

# **Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при реконструкции аэродромных покрытий**

## **Calculation of Emissions of Pollutants into the Atmosphere During the Reconstruction of the Airfield Pavements**

**Бажанов А.П.**

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Геотехника и дорожное строительство», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза

**Vazhanov A.P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department "Geotechnics and Road Construction", Penza State University of Architecture and Construction, Penza

**Саксонова Е.С.**

Старший преподаватель кафедры «Геотехника и дорожное строительство», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза

**Saksonova E.S.**

Senior Lecturer, Department "Geotechnics and road construction", Penza State University of Architecture and Construction, Penza

### **Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы об охране окружающей среды при реконструкции аэродромных покрытий. Рассмотрены основные источники загрязнения атмосферы аэропорта. Приведен расчет выбросов загрязняющих веществ от двигателей воздушных судов и спецавтотранспорта; при производстве строительных работ; при погрузо-разгрузочных работах; при нанесении лакокрасочных материалов.

**Ключевые слова:** аэропорт, загрязнение атмосферы, воздушные суда, выброс загрязняющих веществ.

### **Abstract**

The article deals with the issues of environmental protection in the reconstruction of airfield coatings. The main sources of air pollution of the airport are considered. The calculation of emissions of pollutants from aircraft engines and special vehicles; in the production of construction works; during loading and unloading; when applying paints and varnishes.

**Keywords:** airport, air pollution, aircraft, emission of pollutants.

### **Введение**

Роль аэропортов как элементов авиатранспортной системы страны непрерывно возрастает. Современный аэропорт представляет собой комплекс сложных и дорогостоящих сооружений и технологического оборудования, который обеспечивает с высокой степенью надежности требуемые уровни безопасности и регулярности полетов воздушных судов, а также обслуживания пассажиров. От проектных решений зданий и сооружений аэропорта, от их размещения на генеральном плане, уровня механизации и автоматизации производственных процессов в значительной степени зависит его рентабельность, как авиатранспортного предприятия [1].

Конструкции аэродромных покрытий являются основными элементами аэродромов. Они больше всего подвержены износу и разрушению, поэтому эксплуатация существующих аэропортов возможна только при их периодической реконструкции [2]. При обосновании необходимости реконструкции аэродрома определяется несущая способность существующих конструкций аэродромных покрытий и соответствие ее прикладываемым нагрузкам [3].

После выбора вариантов усиления конструкций аэродромных покрытий производится оценка их несущей способности по результатам реконструкции данных покрытий.

Необходимость и методы усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов устанавливаются с учетом назначаемого класса аэродрома и категории нормативной нагрузки, а также в зависимости от состояния существующего покрытия, естественного и искусственного оснований и водосточно-дренажной сети, местных гидрогеологических условий, характеристик материалов существующего покрытия и основания, высотного положения покрытия.

В настоящее время развитие региональных аэропортов и их маршрутов требуется увязывать с развитием авиации в целом.

В обоснование целесообразности расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при реконструкции аэродромных покрытий остановимся на примере реализации проекта реконструкции Пензенского аэропорта, проводимого в рамках реализации «Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года» [4].

Одним из основных положений данного «Комплексного плана» предусматривается повышение уровня экономической связанности территории Российской Федерации посредством расширения и модернизации железнодорожной, авиационной, автодорожной, морской и речной инфраструктуры.

Принимая во внимание связанность развития региональных аэропортов и их маршрутов с развитием авиации в целом, предлагаемая ниже авторами работа по охране атмосферного воздуха от загрязнения на территории аэропорта г. Пензы, является актуальной.

### **Охрана атмосферного воздуха от загрязнения**

Аэропорт является предприятием, эксплуатационная деятельность которого оказывает негативное воздействие на атмосферный воздух.

Авиационно-транспортный комплекс аэропорта г. Пензы имеет 15 источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу, из них: 12 – стационарных источников и 3 – передвижных источника.

Аэропорт г. Пензы имеет разрешение на выброс загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух стационарными источниками загрязнения в количестве 11,3254 т/год.

Основными источниками загрязнения атмосферы аэропорта являются:

– двигатели воздушных судов (ВС), осуществляющих взлетно-посадочные операции (ВС) (предполагаемая интенсивность движения согласно данным 2010 г. составляет 4710 взлетов и посадок);

– двигатели спецавтотранспорта, обеспечивающего техническое обслуживание воздушных судов на пассажирском и грузовом перронах.

