

УДК 349.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

А.В. Звягинцева, М.В. Дорохина

В работе проанализированы потенциальные опасности объекта специализированного назначения (летно-испытательного комплекса). В результате проведенной инвентаризации источников выделения и выбросов вредных веществ в атмосферу, изучения технологии производства, связанной с выделением вредных веществ в воздушный бассейн, установлено: 11 источников выброса вредных веществ в атмосферу, которые выбрасывают 1,648 т/год, в том числе жидких и газообразных - 1,597435 т/г. Рассмотрено влияние на распределение и концентрацию выделяемых вредных веществ в атмосферу климатических факторов (скорость ветра, температура воздуха, влажность воздуха и количество осадков). Для математического расчёта суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферу с учетом влияния 4-х взаимосвязанных факторов (часто разнонаправленных) применяли информационно-аналитические методы. Использовали пакет программы УПРЗА ЭКОЛОГ (версия 3.0) (Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы). Предложены мероприятия, для снижения риска загрязнения природной среды.

Ключевые слова: инвентаризация, источники выделения и выбросов, вредные вещества, атмосфера, загрязнение, климатические факторы, информационно-аналитические методы

ВВЕДЕНИЕ

Особую опасность для экологического состояния не только отдельных регионов, но и всей планеты в целом, в силу специфичности средств и методов достижения поставленных целей, представляет военная деятельность современных государств. Однако в современных условиях непоправимыми последствиями для природы оборачиваются не только боевые действия, но и повседневная деятельность войск. Повседневная деятельность как вооруженных сил в целом, так и воинской части, военного объекта в частности оказывает на окружающую среду негативное воздействие различными антропогенными экологическими факторами. Это, прежде всего радиационное, световое, тепловое, химическое, шумовое, электромагнитное загрязнение окружающей среды, загрязнение бытовыми и хозяйственными отходами, нерациональное и с нарушением технологий использование природных ресурсов. Большинство из указанных факторов одновременно прямо или опосредованно воздействует не только на природу, но и на сами войска (объекты). Поэтому сейчас, когда жизненная необходимость сохранения окружающей среды неизмеримо возрастает, небывалую остроту приобретает особая проблема военной теории и практики - проблема экологическая [1, 2]. Любое воинское формирование (от отдельного подразделения до военного округа) можно рассматривать как специфическую военную экосистему. В качестве объекта специализированного назначения рассмотрим Летно-испытательный комплекс №3 Летно-испытательного центра им. А.В. Федотова, который находится в городе Ахтубинске Астраханской области. Является подразделением Федерального государственного унитарного предприятия Российской самолетостроительной корпорации «МИГ», которая находится в г. Москве. Предприятие готовой продукции не производит, занимается испытанием и доводкой авиационной техники. Объект расположен на трех производственных площадках:

Гараж - 1 площадка.

Ангар (АЛ-1) - 2 площадка.

Причал теплохода - 3 площадка.

Цель работы: выявление и учёт источников выбросов вредных веществ в атмосферу и определение количественных объемов выбросов этих веществ на данном объекте.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕКТА И РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В результате проведенной инвентаризации источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу на предприятии выявлено 11 источников. На исследуемом предприятии выявлено 11 источников загрязнения, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Источники выбросов вредных веществ загрязняющих атмосферу

№ п/п	Наименование источника
1	Автотранспортные средства
2	Открытая автостоянка
3	Сварочный участок
4	Закрытая автостоянка
5	Участок ТО и ТП
6	Авиационные двигатели
7	Аккумуляторный участок
8	Заточный станок
9	Металлообрабатывающее оборудование
10	Передвижная дизельная установка на машине
11	Речное судно

Таблица 2

Количество загрязняющих веществ выделяющихся в атмосферу с производственных площадок объекта

Загрязняющее вещество Наименование загрязняющего вещества	Количество загрязняющих веществ, отходящих от источников выделения, т/год	Выбрасывается без очистки	Всего выброшено в атмосферу
		Всего	
Всего:	1,647	1,647	1,647
из них			
Твердые:	0,05	0,05	0,05
Оксид железа (III) Fe ₂ O ₃	0,02126	0,02126	0,02126
Углерод черный (Сажа)	0,0152478	0,015248	0,015248
Пыль абразивная	0,01388	0,01388	0,01388
Жидкие и газообразные:	1,597	1,597	1,597
Оксид азота (IV) NO ₂	0,249669	0,249669	0,249669
Оксид азота (II) NO	0,0406009	0,040601	0,040601
Серная кислота (H ₂ SO ₄)	0,0000287	2.87E-05	2.87E-05
Оксид серы (IV) SO ₂	0,046527	0,046527	0,046527
Оксид углерода (II)	1,051396	1,051396	1,051396
Бензин	0,089868	0,089868	0,089868
Керосин	0,116045	0,116045	0,116045
Формальдегид	0,0033	0,0033	0,0033

