

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА КАЧЕСТВО ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (на примере МП «Салехардэнерго»)

В статье проведена оценка влияния предприятий топливно – энергетического комплекса, на примере МП «Салехардэнерго», на состояние атмосферного воздуха, а через него на качество почвенного покрова города Салехарда. Установлено, что МП «Салехардэнерго» является предприятием II категории опасности, размер его санитарно-защитной зоны составляет 500 м. По значению суммарного показателя химического загрязнения почв изучаемая территория на границе СЗЗ и на расстоянии 100 м от нее относится к зоне критических нагрузок, а остальная территория – к относительно удовлетворительной ситуации.

Ключевые слова: категория опасности вещества, мониторинг почв, химическое загрязнение, коэффициент концентрации, показатель химического загрязнения почв.

Человек загрязняет окружающую среду уже тысячелетиями, однако последствия употребления огня, которым он пользовался весь этот период, были незначительны. Это начальное загрязнение окружающей среды не представляло проблемы. Так было вплоть до начала девятнадцатого века. Лишь за последние сто лет развитие промышленности «одарило» нас такими производственными процессами, последствия которых вначале человек ещё не мог себе представить [1].

В настоящее время высокая степень загрязнения воздушного пространства в России наблюдается из-за наличия экологически грязных предприятий топливно-энергетической промышленности, неудовлетворительной эксплуатации газопылеулавливающих систем и большой плотности автотранспорта. Объекты энергетики, как и многие предприятия других отраслей промышленности, представляют собой источники неизбежного, потенциального, до настоящего времени практически количественно не учитываемого риска для населения и окружающей среды. Энергетические объекты (топливно-энергетический комплекс вообще и объекты энергетики в частности) по степени влияния на окружающую среду принадлежат к числу наиболее интенсивно воздействующих на атмосферу. В теплоэнергетике источником массированных атмосферных выбросов являются теплоэлектростанции, предприятия и установки паросилового хозяйства, работа которых связана со сжиганием топлива [2].

Поступление загрязняющих веществ в воздушную среду от предприятий топливно-энер-

гетического комплекса происходит как при добыче и транспортировке топлива, так и при работе электростанций на твердом, жидком и газообразном топливе, в результате чего при сгорании твердого топлива в атмосферу выбрасываются такие соединения, как летучая зола с частицами недогоревшего топлива, сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, некоторое количество фтористых соединений, а также газообразные продукты неполного сгорания топлива, а при сгорании жидкого топлива – сернистый и серный ангидриды, оксиды азота и соединения ванадия.

В результате вымывания примеси, выбрасываемые топливно-энергетическим комплексом, из атмосферы попадают в почву прилегающей территории, вызывая, тем самым, ее загрязнение. При этом в почве происходит накопление сульфат-, гидрокарбонат-, нитрат-, сульфид- и хлорид-ионов, а также соединений различных металлов [3]. Поэтому целью данной работы является оценка воздействия выбросов МП «Салехардэнерго» города Салехард на качество почвенного покрова прилегающей территории. В задачи исследования входило:

- определение категории опасности МП «Салехардэнерго» и размера санитарно-защитной зоны;
- определение концентрации и коэффициентов концентрации загрязняющих веществ в почвенном покрове территории, прилегающей к МП «Салехардэнерго», и выявление приоритетных примесей на данной территории;
- расчет суммарного показателя химического загрязнения почвенного покрова террито-

рии проведение ранжирования изучаемой территории по этому показателю.

В качестве источника выбросов нами рассмотрено МП «Салехардэнерго», которое расположено в городской черте г. Салехарда Ямало-Ненецкого Автономного Округа. Санитарно – защитная зона МП «Салехардэнерго» согласно существующей документации составляет 300 м.

На площадке МП «Салехардэнерго» предусматривается следующий состав сооружений:

- теплоэлектростанция – 14 МВт;
- блок подготовки топливного газа;
- емкость для слива масла объемом 10 м³;
- емкости для слива антифриза (2 штуки, объемом по 5 м³);
- емкости для хранения запаса антифриза (2 штуки, объемом по 5 м³);
- емкости для хранения масла (2 штуки, объемом по 25 м³);
- технологические трубопроводы;
- сети хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- тепловые сети;
- сеть самотечной бытовой канализации;
- электроснабжение и автоматизация технологических установок и систем энергоблока;
- система электрического обогрева трубопроводов.