В целях обеспечения безопасности полетов проектом на реконструкцию аэродромных покрытий аэропорта г. Пензы предусматривается установка дизель-генераторов на объектах УВД (управление воздушным движением), радионавигации и посадки, которые также, как и указанные ранее объекты, являются источниками загрязнения атмосферного воздуха. Дизель-генераторные установки являются резервными (аварийными) источниками электроснабжения, поэтому они не являются постоянно

действующими источниками выбросов в атмосферу. В связи с этим расчет загрязнения атмосферного воздуха проведен без учета работы этих источников.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от двигателей воздушных судов и спецавтотранспорта, обеспечивающего техническое обслуживание ВС (г/с и т/год) [5], приведен в табл. 1.

Таблица 1

**Типы выбросов загрязняющих веществ в аэропорту г. Пенза**

| Тип воздушного судна | Кол-во взлетно-посадочных циклов (ВПЦ) за год | Масса загрязняющих веществ                 |      |                 |                 |      |                |        |                 |                 |       |
|----------------------|---|--|------|-----------------|-----------------|------|----------------|--------|-----------------|-----------------|-------|
|                      |   | Выбросы за взлетно-посадочный цикл ВПЦ, кг |      |                 |                 |      | Выбросы, т/год |        |                 |                 |       |
|                      |   | СО   | СН   | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | сажа | СО             | СН     | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | Сажа  |
| Як-42                | 820   | 10,0                                       | 2,7  | 11,3            | 0,85            | 0,74 | 8,200          | 2,214  | 9,266           | 0,697           | 0,607 |
| Ан-24                | 2825  | 25,9                                       | 1,5  | 0,97            | 0,33            | 0,34 | 73,167         | 4,237  | 2,740           | 0,932           | 0,960 |
| Як-40                | 320   | 57,3                                       | 12,0 | 1,59            | 0,4             | 0,37 | 18,336         | 3,840  | 0,508           | 0,128           | 0,118 |
| Ил-76М               | 120   | 85,4                                       | 12,3 | 18,1            | 2,82            | 2,75 | 10,248         | 1,474  | 2,172           | 0,338           | 0,330 |
| Ан-12                | 180   | 91,4                                       | 13,1 | 5,4             | 0,83            | 0,88 | 16,452         | 2,358  | 0,972           | 0,149           | 0,158 |
| Ан-26                | 445   | 25,9                                       | 1,5  | 0,97            | 0,33            | 0,34 | 11,525         | 0,667  | 0,432           | 0,147           | 0,151 |
| Всего                | 4710  | -  | -    | -               | -               | -    | 137,93         | 14,790 | 16,09           | 2,391           | 2,324 |

Суммарный ожидаемый валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от проектируемых источников составит 243,023 т/год. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Ожидаемая масса выброса загрязняющих веществ от проектируемых объектов**

| Название вещества      | Масса загрязняющих веществ |         |                   |       | Всего |         |
|------------------------|----------------------------|---------|-------------------|-------|-------|---------|
|                        | Воздушные суда             |         | Спецавтотранспорт |       | г/с   | т/год   |
|                        | г/с                        | т/год   | г/с               | т/год |       |         |
| Азота Диоксид          | 1,77                       | 16,09   | 0,47              | 4,30  | 2,24  | 20,39   |
| Сажа                   | 0,26                       | 2,324   | -                 | -     | 0,26  | 2,324   |
| Сера Диоксид           | 0,26                       | 2,391   | -                 | -     | 0,26  | 2,391   |
| Углерода окись         | 15,16                      | 137,928 | 5,60              | 52,00 | 20,76 | 189,928 |
| Углеводороды (керосин) | 1,63                       | 14,79   | 1,11              | 10,20 | 2,74  | 24,99   |
| Бензин Нефтяной        | -                          | -       | 0,33              | 3,00  | 0,33  | 3,00    |
| Всего                  | 19,08                      | 173,523 | 7,51              | 69,50 | 26,59 | 243,023 |

В процессе выполнения строительно-монтажных работ загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферу через неорганизованные источники.

В период реконструкции объекта выделение загрязняющих веществ будет происходить в результате: работы строительной техники и автотранспорта, пыления сыпучих материалов, производства окрасочных работ.