При работе дизеля-генератора в атмосферу выделяются: оксид углерода, керосин, оксид азота, оксид серы (IV), сажа, формальдегид, бензапирен. Дизель-генератор используется для запуска авиационных двигателей. При гоночных испытаниях авиационных двигателей в атмосферу выделяются: оксид углерода, керосин, оксид азота, оксид серы (II), сажа. Для подзарядки аккумуляторов используется зарядное устройство, при работе зарядного устройства от электролита в атмосферу выделяются пары серной кислоты. Третья площадка – стоянка прогулочного теплохода. От работы двигателя при швартовке теплохода «Каскад» в атмосферу выбрасываются: оксид углерода, керосин, оксид азота, оксид серы, сажа. В табл. 2 приведен анализ статистических данных по выделяющимся веществам с производственных площадок исследуемого объекта.

На распределение и концентрацию выделяемых вредных веществ в атмосферу влияют климатические факторы. Проведён анализ влияния следующих факторов: скорость ветра, темп воздуха, влажность воздуха и влияния осадков [1-4].

Климат района аэродрома резко континентальный, засушливый. Засушливость климата вызывается не только его южным положением (47 °с.ш.), но и малой облачностью в летние месяцы. Продолжительность солнечного сияния составляет 1800-2400 час. в году, что на 500-900 час больше, чем в Москве. Тепловые ресурсы района велики. Лето длится около 5 месяцев, зима 2,5 – 3 месяца, продолжительность переходных сезонов 2 – 2,5 месяца. Безморозный период длится в среднем 170 – 190 дней, то есть 5,5-6,5 месяцев. Повторяемость пыльных бурь за год составляет в среднем 23 дня, а в аномально сухие годы до 30 дней.

Сложные летно-метеорологические условия наблюдаются с ноября по март. Режим атмосферного давления воздуха складывается из сочетания макроциркуляционных условий, теплового баланса и особенностей рельефа. Достаточно четкое представление о режиме давления в районе базирования дают табл. 3 и рис. 1. Таким образом, годовой ход атмосферного давления имеет хорошо выраженную сезонность.

Режим ветра в районе аэродрома носит материковый характер и определяется местными барикоциркуляционными условиями. Средняя годовая скорость ветра равна 4.8 м/сек, число дней со слабым ветром (0-3 м/сек) составляет 9,5 %, то есть 31 день в год. В годовом ходе скорости ветра резких колебаний нет. Только в апреле – мае за счет преобладания ветра восточного направления средняя месячная скорость увеличивается на 1-2 м/сек. В направлении ветра наибольшую повторяемость имеет восточная часть (46 %) и западная (28 %) четверть горизонта. Частое стационарирование холодных антициклонов над Южным Уралом и Западным Казахстаном в сопряжении с Черноморской циклонической областью определяют зимой незначительное преобладание ветров восточной стороны горизонта (более 19 %). Средняя скорость ветра за весь сезон составляет 4,5 м/сек, в январе – 3,8 м/сек, в феврале 5,3 м/сек. По экстремальным скоростям ветра выделяется февраль, в нем отдельные ветры имеют максимальные значения 19 м/сек, тогда как в январе – 14 м/сек, в декабре – 17 м/сек (рис. 2). Таким образом, ближайший населённый пункт находится на юге, а преобладает ветер восточного горизонта, вероятность перемещения загрязняющих веществ в сторону населённого пункта будет минимальна.

Таблица 3

Среднее атмосферное давление, приведенное к уровню моря

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Ах- ту- би- нск	10 23, 5	1023, 0	1020, 6	1018, 0	1015, 8	1011, 4	1010,1	1012, 3	1017, 8	10 21, 9	10 23, 4	10 23, 8	1018, 5

Характерным для климата аэродрома в термическом отношении является преобладание теплого периода над холодным. Район аэродрома относится к числу районов недостаточно обеспеченных осадками. Определяется это, прежде всего тем, что район аэродрома расположен в центре материка Евразия и малодоступен непосредственному воздействию влажных атлантических масс воздуха, являющихся для западных районов России основным источником увлажнения. В течение года на территории аэродрома выпадает 200-300 мм осадков; в северных районах больше осадков, а в южных – меньше. Количество осадков из года в год имеет весьма разнообразные величины. Например, в районе Ахтубинска в относительно влажные годы их выпадает до 320 мм в сухие – только 88 мм [2]. По-

вторяемость числа дней с осадками различных видов на территории аэродрома равномерно, что видно из табл. 4.