Теплоэлектростанция электрической мощностью 14 МВт, включает кроме основных энергосиловых агрегатов следующие системы: утилизации и отвода тепла, топливоснабжения, маслоснабжения, автоматики контроля и управления производством, распределение электрической и тепловой энергии и необходимое вспомогательное оборудование.

Основным топливом для рассматриваемой электростанции является природный газ давлением 9–12 кг·с/см², подаваемый от ГРС-2 г. Салехарда. В составе электростанции находятся следующие сооружения, имеющие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу:

– энергоблок (ДЭС-1). Энергоблок (ДЭС-1) контейнерного исполнения на базе газовых электрогенераторных установок (ГЭГУ) предназначен для обеспечения собственных нужд заказчика и электроснабжения потребителей ЖКХ г. Салехарда;

– аварийная ДЭС. Аварийное электроснабжение энергоблока (ДЭС-1) обеспечивается от ДЭС мощностью 315 кВт с дизель-генератором

активной мощности 280 кВт. Аварийный дизельный генератор предусмотрен только для аварийного электроснабжения;

– блок подготовки топливного газа. Блок подготовки топливного газа (БПТГ) предназначен для очистки, подогрева, редуцирования и поддержания давления газа на заданном уровне в соответствии с требованиями завода-изготовителя газопоршневых агрегатов. В нём же размещены газорегулирующая аппаратура и приборы коммерческого учёта газа. Блок очистки газа предназначен для очистки газа от механических примесей, конденсата и капельной влаги;

– емкость для слива масла. Емкость предназначена для слива отработанного масла от газопоршневых электроагрегатов. Установка емкости – надземная в теплоизоляции. Откачка масла из ёмкости осуществляется передвижными средствами через сливную муфту;

– емкости для хранения масла. Емкость предназначена для хранения запаса масла;

– открытая стоянка техники.

При работе вышеперечисленных сооружений в эксплуатационном режиме в атмосферу выделяются загрязняющие вещества от организованных и неорганизованных источников выбросов. Источниками организованных выбросов являются дымовые трубы энергоблока и вентиляционная труба насосной. Источниками неорганизованных выбросов являются дыхательные клапаны резервуаров и выхлопные трубы автотранспорта.

Для характеристики изменений качества атмосферы через выбросы, осуществляемые стационарными источниками, с учётом их токсичности, нами была использована категория опасности предприятия (КОП) [2].

Предприятия по величине категории опасности делят на четыре категории. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Граничные условия для деления предприятий по категории опасности

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

В результате деятельности МП «Салехардэнерго» в атмосферный воздух выбрасываются вредные примеси, представленные в таблице 2.

Приоритетным загрязняющим веществом по массе выбросов от МП «Салехардэнерго» является оксид углерода (73,69%), на втором месте находится диоксид азота (20,57%) и на третьем месте оксид азота – 3,34%. Приоритетной примесью по категории опасности вещества является бенз(а)пирен (69,23%), на втором месте находится диоксид азота NO_2 (30,67%) и на третьем – оксид азота (0,05%, таблица 2). МП «Салехардэнерго» является предприятием II категории опасности с санитарно-защитной зоной (СЗЗ) размером 500 метров, что не соответствует санитарной классификации предприятия, где СЗЗ установлена в размере 300 метров.

Все загрязняющие вещества от выбросов МП «Салехардэнерго», в результате вымывания из атмосферы осадками (снегом и дождём) попадают в почву этой территории, вызывая, тем самым, её загрязнение и изменение структуры [4]. Поэтому для оценки изменений, происходящих на территории, нами была проведено определение концентрации вредных примесей в почве исследуемой территории, согласно

приоритетным направлениям ветра. Отбор проб проводился в каждом из пунктов наблюдения по следующей схеме:

- пункт отбора проб №1 располагается в южном направлении от завода на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ);
- пункт №2 располагается в южном направлении от завода на расстоянии 100 м от СЗЗ;
- пункт №3 располагается в южном направлении от завода на расстоянии 200 м от СЗЗ;
- пункт №4 – в южном направлении от завода на расстоянии 300 м от СЗЗ;
- пункт №5 – в юго-западном направлении от завода на границе СЗЗ;
- пункт №6 находится в юго-западном направлении от завода на расстоянии 100 м от СЗЗ;
- пункт №7 находится в юго-западном направлении от завода на расстоянии 200 м от СЗЗ;
- пункт №8 – в юго-западном направлении от завода на расстоянии 300 м от СЗЗ.

Почвенные вытяжки (водные и солевые) анализировались на содержание в них кислотообразующих ионов по существующим методикам при достоверности 0,95 и количестве наружных опытов, равном трем [3].