#### **Расчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при производстве строительных работ**

Расчет концентрации загрязняющих веществ в рабочей зоне (в период реконструкции) выполнен с учетом их фоновых концентраций в приземном слое атмосферного воздуха [6].

Исходные метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ и фоновые концентрации в приземном слое атмосферного воздуха [7] с учетом предприятия, представлены Пензенским областным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

#### **Климатические характеристики района расположения аэропорта г. Пензы**

| Наименование показателя  | Единица измерения | Величина показателя |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
|--|-------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|---|----|----|----|----|---|
| Коэффициент стратификации атмосферы, А   | -                 | 160                 |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| Тип климата  | -                 | Умеренно-континент. |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| Коэффициент рельефа местности  | -                 | 1                   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| Температурный режим:   |                   |                     |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| средняя температура воздуха наиболее холодного месяца  | °С                | -10,3               |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| средняя температура воздуха самого жаркого месяца  | °С                | +25,3               |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| Наибольшая скорость ветра, превышение которой в году для данного района составляет 5% (□*)<br>Среднегодовая повторяемость ветров по направлениям, %  | м/сек             | 9,0                 |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>С</th> <th>СВ</th> <th>В</th> <th>ЮВ</th> <th>Ю</th> <th>ЮЗ</th> <th>З</th> <th>СЗ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>11</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>16</td> <td>21</td> <td>16</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> |                   |                     | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ | 9 | 11 | 8 | 12 | 16 | 21 | 16 | 7 |
| С  |                   |                     | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |    |   |    |   |    |    |    |    |   |
| 9  | 11                | 8                   | 12 | 16 | 21 | 16 | 7  |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |   |

Таблица 4

#### **Фоновые концентрации загрязняющих веществ в районе аэропорта г. Пензы**

| №№ п/п | Наименование вещества      | Единица измерения | Величина показателя |
|--------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| 1.     | Взвешенные вещества (пыль) | мг/м <sup>3</sup> | 0,16                |
| 2.     | Диоксид серы               | мг/м <sup>3</sup> | 0,006               |
| 3.     | Диоксид азота              | мг/м <sup>3</sup> | 0,06                |
| 4.     | Оксид углерода             | мг/м <sup>3</sup> | 2,50                |

Массы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта и дорожно-строительной техники, используемой в процессе реконструкции аэродромных покрытий, представлены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

#### **Максимально разовые и валовые массы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта**

| № | Наименование загрязняющего вещества | Максимально-разовый выброс, г/с | Валовой выброс, т |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Оксид углерода                      | 8,096508                        | 3,885135          |
| 2 | Углеводороды                        | 1,38882                         | 0,716004          |
| 3 | Окислы азота                        | 0,897613                        | 0,349489          |

| № | Наименование загрязняющего вещества | Максимально-разовый выброс, г/с | Валовой выброс, т |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 4 | Сажа                                | 0,057564                        | 0,020882          |
| 5 | Диоксид серы                        | 0,146247                        | 0,056037          |

Таблица 6

**Максимально разовые и валовые выбросы загрязняющих веществ от дорожно-строительной техники**

| № | Наименование загрязняющего вещества | Максимально-разовый выброс, г/с | Валовой выброс, т |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Оксид углерода                      | 2,673993                        | 1,840871          |
| 2 | Углеводороды                        | 0,854164                        | 0,405558          |
| 3 | Окислы азота                        | 4,431923                        | 1,502183          |
| 4 | Сажа                                | 0,635682                        | 0,233371          |
| 5 | Диоксид серы                        | 0,38333                         | 0,132426          |

В процессе производства строительно-монтажных работ, в процессе реконструкции аэродромных покрытий будет происходить пылевыделение в результате работы и передвижения дорожно-строительной и транспортной техники. Валовой выброс пыли неорганической, содержащей 70–20% SiO<sub>2</sub> при выгрузке грунта, составляет 0,604238 т. Валовой выброс пыли неорганической, содержащей до 20% SiO<sub>2</sub> при выгрузке каменного материала, составляет 0,145917 т.

**Расчет выбросов загрязняющих веществ при погрузо-разгрузочных работах**

Ориентировочный показатель запыленности для основных технологических операций при реконструкции составляет [8]: при погрузке грунта экскаватором до 20 мг/м<sup>3</sup>; при перемещении грунтов бульдозером до 10 мг/м<sup>3</sup>; при разгрузке самосвалов до 8 мг/м<sup>3</sup>. В зависимости от удаленности источника пыления, допустимая концентрация пыли при этих работах будет достигаться на расстоянии 20–30 м от границ площади работ [9].

