of the state of air pollution. The need to organize air pollution control in the zone of intense anthropogenic impact is determined by preliminary experimental (within 1–2 years) and theoretical studies using methods of mathematical and physical modeling. This approach makes it possible to estimate the degree of pollution of one or another admixture of atmospheric air in a city or any other settlement where there are stationary and mobile sources of emissions of harmful substances. In the Astrakhan Region, the industrial environmental monitoring network is widely represented in the Astrakhan Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring and Gazprom Dobycha Astrakhan LLC. The network for observing and monitoring atmospheric air pollution is, in the present and in the future, the only experimental means of assessing the state of atmospheric air pollution. The general objectives of the network are: increasing the efficiency, quality, reliability and reliability of observation data; introduction of new methods for multicomponent analysis of impurities in atmospheric air and in waste gases; achieving an optimal ratio of manual selection methods and semi-automatic methods used in various cities and towns, increasing the automation of measuring instruments; establishment of trends and reasons for changes in the levels of air pollution.

**Keywords:** *air pollution, air pollution control, environmental monitoring.*

Уровень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха создается в результате поступления выбросов вредных веществ от всех источников, влияния атмосферных процессов на перенос и рассеивание этих веществ. Максимум и характер изменения концентрации примеси с расстоянием зависит от мощности выброса, высоты трубы, температуры и скорости выбрасываемых газов, а также метеорологических условий. При низких и холодных выбросах (дымовые и вентиляционные трубы) вблизи источника концентрация примеси невелика, она увеличивается на подветренной стороне и достигает максимума на некотором расстоянии от трубы, зависящем от скорости ветра. Чем выше источник загрязнения, тем больше рассеивается примесь в атмосфере, прежде чем достигнет подстилающей поверхности. Рассеивающая способность атмосферы также зависит от вертикального распределения температуры воздуха и скорости ветра. Инверсии температуры в сочетании с различными скоростями ветра могут усиливать опасность накопления примесей или создавать условия для их рассеивания. Большую опасность для города представляют застойные

ситуации, когда мощная и длительная приземная инверсия сопровождается слабым ветром. При этом низкие и неорганизованные выбросы, в том числе выбросы автотранспорта, накапливаются в приземном слое [4].

Важную роль в формировании уровня загрязнения играет солнечная радиация, под влиянием которой происходят фотохимические реакции и образуются вторичные продукты загрязнения, которые могут быть более токсичными, чем вещества, поступающие от источников выбросов. В ясные солнечные дни создаются условия взаимного превращения диоксида азота в оксид азота с образованием озона, окисления диоксида серы с образованием сульфатных аэрозолей. В результате фотохимического эффекта в загрязненном воздухе может формироваться смог.

Накопление примесей усиливается в тумане, при их поглощении влагой могут образоваться более токсичные вещества. Например, в тумане происходит окисление диоксида серы до серной кислоты. Доказано, что при образовании тумана происходит увеличение концентрации примеси на 40–110 % по сравнению с концентрацией ее до тумана. С туманами часто возникают зимние

смоги, когда в течение длительного времени в приземном слое сохраняются высокие концентрации вредных веществ.

Большое прямое или косвенное влияние на содержание примесей оказывает температура воздуха. В зависимости от температуры меняется расход топлива на обогрев помещений и, следовательно, выбросы вредных веществ в атмосферу. Температура является важным фактором в образовании фотохимических загрязнений.

Осадки приводят к заметному очищению воздуха от большинства вредных веществ, поступающих как от высоких, так и от низких выбросов.

Существенное влияние на рассеивание примесей в условиях города оказывают высота застройки, ширина и направление улиц, зеленые массивы и водные объекты, которые как бы образуют разные формы наземных препятствий воздушному потоку и приводят к возникновению особых метеорологических условий в городе [1].

Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Служба наблюдений и контроля состояния атмосферного воздуха состоит из двух частей, или систем: наблюдений (мониторинга) и контроля. Первая система обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах и территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных источников загрязнения. Вторая система – контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу [4].

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах интенсивного антропогенного воздействия (в городах, промышленных и агропромышленных центрах и т. д.) и районах, удаленных от источников загрязнения (в фоновых районах). Как правило, фоновые наблюдения по специальной программе фонового экологического мониторинга проводятся в биосферных заповедниках и заповедных территориях. Программа данной разновидности мониторинга включает также определение фонового уровня загрязняющих веществ антропогенного происхождения во всех средах, включая биоту. На станциях фонового мониторинга наблюдение за качеством атмосферного воздуха осуществляется по физическим, химическим и биологическим показателям [1].

