

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Тарасова Т.Ф., Байтелова А.И., Гурьянова Н.С.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В последнее время нефтеперерабатывающая промышленность оказывает заметное влияние на общее загрязнение природной среды. По загрязнению воздушного бассейна она занимает четвертое место после электроэнергетики, машиностроения и химической промышленности. Основными вредными веществами, выбрасываемые в атмосферу на нефтеперерабатывающих заводах, являются углеводороды, сернистый газ, сероводород, оксиды углерода, оксиды азота, фенол и т.д. [1]

В качестве источника выбросов было рассмотрено ОАО «Газпром Нефтехим Салават», которое входит в тройку крупнейших нефтехимических производителей в России и является одним из крупнейших производителей бутиловых спиртов, бензина, этилена, пропилена, полиэтилена и других продуктов нефтехимии. ОАО «Газпром Нефтехим Салават» основано в 1948 году (до 2011 года – ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»). Основными направлениями деятельности предприятия являются производство и реализация продукции нефтепереработки, нефтехимии и минеральных удобрений. Перечень производимой обществом крупнотоннажной товарной продукции насчитывает более 70 наименований: автомобильные бензины, дизельные топлива, керосины, топочные мазуты, толуол, сжиженные газы, бутиловые спирты, аммиак, карбамид, полиэтилен, полистиролы, серу, широкий ассортимент бытовых товаров из пластмасс и многое другое. Производственный комплекс ОАО «Газпром Нефтехим Салават» включает в себя 7 заводов: Нефтеперерабатывающий завод - производство нефтепродуктов, сырья для производства битумов, бензола, толуола; Завод минеральных удобрений - производство азотных удобрений; Завод «Синтез» - производство оксоспиртов (бутилового, изобутилового, изооктывового), фталатных пластификаторов и фталевого ангидрида; Нефтехимический завод - производство нефтехимической продукции, а также товаров народного потребления; Завод по производству катализаторов - производство цеолитных катализаторов и силикагелей; Завод «Мономер» - производство бензола, этилбензола, стирола, этилена и пропилена, полистиролов различных марок.

Для оценки воздействия ОАО «Газпром Нефтехим Салават» на качество атмосферного воздуха нами была рассчитана категория опасности предприятия. Категория опасности предприятия (КОП) используется для характеристики изменений качества атмосферы через выбросы, осуществляемые стационарными источниками, с учётом их токсичности. [2]

КОП определяется через массовые характеристики выбросов в атмосферу:

$$КОП = \sum_{i=1}^m КОВи = \sum_{i=1}^m \left(\frac{Mi}{ПДКи} \right)^{\alpha_i}, \quad (1)$$

где m - количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

КОВи - категория опасности i -го вещества, м³/с;

Ми - масса выбросов i -ой примеси в атмосферу, г/с;

ПДКи- среднесуточная ПДК i -го вещества в атмосфере населённого пункта, мг/м³;

α_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью диоксида серы (табл. 1).

Таблица 1 - Значения коэффициента α_i для разного класса опасности загрязняющих веществ

Класс опасности вещества	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Значения КОП рассчитывают при условии, когда $\frac{Mi}{ПДКи} > 1$

При $\frac{Mi}{ПДКи} < 1$ значения КОП не рассчитываются и приравниваются к нулю.

Для расчёта КОП при отсутствии ПДКсс используют значения ПДК_{мр}, ОБУВ или уменьшенные в 10 раз значения предельно допустимых концентраций рабочей зоны. Для веществ, по которым отсутствует информация о ПДК или ОБУВ, значения КОП приравнивают к массе выбросов данных веществ. [2]

Предприятия по величине категории опасности делят на четыре категории. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Граничные условия для деления предприятий по категории опасности

Категория опасности предприятия	Значения КОП
I	$>31,7 \cdot 10^6$
II	$>31,7 \cdot 10^4$
III	$>31,7 \cdot 10^3$
IV	$<31,7 \cdot 10^3$

В результате деятельности предприятия ОАО “Газпром Нефтехим Салават” в атмосферный воздух выбрасываются вредные примеси, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Расчёт категории опасности предприятия ОАО “Газпром Нефтехим Салават”

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Масса		КОВ	
			т/год	%	м ³ /с	%
Сероводород	0,008	2	40,39	3,56	5827953,35	98,14
Азота оксид	0,06	3	54,01	4,76	28535,28	0,48
Серы диоксид	0,05	3	32,25	2,85	20446,5	0,34
Углерода оксид	3	4	40,68	3,59	234,41	0,011
Взвешенные вещества	0,15	3	285,9	25,22	60420,5	1,017
Углеводороды	50	4	680,3	60,02	235,13	0,012
Всего	-	-	1133,53	100	5937825,17	100

Приоритетным загрязняющим веществом по массе выбросов от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” являются углеводороды (60,02 %), на втором месте находятся взвешенные вещества (25,22 %) и на третьем месте оксид азота – (4,76 %). Приоритетной примесью по категории опасности вещества является сероводород (98,14 %), на втором месте находятся взвешенные вещества (1,017 %) и на третьем – оксид азота (0,48 %). Таким образом, ОАО “Газпром Нефтехим Салават” является предприятием II категории опасности с санитарно-защитной зоной (СЗЗ) размером 500 метров, что соответствует санитарной классификации предприятия.