Приоритетным загрязняющим веществом в почве исследуемой территории по по-

Таблица 2. Расчёт категории опасности МП «Салехардэнерго»

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Масса		КОВ	
			т/год	%	м ³ /с	%
Азота диоксид	0,04	2	84,658	40,17	1882207,3	30,67
Азота оксид	0,06	3	5,307	2,51	2803,9	0,05
Серы диоксид	0,05	3	3,791	1,79	2403,5	0,04
Углерода оксид	3	4	116,971	55,51	606,5	0,01
Бенз(а)пирен	0,000001	1	0,00025	0,02	4249117,7	69,23
Всего	–	–	210,7273	100	6137138,9	100

Таблица 3. Влияние выбросов МП «Салехардэнерго» на концентрации анионов в почвенном покрове исследуемой территории

Место отбора проб	Значение концентраций загрязняющих веществ на различном расстоянии от источника загрязнения, мг/кг			
	C_{Cl^-}	C_{HS^-}	$C_{SO_4^{2-}}$	$C_{HCO_3^-}$
1	137,03	558,70	244,13	2808,04
2	127,70	535,43	232,50	2747,29
3	122,98	530,58	221,48	1307,18
4	116,8	529,24	175,17	1137,90
5	127,70	558,70	244,13	2771,69
6	119,87	558,70	221,48	2747,29
7	118,33	544,68	217,65	1246,69
8	110,59	531,50	175,17	1113,76

лученным значениям концентрации вредных примесей (таблица 3) являются гидрокарбонат-ионы:

– максимальные значения концентрации этих ионов в почвенном покрове прослеживаются на границе санитарно-защитной зоны в южном (2808,04 мг/кг) и юго-западном (2771,69 мг/кг) направлениях, минимальные – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от МП (1113,76 мг/кг).

Высока степень загрязнения почвенного покрова гидросульфид-ионами:

– наибольшие значения концентрации гидросульфид-ионов наблюдаются на границе СЗЗ в обоих направлениях (558,70 мг/кг), а также на расстоянии 100 м от СЗЗ в юго-западном направлении от исследуемого источника (558,70 мг/кг), наименьшие – на расстоянии 300 м от СЗЗ в южном направлении (529,24 мг/кг).

Также на исследуемой территории наблюдается значительное загрязнение почвенного покрова сульфат-ионами (таблица 3):

– максимальные значения концентрации сульфат-ионов в почвенном покрове обнаружены на границе санитарно-защитной зоны в южном и юго-западном направлениях (244,13 мг/кг), минимальные – на расстоянии 300 м от СЗЗ в обоих направлениях от источника (175,17 мг/кг).

Кроме того, исследуемая территория загрязнена и хлорид-ионами (таблица 3):

– наибольшее значение концентрации хлорид-ионов наблюдается на границе СЗЗ в южном направлении (137,03 мг/кг), наименьшее – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от источника (110,59 мг/кг).

Существенный вклад в загрязнение почвенного покрова вносят и ионы кальция (таблица 4):

– наибольшие значения концентрации ионов кальция отмечаются на границе СЗЗ в обоих направлениях (237,38 мг/кг), наименьшие – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от предприятия (195,88 мг/кг).

Параллельно установлено, что почвенный покров исследуемой территории сильно загрязнен ионами цинка, о чем свидетельствуют высокие значения их концентрации (таблица 4):

– максимальное значение концентрации ионов цинка в почвенном покрове прослеживается на границе санитарно-защитной зоны в юго-западном направлении (158,30 мг/кг), минимальное – на расстоянии 300 м от СЗЗ в южном направлении от источника выбросов (152,56 мг/кг).

Существенный вклад в загрязнение почвы вносят ионы аммония (таблица 4):

– максимальные значения концентрации ионов аммония в почвенном покрове обнаружены на границе санитарно-защитной зоны в юго-западном и южном направлениях (35,64 мг/кг), минимальные – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от предприятия (18,47 мг/кг).

Таким образом, приоритетным загрязняющим веществом в почве по полученным значениям концентрации являются гидрокарбонат-ионы (1113,76–2808,04 мг/кг), на втором месте находятся гидросульфид-ионы (529,24–558,70 мг/кг) и на третьем – сульфат-ионы (175,17–244,13 мг/кг).