Необходимость организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне интенсивного антропогенного воздействия определяется предварительными экспериментальными (в течение одного–двух лет) и теоретическими исследованиями с использованием методов математического и физического моделирования. Такой подход позволяет оценить степень загрязнения той или иной примесью атмосферного воздуха в городе

или любом другом населенном пункте, где имеются стационарные и передвижные источники выбросов вредных веществ. Программа разрабатывается исходя из задач каждого измерительного пункта и особенностей изменчивости концентрации каждой примеси в атмосферном воздухе. Пост наблюдений может давать информацию об общем состоянии воздушного бассейна, если он находится вне зоны влияния отдельных источников выбросов, и осуществлять контроль за источниками выбросов, если находится в зоне влияния источников выбросов.

При размещении постов наблюдений предпочтение отдается районам жилой застройки с наибольшей плотностью населения, где возможны случаи превышения установленных пороговых значений гигиенических показателей предельно допустимых концентраций (ПДК). Наблюдения должны проводиться за всеми примесями, уровни которых превышают ПДК. Существующая в России сеть наблюдений загрязнения атмосферного воздуха включает посты ручного отбора проб воздуха и автоматизированные системы наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС). Посты наблюдений за уровнем загрязнения (ПНЗ) воздуха подразделяются на три категории: стационарный – для систематических и длительных наблюдений; маршрутный, представляющий передвижные лаборатории; передвижные (подфакельные), которые служат для разовых наблюдений под дымовыми и газовыми факелами.

Стационарный пост наблюдений – это специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных или наиболее распространенных загрязняющих веществ. Маршрутный пост наблюдений – место на определенном маршруте в городе. Он предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся с помощью передвижной аппаратуры. Маршрутные наблюдения осуществляются на маршрутных постах с помощью передвижной лаборатории. Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника. Подфакельные наблюдения осуществляются по специально разрабатываемым программам и маршрутам за специфическими загрязняющими веществами, характерными для выбросов данного предприятия. Места отбора проб при подфакельных наблюдениях вы-

бирают на разных расстояниях от источника загрязнения с учетом закономерностей распространения загрязняющих веществ в атмосфере [4].

В Астраханской области сеть производственного экологического мониторинга широко представлена в Астраханском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ООО «Газпром добыча Астрахань». Сеть наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на территории Астраханской области и города включает 18 стационарных и 14 автоматических стационарных постов. Для оценки качества уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики: средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м<sup>3</sup>, максимальная разовая концентрация, мг/м<sup>3</sup>, максимальная среднесуточная концентрация, мг/м<sup>3</sup>.

Оценка качества воздуха производится с учетом принятых Минздравом стандартов ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. ПДК подразделяются на максимальные разовые (осредненные за 20 минут) и среднесуточные [4].

Наблюдения Астраханского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей

среды проводятся на восьми стационарных постах. Из них пять постов располагаются в г. Астрахани (ПНЗ 1, ПНЗ 3, ПНЗ 4, ПНЗ 9, ПНЗ 7), один – в г. Нариманов (ПНЗ 8), один – в п. Досанг (ПНЗ 6), один пост – в п. Аксарайский (ПНЗ 10) государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды.

Лабораторией по контролю за атмосферным воздухом ГУ «Астраханский ЦГМС» измеряются десять вредных веществ: основные – взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода; специфические – формальдегид, оксид азота, растворимые сульфаты, сажа, сероводород, аммиак, а также отбираются пробы на тяжелые металлы и бенз(а)перен [2]. Сеть работает в соответствии с требованиями РД 52.04.186-89.

Анализируя мониторинговые наблюдения за период с 2014 по 2018 год, можно сказать, что средние концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота, сероводорода, сажи снизились. Средние концентрации аэрозолей растворимых сульфатов, оксида углерода остались на прежнем уровне. Повысились средние концентрации формальдегида, аммиака (табл. 1).