Выбросы вредных веществ в атмосферу от передвижных и стационарных источников, в том числе и высокотоксичных, локализуются в приземном слое атмосферы и оказывают непосредственное воздействие на почву.

Пробы на содержание загрязняющих веществ отбирались в почвенном покрове исследуемой территории, прилегающей к ОАО “Газпром Нефтехим Салават”. Отбор проб проводился в каждом из пунктов наблюдения согласно приоритетным направлениям ветра по следующей схеме:

- пункт отбора проб № 1 располагается к юго-западу на границе санитарно-защитной зоны;
- пункт № 2 – к юго-западу на расстоянии 100 метров от санитарно-защитной зоны;
- пункт № 3 располагается к юго-западу на расстоянии 200 метров от санитарно-защитной зоны;
- пункт № 4 располагается к западу на границе санитарно-защитной зоны;
- пункт № 5 – к западу на расстоянии 100 метров от санитарно-защитной зоны;
- пункт № 6 находится к западу на расстоянии 200 метров от санитарно-защитной зоны.

Так как приоритетными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, являются сероводород и оксид

азота, то с учётом их возможных химических превращений предполагалось образование кислотообразующих ионов и, как следствие, закисление почв. Поэтому в почвенном покрове нами было определено содержание сульфат -, сульфид -, гидросульфид -, карбонат - и гидрокарбонат - ионов, а также концентрации хлорид – ионов, ионов цинка, кальция, магния и аммония.

Химический анализ состава отобранных нами проб осуществляли по общепринятым методикам. Содержание гидросульфид -, сульфид – ионов, и гидрокарбонат -, карбонат – ионов определяли титрометрическим методом при доверительной вероятности 0,95, ошибка эксперимента составила 1,0 и 2,0 % соответственно. Содержание сульфат-ионов определяли фотоколориметрическим методом. При доверительной вероятности 0,95, ошибка эксперимента составила 5 %. Содержание хлорид – ионов определяли по методу Мора.

Оценку качества почвы территории, прилегающей к ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, проводили не только по концентрации загрязняющих веществ в ней, но и по ряду других показателей, так как изменение качественных и количественных характеристик почвы может быть объективно интерпретировано только в сравнении с естественным состоянием почвы, с ее фоновыми показателями качества. Поэтому одним из критериев экологического состояния почв является коэффициент концентрации по примеси, представляющий собой отношение концентрации загрязняющего компонента в почве по сравнению с фоном (таблица 4). [3]

Таблица 4 - Фоновые концентрации загрязняющих веществ в почвенном покрове, мг/кг

Вещество	Фоновые концентрации
Гидрокарбонат-ионы	503,2
Хлорид-ионы	241,4
Ионы аммония	34
Сульфат-ионы	1,14
Ионы кальция	66
Ионы магния	2,4
Гидросульфид-ионы	11,4
Ионы цинка	0,053

Для оценки степени загрязнения почв также используют суммарный показатель химического загрязнения почв (Z_c), который рассчитывается по формуле (таблица 5):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n - 1), \quad (2)$$

где n – число определяемых элементов.

Таблица 5 – Критерии оценки степени химического загрязнения объектов окружающей среды

Показатели	Параметры			
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Зона критических нагрузок	Относительно удовлетворительная ситуация
Показатель химического загрязнения почвы, Zс	>128	32-128	16-32	<16

Значения коэффициентов концентрации вредных примесей в почвенном покрове территории, прилегающей к ОАО “Газпром Нефтехим Салават” представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Влияние ОАО “Газпром Нефтехим Салават” на коэффициенты концентрации загрязняющих веществ в почвенном покрове исследуемой территории

Примесь	Коэффициент концентрации загрязняющих веществ					
	1	2	3	4	5	6
Гидросульфид – ионы (HS ⁻)	0,186	0,129	0,075	0,279	0,149	0,075
Хлорид – ионы (Cl ⁻)	0,813	0,473	0,365	0,817	0,559	0,539
Гидрокарбонат – ионы (HCO ₃ ⁻)	1,576	1,284	1,096	1,742	1,137	0,947
Сульфат – ионы (SO ₄ ²⁻)	19,649	11,842	8,377	39,342	38,114	23,684
Цинк (Zn ²⁺)	13,981	13,472	7,547	14,132	13,792	5,208
Магний (Mg ²⁺)	6,188	4,333	4,667	7,167	6,188	5,50
Кальций (Ca ²⁺)	1,081	0,869	0,838	1,091	0,889	0,865
Ионы – аммония (NH ₄ ⁺)	0,843	0,741	0,304	1,231	0,799	0,613

Анализ полученных значений коэффициентов концентрации анионов и катионов на территории, прилегающей к ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, представленных в таблице 6, показал:

- наибольшее значение коэффициентов концентрации наблюдается у сульфат – ионов. Наибольшее значение коэффициентов концентрации сульфат – ионов прослеживается на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” (39,342), минимальное значение (8,377) - на расстоянии 200 м от границы СЗЗ к юго-западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават”;

- максимальное значение коэффициентов концентрации ионов цинка составляет 14,132 на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават”;

минимальное значение (5,208) наблюдается на расстоянии 200 м к западу от границы СЗЗ;

- наибольшее значение коэффициентов концентрации ионов магния прослеживается на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” (7,167), минимальное значение (4,667) - на расстоянии 200 м от границы СЗЗ к юго-западу от ООО ОАО “Газпром Нефтехим Салават”;

- максимальное значение коэффициентов концентрации гидрокарбонат – ионов наблюдается на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” и составляет 1,742, минимальное значение (0,947) прослеживается на расстоянии 200 м от границы СЗЗ в западном направлении от исследуемого источника;

- максимальное значение коэффициентов концентрации ионов аммония выявлено на границе СЗЗ к юго-западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” (1,231), минимальное значение составляет 0,304 на расстоянии 200 м в юго-западном направлении от границы СЗЗ;

- максимальное значение коэффициентов концентрации ионов кальция обнаружено (1,091) на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, минимальное значение (0,838) прослеживается на расстоянии 200 м от границы СЗЗ к юго-западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават”;

- максимальное значение коэффициентов концентрации хлорид – ионов (0,817) выявлено на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, минимальное значение (0,365) - на расстоянии 200 м к юго-западу от границы СЗЗ;

- наименьшим коэффициентом концентрации обладают гидросульфид – ионы. Максимальное значение коэффициентов концентрации гидросульфид – ионов прослеживается на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” (0,279), минимальное значение составляет 0,075 и наблюдается на расстоянии 200 м от границы СЗЗ юго-западном и западном направлениях.

Таким образом, анализ значений коэффициентов концентраций загрязняющих веществ в почве исследуемой территории показал, что приоритетной примесью являются сульфат-ионы (39,342), на втором месте находятся ионы цинка (14,132) и на третьем ионы магния – (7,167).

Значения показателя химического загрязнения (ПХЗ) почвенного покрова территории, прилегающей к ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, представлены в таблице 7.

По значению суммарного показателя химического загрязнения почв Z_C (формула 2) согласно существующей градации (таблица 5) было получено, что вся территория, прилегающая к ОАО “Газпром Нефтехим Салават”, относится к зоне чрезвычайных экологических ситуаций, так как значения находятся в пределах 32-128, и только на расстоянии 200 метров в юго-западном направлении от СЗЗ наблюдается зона критических нагрузок. Причем максимальное значение наблюдается на границе СЗЗ к западу от ОАО “Газпром Нефтехим Салават” и составляет 65,801, а минимальное значение (23,269) - на расстоянии 200 м к юго-западу от границы СЗЗ (таблица 7).

Таблица 7 – Значения суммарного показателя химического загрязнения почв (Z_c) территории, прилегающей к ОАО “Газпром Нефтехим Салават”

Место отбора проб	Значения суммарного показателя химического загрязнения почв
1	44,317
2	33,143
3	23,269
4	65,801
5	61,627
6	37,428

Таким образом, газообразные загрязняющие вещества, выбрасываемые предприятием, трансформируются в атмосфере в кислотообразующие ионы, затем вымываются из нее осадками и попадают в почву территории, где накапливаются и вызывают значительное закисление почвенного покрова. [4] Это делает урбанизированную территорию, прилегающую к исследуемому источнику, экологически неблагоприятной.

Список литературы

1. Экология. Риск. Безопасность: Материалы Международной научно-практической конференции: Сборник научных трудов – В 1 т. – Курган: Издательство Курганского гос. университета, 2010. – Т.1. – С.114-115. - ISBN 978-5-4217-0035-7.
2. Тарасова, Т.Ф., Байтелова, А.И. Анализ взаимодействия между техногенной и квазиприродной средами в городской экосистеме / Вестник Оренбургского государственного университета. Спецвыпуск. Материалы IV Всеросс. научн. – практ. конф. «Проблемы экологии Южного Урала». Часть II. Пространственно – временные особенности структурно – функциональной организации и проблемы развития территорий. 2009. Оренбург: ГОУ ОГУ. – С. 226-228.
3. Тарасова, Т.Ф., Байтелова, А.И., Гурьянова, Н.С. Оценка экологического состояния почв на антропогенно – модифицированных территориях / Вестник ОГУ, 2013, № 10 (159). Оренбург: ГОУ ОГУ. - С. 246-248.
4. Тарасова, Т.Ф., Байтелова, А.И., Гурьянова, Н.С. Оценка изменений абиотической составляющей экосистем в зоне влияния предприятий газовой промышленности / Вестник ОГУ, 2013, № 10 (159). Оренбург: ГОУ ОГУ. - С. 310-312.