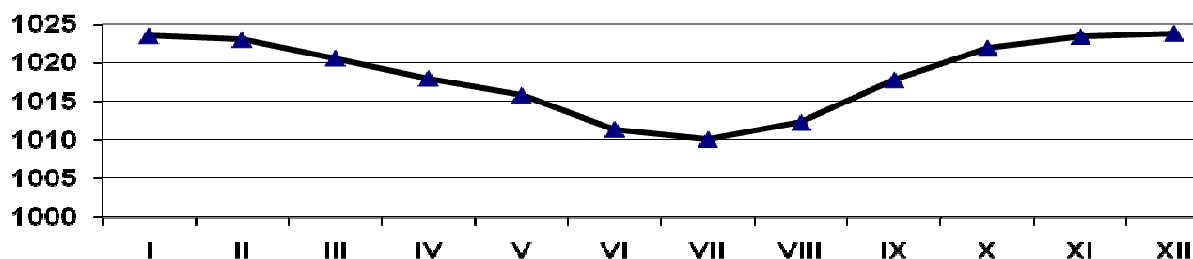


Рис. 1. Годовой ход атмосферного давления приведенного к уровню моря на аэродроме Ахтубинск

Режим влажности воздуха в течение всего года обуславливается характером циркуляционных процессов, в частности сменой воздушных масс различного происхождения, температурой воздуха, характером подстилающей поверхности, количеством и режимом выпадающих осадков, испарением [1, 2]. Относительная влажность воздуха в жаркие летние месяцы имеет иногда исключительно низкие значения до 7%, что сопровождается сильными ветрами (суховеями), показательно и то, что летом в среднем наблюдается около 100 дней с относительной влажностью днем менее 30%. Осадки и высокие температуры способствуют интенсивному разложению токсичных веществ. Температура воздуха в июле максимальна порядка 35°C. В этом месяце возможно наибольшее загрязнение атмосферы. В мае и ноябре выпадает большее количество осадков, что способствует вымыванию растворенных вредных веществ и большему загрязнению. Режим влажности воздуха в течение всего года обуславливается характером циркуляционных процессов, в частности сменой воздушных масс различного происхождения, что способствует распространению вредных веществ.

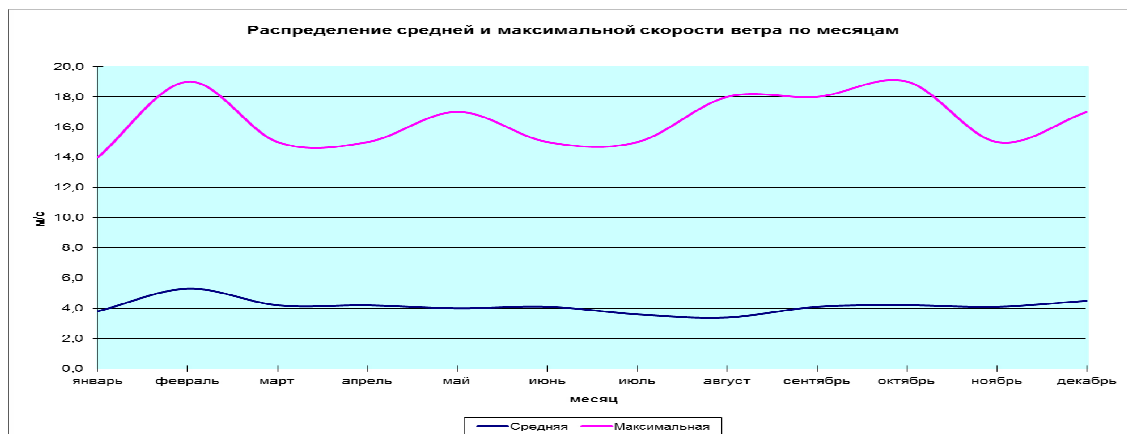


Рис. 2. Распределение средней и максимальной скорости ветра по месяцам

Таблица 4

Число дней с различными видами осадков за год

Станция	Морось	Снег	Обложной дождь	Ливневой дождь	Общее количество дней
Ахтубинск	19	51	57	30	157

Таким образом, на процесс распространения примесей в атмосфере оказывает влияние как минимум 4 рассмотренных нами климатических фактора. И необходим их учёт. Для математического рас-

чѐта суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферу с учетом влияния 4-х взаимосвязанных факторов (часто разнонаправленных) применяли информационно-аналитические методы. Использовали пакет программы УПРЗА ЭКОЛОГ (версия 3.0) (Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы).