Таблица 1

**Изменения среднего уровня ( $q_{\text{ср}}$  мг/м<sup>3</sup>) загрязнения воздуха за 2014–2018 годы (г. Астрахань)**

Примесь	Характеристики	Годы					Тенденция
		2014	2015	2016	2017	2018	
Пыль	qср	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	-0,02
Диоксид серы	qср	0,008	0,009	0,008	0,003	0,004	-0,0014
Растворимые сульфаты	qср	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Оксид углерода	qср	1	1	1	1	1	0
Диоксид азота	qср	0,04	0,06	0,04	0,03	0,04	-0,003
Оксид азота	qср	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	-0,004
Сероводород	qср	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	-0,0003
Сажа	qср	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	-0,004
Формальдегид	qср	0,007	0,012	0,009	0,010	0,014	+0,0012
Аммиак	qср	0,00	0,02	0,05	0,02	0,03	+0,006

За 2018 год средняя концентрация диоксида азота и серы в городе не превышала 1 ПДК (0,2 мг/м<sup>3</sup>). Максимальная из разовых концентраций 0,54 мг/м<sup>3</sup> (2,7ПДК) отмечена на ПНЗ 3. В целом по городу повторяемость концентраций выше ПДК (ПДК м.р. – 0,2 мг/м<sup>3</sup>, ПДК с.с. – 0,04 мг/м<sup>3</sup>) равна 1 %. Средняя и максимальная из разовых концентраций оксида азота не превышала 1 ПДК (ПДК м.р. – 0,2 мг/м<sup>3</sup>, ПДК с.с. – 0,04 мг/м<sup>3</sup>). Средние концентрации взвешенных веществ – 1 ПДК (0,5 мг/м<sup>3</sup>). Максимальная из разовых концентраций 0,7 мг/м<sup>3</sup> (1,4 ПДК) отмечена на ПНЗ 4. В целом по городу повторяемость концентраций выше ПДК (ПДК м.р. – 0,5 мг/м<sup>3</sup>, ПДК с.с. – 0,15 мг/м<sup>3</sup>) равна 0,1 %. Средняя концентрация оксида углерода не превышала 1 ПДК (5,0 мг/м<sup>3</sup>). Максимальная из разовых концентраций 9 мг/м<sup>3</sup> (1,8 ПДК) отмечена на ПНЗ 3. В целом по городу повторяемость концентраций выше ПДК (ПДК м.р. – 5,0 мг/м<sup>3</sup>,

ПДК с.с. – 3,0 мг/м<sup>3</sup>) равна 1 %. Средняя за год концентрация формальдегида составила 0,013 мг/м<sup>3</sup> (3,7 ПДК). Максимальная из разовых концентраций 0,098 мг/м<sup>3</sup> (2,8 ПДК (ПДК м.р. – 0,035 мг/м<sup>3</sup>) наблюдалась на ПНЗ 8. Повторяемость концентраций выше ПДК (0,035 мг/м<sup>3</sup>) в целом по городу составила 5 %. Средняя за год концентрация растворимых сульфатов равна 0. Средняя за год концентрация сероводорода (ПДК м.р. – 0,008 мг/м<sup>3</sup>), аммиака (ПДК м.р. – 0,2 мг/м<sup>3</sup>, ПДК с.с. – 0,04 мг/м<sup>3</sup>) не превышала 1 ПДК. Максимальная из разовых концентраций составила: сероводород – 1,1 ПДК (0,009 мг/м<sup>3</sup>); сажа – 1,1 ПДК (0,17 мг/м<sup>3</sup>) [2].

По набору контролируемых показателей и регламенту деятельности посты наблюдения Ведомственной лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС) ООО «Газпром добыча Астрахань» включены в общегосударственную сеть наблюдений за состоянием атмосферного воздуха (ОГСНА)

Росгидромета России, территориально-производственную систему экологического мониторинга Астраханской области. Основной задачей ЛООС является осуществление комплекса работ в области производственного экологического мониторинга (ПЭМ) природных сред, находящихся в зоне воздействия Астраханского газового комплекса (АГК – атмосферный воздух, природные воды и почвы). В настоящее время в системе ПЭМ АГК функционируют 14 автоматизированных поста контроля загазованности (АПКЗ), двенадцать из которых размещены вблизи границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) комплекса со стороны населенных пунктов, ПКЗ № 1 – ст. Досанг, ПКЗ № 2 – п. Комсомольский, ПКЗ № 3 – район п. Бахаревский, ПКЗ № 4 – северо-восточная окраина ст. Аксарайский (бывший п. Вахтовый), ПКЗ № 5 – южная окраина ст. Аксарайский, ПКЗ № 6 – п. Мирный, ПКЗ № 7 – с. Сеитовка, ПКЗ № 9 – в 6 км южнее АГПЗ, ПКЗ № 10 – п. Степной, ПКЗ № 11 – между

п. Степной и п. Хожетай на северном берегу р. Берекет, ПКЗ № 12 – п. Придельтовое лесничество, ПКЗ № 13 – с. Кигач, два АПКЗ расположены в г. Нариманов и г. Астрахань [3].