О степени загрязнения почвы можно судить по такому интегральному показателю, как коэффициент концентрации загрязняю-

Таблица 4. Влияние выбросов МП «Салехардэнерго» на концентрации катионов в почвенном покрове исследуемой территории

Место отбора проб	Значение концентраций загрязняющих веществ на различном расстоянии от источника загрязнения, мг/кг		
	$C_{Zn^{2+}}$	$C_{Ca^{2+}}$	C_{NH^+4}
1	157,27	237,38	35,64
2	156,35	231,57	31,91
3	154,13	214,14	23,55
4	152,56	201,69	20,16
5	158,30	237,38	35,64
6	157,27	219,95	27,90
7	156,35	214,14	23,55
8	154,13	195,88	18,47

щего вещества, представляющему собой отношение концентрации примеси к её фоновому значению.

Анализ коэффициентов концентрации загрязняющих веществ в почвенном покрове (таблица 5) показал, что приоритетной примесью в почве являются гидросульфид-ионы, коэффициенты концентрации которых колеблются от 3,95 до 4,43, причем наибольшее значение коэффициента концентрации гидросульфид-ионов прослеживается на границе СЗЗ в обоих направлениях, а также на расстоянии 100 м от СЗЗ в юго-западном направлении от предприятия (4,22), а минимальное – на расстоянии 300 м от СЗЗ в южном направлении (3,95).

Высока степень загрязнения почвенного покрова сульфат-ионами (таблица 5):

– наибольшее значение коэффициента концентрации сульфат-ионов отмечается на границе СЗЗ в южном и юго-западном направлении от исследуемого предприятия (4,43), а наименьшее – на расстоянии 300 м от СЗЗ также в обоих направлениях (2,90).

Кроме того, на исследуемой территории наблюдается значительное загрязнение почвенного покрова гидрокарбонат-ионами (таблица 5):

– максимальное значение коэффициента концентрации данного загрязняющего вещества обнаружено на границе СЗЗ в южном направлении (4,51), а минимальное – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от источника (1,18).

Анализ значений коэффициентов концентрации хлорид-ионов показал, что максималь-

ное значение составило 5,89 на границе СЗЗ в южном направлении, минимальное – 4,56 на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от источника.

Значительна роль в загрязнении почвы ионов цинка (таблица 6), коэффициенты концентрации которых колеблются от 1,88 до 1,99, причем наибольшее значение коэффициента концентрации ионов цинка прослеживается на границе СЗЗ в юго-западном направлении от исследуемого источника (1,99), а наименьшее – на расстоянии 300 м от СЗЗ в южном направлении (1,88).

Существенный вклад в загрязнение почвенного покрова вносят и ионы кальция (таблица 6):

– максимальное значение коэффициента концентрации данного загрязняющего вещества выявлено на границе СЗЗ в южном и юго-западном направлениях (1,86), а минимальное – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении от источника выбросов (1,36).

Также на исследуемой территории наблюдается загрязнение почвенного покрова ионами аммония (таблица 6):

– наибольшее значение коэффициента концентрации ионов аммония прослеживается на границе СЗЗ в южном и юго-западном направлении от исследуемого МП (2,24), а наименьшее – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении (0,68).

При оценке экологического состояния почв к числу основных показателей степени экологического неблагополучия относится суммарный показатель химического загрязнения почв (Z_c), характеризующий степень химического загрязнения почв исследуемых территорий [5]:

Таблица 5. Влияние выбросов МП «Салехардэнерго» на коэффициенты концентрации анионов в почвенном покрове исследуемой территории

Место отбора проб	Значение коэффициентов концентраций загрязняющих веществ на различном расстоянии от источника загрязнения			
	K_{Cl}	K_{HS^-}	$K_{SO_4^{2-}}$	$K_{HCO_3^-}$
1	5,89	4,22	4,43	4,51
2	5,42	4,00	4,17	4,39
3	5,18	3,96	3,92	1,56
4	4,87	3,95	2,90	1,23
5	5,42	4,22	4,43	4,43
6	5,02	4,22	3,92	4,39
7	4,95	4,10	3,84	1,44
8	4,56	3,97	2,90	1,18

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

где n – число определяемых элементов;

K – коэффициент концентрации примеси.

Анализ полученных данных (таблица 7, формула 1) показал, что максимальное значение суммарного показателя химического загрязнения почвенного покрова Z_c наблюдается на границе СЗЗ в южном направлении от исследуемого МП (19,12), минимальное – на расстоянии 300 м от СЗЗ в юго-западном направлении (10,56). Приоритетным загрязняющим веществом в почве по полученным значениям коэффициентов концентрации являются гидросульфид-ионы (3,95–4,22), на втором месте находятся сульфат-ионы (2,90–4,43) и на третьем – гидрокарбонат-ионы (1,18–4,51).