Для каждого источника загрязнения мы рассчитываем максимальный выброс вредных веществ выделяемых в атмосферу. В качестве примера приведен расчѐт выбросов вредных веществ от участка ТО и ТП:

Источник выброса – 6004

Источник выделения – 6004,01

Исходные данные: – ТР и ТО проводятся в помещении с тупиковым постом $t=+5$ град.

- Количество проводимых ТР и ТО за год по группам автомобилей: 240 шт./год
- легковые бенз. $V=1,8-3,5$ – 12 ед.
- грузовые бенз. г/п 2-5 т – 34 ед.
- грузовые диз. г/п 5-8 т – 6 ед.
- грузовые диз. г/п 8-16 т – 8 ед.
- автобусы малый: – 2 ед.
- автобусы большой: – 4 ед.
- количество постов: 01;
- расстояние от поста до выездных ворот $St_2 = 0,002$ км.

Расчѐт:

Валовой выброс загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$M_i = (2M_{lik} * St + M_{прик} * t_{пр}) * n * 10^{-6}, \text{ т/год}$$

Пример расчета: для грузовых автомобилей 2-5 т

$$M_{со} = (2 * 29,7 * 0,002 + 15 * 1,5) * 34 * 0,000001 = 0,0008 \text{ т/год,}$$

где M_{lik} – пробеговый выброс i -ого вещества автомобилем K -ой группы при движении по помещению г/км; $M_{прик}$ – удельный выброс i -ого вещества автомобилем K -ой группы при прогреве, г/мин; St – среднее расстояние пройденного автомобилем от въездных ворот до поста км; n – количество проведенных ТО и ТР для каждого типа автомобилей за год; $t_{пр}$ – время прогрева, мин. (1,5 мин.)

Максимально разовый выброс i -ого вещества определяется по формуле:

$$G_{ti} = (St * M_{lik} + 0,5 * M_{прик} * t_{пр}) * NTK / 3600, \text{ г/с}$$

где NTK – максимальное количество а/машин находящихся в зоне ТО и ТР в течение часа.

$$G_{ti} = (0,002 * 29,7 + 0,5 * 1,5 * 15) * 1 / 3600 = 0,00314 \text{ г/с.}$$

$$M_i \text{ CO} = (1 / 3600) * 7,4 * 48 = 0,0982, \text{ г/сек}$$

$$M_i \text{ NO}_x = (1 / 3600) * 9,1 * 48 = 0,1207, \text{ г/сек}$$

$$M_i \text{ CH} = (1 / 3600) * 3,6 * 48 = 0,0478, \text{ г/сек}$$

$$M_i \text{ C} = (1 / 3600) * 0,65 * 48 = 0,0086, \text{ г/сек}$$

$$M_i \text{ SO}_2 = (1 / 3600) * 1,3 * 48 = 0,0172, \text{ г/сек}$$

$$M_i \text{ CH}_2\text{O} = (1 / 3600) * 0,15 * 48 = 0,0020, \text{ г/сек}$$

$$M_i \text{ CO} = (1 / 1000) * 31 * 5,5 = 0,17050, \text{ т/год}$$

$$M_i \text{ NO}_x = (1 / 1000) * 38 * 5,5 = 0,20900, \text{ т/год}$$

$$M_i \text{ CH} = (1 / 1000) * 15 * 5,5 = 0,08250, \text{ т/год}$$

$$M_i \text{ C} = (1 / 1000) * 2,5 * 5,5 = 0,01375, \text{ т/год}$$

$$M_i \text{ SO}_2 = (1 / 1000) * 5,1 * 5,5 = 0,02805, \text{ т/год}$$

$$M_i \text{ CH}_2\text{O} = (1 / 1000) * 0,6 * 5,5 = 0,00330, \text{ т/год}$$

Таблица 5

Суммарные нормативы выбросов загрязняющих веществ в целом по объекту (Расчѐты проведены с использованием программы УПРЗА ЭКОЛОГ)