Ведомственная лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС) ООО «Газпром добыча Астрахань» проводит наблюдения в пяти населенных пунктах Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ). Мониторинговые наблюдения осуществляются на постах следующих типов: стационарные (ст. Аксарайская); маршрутные (с. Бузан – СМП, ст. Досанг, п. Комсомольский, с. Сеитовка, граница 5 км СЗЗ); передвижные (п/ф 3 км от факелов АГПЗ; п/ф 5 км от факелов АГПЗ; п/ф 8 км от факелов АГПЗ). За многолетний период отмечена устойчивость в распределении средних и максимальных концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха изучаемых населенных пунктов (рис.).

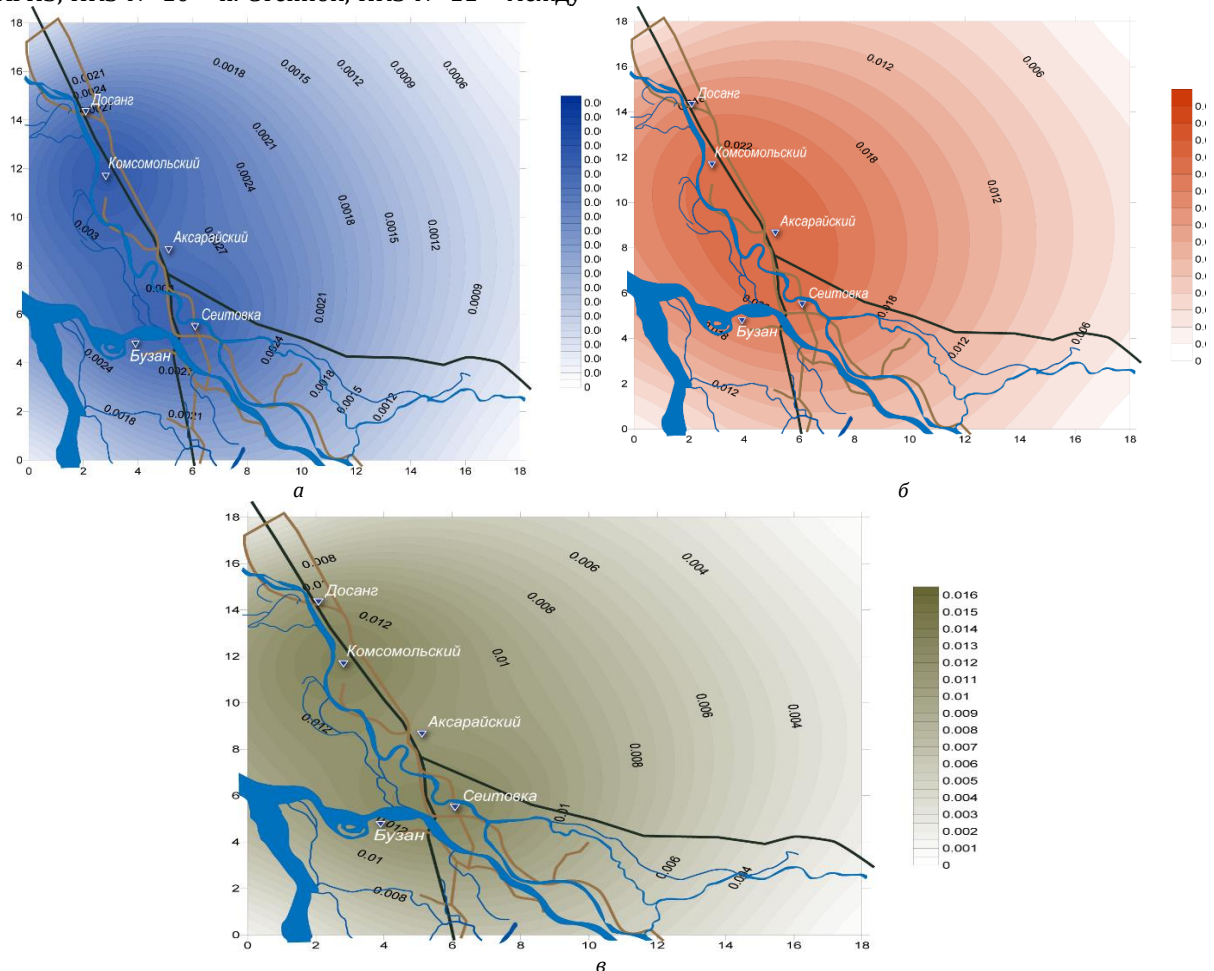


Рис. Средние многолетние показатели (2014–2018 гг.) по основным загрязняющим веществам: а – сероводород ( $H_2S$ ), б – диоксид азота ( $NO_2$ ), в – диоксид серы ( $SO_2$ )