По значению суммарного показателя химического загрязнения почв Z_c территорию, прилегающую к МП «Салехардэнерго», на грани-

це СЗЗ и на расстоянии 100 м от нее в обоих направлениях можно отнести к зоне критических нагрузок ($16 < Z_c < 32$), остальная территория относится к относительно удовлетворительной ситуации (таблица 7).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Приоритетной примесью по категории опасности вещества является бенз(а)пирен (69,23%), на втором месте находится диоксид азота (30,67%) и на третьем – оксид азота (0,05%).

2. Приоритетным загрязняющим веществом в почве по полученным значениям коэффициентов концентрации являются гидросульфид-ионы, на втором месте находятся сульфат-ионы и на третьем – гидрокарбонат-ионы.

3. По значению суммарного показателя химического загрязнения почв изучаемая территория на границе СЗЗ и на расстоянии 100 м от нее относится к зоне критических нагрузок, а

Таблица 6. Влияние выбросов МП «Салехардэнерго» на коэффициенты концентрации катионов в почвенном покрове исследуемой территории

Место отбора проб	Значение коэффициентов концентраций загрязняющих веществ на различном расстоянии от источника загрязнения		
	$K_{Zn^{2+}}$	$K_{Ca^{2+}}$	$K_{NH_4^+}$
1	1,97	1,86	2,24
2	1,95	1,79	1,90
3	1,91	1,58	1,14
4	1,88	1,43	0,83
5	1,99	1,86	2,24
6	1,97	1,65	1,54
7	1,95	1,58	1,14
8	1,91	1,36	0,68

Таблица 7. Влияние МП «Салехардэнерго» на суммарный показатель химического загрязнения проб почвы исследуемой территории

Место отбора проб	Значение суммарного показателя химического загрязнения почв (Z_c) на различном расстоянии от источника загрязнения
1	19,12
2	17,62
3	13,25
4	11,09
5	18,60
6	16,71
7	13,00
8	10,56

остальная территория – к относительно удовлетворительной ситуации.

4. Санитарно – защитная зона МП «Салехардэнерго» установлена в размере 300 метров, что не соответствует санитарной классификации предприятия, так как согласно полученным дан-

ным МП «Салехардэнерго» относится ко II категории опасности с СЗЗ размером 500 метров.

5. Таким образом, территория жилой застройки г. Салехарда, прилегающая к исследуемому источнику выбросов, является экологически неблагополучной.

20.10.2014

Список литературы:

1. Старокожева, Е.А. Оценка качества атмосферы территориально-производственных комплексов / Е.А. Старокожева, Л.Б. Борисова // Экология и промышленность России, 2001. – №1. – С. 23–26.
2. Байтелова, А.И. Оценка изменения качества атмосферы урбанизированной территории (на примере Промышленного района города Оренбурга) / А.И. Байтелова // Вестник ОГУ. – 2004. – №9.
3. Гривко, Е.В. Оценка влияния выбросов подразделений Капитоновского месторождения на качество почвенного покрова / Е.В. Гривко, О.В. Чекмарева, О.С. Ишанова // Вестник Оренбургского государственного университета. – №12. – 2011. – С. 54–55.
4. Гривко, Е.В. Сравнительная характеристика выбросов подразделений Капитоновского месторождения нефтегазодобывающего управления ОАО «Южуралнефтегаз» на качество атмосферного воздуха [Электронный ресурс] / Е.В. Гривко, О.В. Чекмарева, О.С. Ишанова / Диалог этнокультурных миров в евразийском историческом процессе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции. – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2011. – С. 282–287.
5. Тарасова, Т.Ф. Исследование динамики изменения показателей качества почв Илекского района Оренбургской области / Т.Ф. Тарасова, А.И. Байтелова, Н.С. Гурьянова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – №12. – Оренбург: ГОУ ОГУ. – С. 154–156.

Сведения об авторах:

Тарасова Татьяна Федоровна, декан геолого-географического факультета, доцент кафедры экологии и природопользования Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

Байтелова Алина Ивановна, доцент кафедры экологии и природопользования геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук

Гурьянова Наталья Сергеевна, аспирант кафедры экологии и природопользования геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета

Ямбулатов Игорь Илдусович, магистр группы техносферной безопасности территорий региона

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3152, тел. (3532) 372544, e-mail: ecolog@mail.osu.ru