№ п/п	Наименование вещества	ПДВ, т/г	ПДВ, г/с
1	Оксид азота (IV) NO_2	0,0198	1,8066
2	Оксид азота (II) NO	0,0032	0,29356
3	Углерод черный (сажа)	0,0011	0,0124

№ п/п	Наименование вещества	ПДВ, т/г	ПДВ, г/с
4	Оксид серы (IV) SO ₂	0,0024	0,46874
5	Оксид углерода (II)	0,7468	4,18336
6	Бензин	0,0899	0,0341
7	Керосин	0,0084	0,76479
8	Пыль абразивная	0,01388	0,00315
9	Оксид железа (III) Fe ₂ O ₃	0,02126	0,00494
10	Формальдегид	0,0033	0,002

Для расчета использована «Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок».

Результаты показали, что наибольшее содержание имеет оксид азота из всех выбрасываемых вредных веществ на данной установке. А на втором месте – угарный газ (табл. 5). Всего выбрасывается в атмосферу – 1,648 т/г загрязняющих веществ, в том числе жидких и газообразных – 1,597435 т/г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенной инвентаризации источников выделения и выбросов вредных веществ в атмосферу, изучения технологии производства, связанной с выделением вредных веществ в воздушный бассейн, установлено: 11 источников выброса вредных веществ в атмосферу, которые выбрасывают 1,648 т/год, в том числе жидких и газообразных – 1,597435 т/г.

Мероприятия, предлагаемые для снижения риска загрязнения природной среды:

- следить за выполнением правил эксплуатации и поддерживать в исправном состоянии технические устройства, обеспечивающие очистку, обезвреживание и обеззараживание вредных веществ, попадающих в атмосферный воздух;
- не допускать утечки нефтепродуктов на складах ГСМ, в автопарках, при заправке боевых машин и другой военной техники, работе на ней и при ее обслуживании;
- следить за соблюдением мер безопасности и предотвращать утечку агрессивных жидкостей, моющих растворов, лаков и красителей на пунктах обслуживания аккумуляторных батарей, технического обслуживания и ремонта техники;
- не допускать длительной работы автомобильного транспорта и другой техники на холостом ходу в расположении автопарков, жилого и казарменного фонда;
- своевременно докладывать в ЭС обо всех случаях нанесения вреда природной среде, принимать меры по предотвращению нанесения ей ущерба и по ликвидации последствий загрязнения окружающей природной среды;
- создание и бесперебойную эксплуатацию установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ, содержащихся в отходящих газах технологических и вентиляционных систем.

INVESTIGATION OF INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE DISTRIBUTION AND CONCENTRATION OF POLLUTANTS IN THE ATMOSPHERE BY INFORMATION AND ANALYTICAL METHODS

A.V. Zvyagintseva, M.V. Dorokhina

Potentially hazardous objects for special purposes (Flight Test Center) are analyzed in the article. As a result, the inventory emission sources and emissions of harmful substances into the atmosphere, studying production technology, coupled with the release of harmful substances into the air, it was found 11 sources of emission of harmful substances into the atmosphere, which emit 1,648 tons /y, including liquid and gaseous – 1.597435 t /y. Effect of climatic factors (wind speed, air temperature, humidity and rainfall) on the distribution and concentration of the emissions of harmful substances into the atmosphere was reviewed. Information-analytical methods used for the mathematical calculation of the total emission of pollutants into the atmosphere, subject to the influence of 4 inter-related factors (often divergent). We use the package program UPRZA EKOLOG (version 3.0) (unified program for calculation of air pollution). Measures to reduce the risk of pollution of the natural environment have been proposed.

Keywords: inventory, sources of allocation and emissions, harmful substances, atmosphere, pollution, climatic factors, informational and analytical methods

ЛИТЕРАТУРА

1. Наровлянский Г.Я. Авиационная климатология. Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. – 268 с.
2. Эзау И.Н. Кластерный анализ данных наблюдений и результатов численных экспериментов с моделью общей циркуляции атмосферы //Метеорология и гидрология, 1995, т. 12, с. 40-54.
3. Алисов А.С. Курс климатологии. Ч.1: Общая климатология; Ч.2: Методы климатологической обработки наблюдений / Б.П. Алисов, О.А. Дроздов, Е.С. Рубинштейн. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1952 . – 488 с.
4. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. - 711 с. Издание второе, переработанное и дополненное.