Загрязнение атмосферного воздуха по отдельным населенным пунктам, расположенным на границе СЗЗ АГК, в течение последних пяти лет имеет сходный характер по направленности и отличается стабильностью. Величины многолетних средних концентраций загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов, прилегающих к границе СЗЗ АГК невелики, явных различий по отдельным поселкам не наблюдается [3]. Средние и максимальные концентрации ингредиентов в подфакельных наблюдениях представлены в таблице 2.



**Средние и максимальные концентрации загрязняющих веществ в подфакельных наблюдениях от АГПЗ**

Точка отбора	Период	Загрязняющие вещества, мг/м <sup>3</sup>					
		Диоксид серы		Диоксид азота		Сероводород	
		Сред	Макс	Сред	Макс	Сред	Макс
п/ф АГПЗ 3 км	2018	0,0227	0,181	0,045	0,28	0,0057	0,019
	Многолетние	0,0164	0,238	0,037	0,29	0,0049	0,026
п/ф АГПЗ 5 км	2018	0,0179	0,162	0,037	0,22	0,0045	0,008
	Многолетние	0,0120	0,158	0,037	0,23	0,0038	0,015
п/ф АГПЗ 8 км	2018	0,0128	0,090	0,030	0,16	0,0037	0,006
	Многолетние	0,0080	0,128	0,022	0,18	0,0028	0,008

В период с 2014 по 2018 год среднегодовые и максимальные концентрации диоксида серы и сероводорода в атмосферном воздухе при подфакельных наблюдениях стабилизировались.

Анализ многолетних значений комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха по всем пунктам наблюдения свидетельствует, что величина данного показателя изменяется в пределах от 0,60 в населенных пунктах до 1,56 при подфакельных наблюдениях в точке 3 км от АГПЗ. Все это свидетельствует о низком уровне загрязнения атмосферного воздуха в зоне комплекса. Величины индекса загрязнения по результатам мониторинга 2014–2018 годов полностью вписываются в средние многолетние значения данного показателя. Оценка качества атмосферного воздуха в населенных пунктах, расположенных за пределами границ СЗЗ комплекса, по данным автоматизированной системы контроля свидетельствует о низком уровне загрязнения измеряемыми ингредиентами.

Исходя из контроля над состоянием атмосферного воздуха, можно отметить, что ареалы

выбросов данного предприятия концентрируются в основном в промышленной и СЗЗ, носят локальный характер. Присутствие в нижних слоях атмосферного воздуха опасных примесей в пределах допустимых значений тем не менее свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке в районе исследования. Следовательно, для предотвращения роста загрязнения необходимо проводить мероприятия по снижению выбросов. В настоящем и будущем сеть наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха является единственным экспериментальным средством оценки. Общими задачами сети являются: повышение эффективности, качества, надежности и достоверности данных наблюдений; внедрение новых методов многокомпонентного анализа примесей в атмосферном воздухе и отходящих газах; достижение оптимального соотношения используемых в различных городах и населенных пунктах методов ручного отбора и полуавтоматических методов, повышение автоматизации средств измерений; установление тенденций и причин изменения уровней загрязнения.

**Список литературы**

1. Коробкин В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 6-е изд. доп. и перераб. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 576 с.
2. Материалы к Государственному докладу о состоянии природной среды РФ по Астраханской области за 2018 г. : монография / под общ. ред. Г.М. Михайлова. – Астрахань : ООО «ЦНТЭП», 2018. – 176 с.
3. Отчет Лаборатории охраны окружающей среды военизированной части ООО «Газпром добыча Астрахань» за 2018 год. – Астрахань. – 92 с.
4. РД 52.04.186-89 Руководство по загрязнению атмосферы. – Москва : Госгидромет, 1991. – 693 с.

© А. Г. Чернышова, А. М. Капизова

**Ссылка для цитирования:**

Чернышова А. Г., Капизова А. М. Система производственного экологического мониторинга в Астраханской области // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 4 (38). С. 28–32.