Количество перевозимого песка составляет 35 681,1 т щебня 13 240,16 т.

**Щебень**

Интенсивным неорганизованным источником пылеобразования является выгрузка каменного материала на полотно дороги. Для расчета валового выброса пыли неорганической  $P_{пц}$ , содержащей до 20% SiO<sub>2</sub>, используется формула:

$$P_{пц} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot B \cdot G_r, \text{ т (1)}$$

где:  $K_1$  – весовая доля пылевой фракции в материале,  $K_1 = 0,04$  (для щебня);

$K_2$  – доля пыли, переходящая в аэрозоль,  $K_2 = 0,02$  (при погрузке, выгрузке);

$K_3$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра,  $K_3 = 1,2$ ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий защищенность от внешних воздействий,  $K_4 = 0,1$  (склады, хранилища открытые: с одной стороны);

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влажность материала,  $K_5 = 0,8$  (влажность: до 3%);

$K_7$  – коэффициент, учитывающий крупность материала,  $K_7 = 0,5$  (раз мер кусков: 50–10 мм);

$K_8$  – коэффициент, учитывающий тип грейфера,  $K_8 = 0,41$  (грузоподъемность: 10 т, тип: 2872В);

$B$  – коэффициент, учитывающий высоту разгрузки материала,  $B = 0,7$  (высота: 2м);

$G_r$  – суммарное количество перерабатываемого материала,  $G_r = 13240,16$  т.

По результатам расчета числовое значение валового выброса пыли неорганической  $P_{пц}$  составило:

$$P_{пц} = 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,41 \cdot 0,7 \cdot 13240,16 = 0,145917 \text{ т}$$

**Песок**

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей 70–20% SiO<sub>2</sub>, при выгрузке грунта автосамосвалами на дорогу за весь период реконструкции рассчитывается по формуле:

$$Pn = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot B \cdot G_T, \text{ т (2)},$$

где:  $K_1$  – весовая доля пылевой фракции в материале,  $K_1 = 0,05$  (для песка);

$K_2$  – доля пыли, переходящая в аэрозоль,  $K_2 = 0,03$  (при погрузке, выгрузке);

$K_3$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра,  $K_3 = 1,2$ ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий защищенность от внешних воздействий,  $K_4 = 0,1$  (склады, хранилища открытые: с 1 стороны);

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влажность материала,  $K_5 = 0,8$  (влажность: до 3%);

$K_7$  – коэффициент, учитывающий крупность материала,  $K_7 = 0,8$  (раз мер кусков: 3–1 мм);

$K_8$  – коэффициент, учитывающий тип грейфера,  $K_8 = 0,21$  (грузоподъемность: 10 т, тип 2872В);

$B$  – коэффициент, учитывающий высоту разгрузки материала,  $B = 0,7$  (высота: 2 м);

$G_T$  – суммарное количество перерабатываемого материала,  $G_T = 35681,1$  т.

По результатам расчета числовое значение валового выброса пыли неорганической  $Pn$  составило:

$$Pn = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,21 \cdot 0,7 \cdot 35681,1 = 0,604238.$$

### **Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов**

Для обеспечения безопасности при выполнении взлетно-посадочных операций и рулении необходимо производить маркировку искусственных взлетно-посадочных полос (ИВП), рулежных дорожек (РД), мест стоянок (МС) и перронов. Маркировка покрытия ИВП наносится эмалями с помощью краскопульта.

Выделение загрязняющих веществ происходит при нанесении краски и при ее сушке [10].

При нанесении краски происходит испарение летучей части ЛКМ и выделение аэрозоля.

При сушке также происходит испарение летучей части ЛКМ.

Количество аэрозоля краски, выделяющегося при нанесении ЛКМ на поверхность изделия (детали), определяется по формуле:

$$P_{\text{ок}}^{\text{а}} = m_{\text{к}} \cdot \delta_{\text{р}} / 10^2 \text{ (3)},$$

где:  $m_{\text{к}}$  – масса краски, используемой для покрытия (кг);

$\delta_{\text{р}}$  – доля краски, потерянной в виде аэрозоля (% , мас.).

Количество летучей части лакокрасочных материалов, выделяющейся при окраске, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ок}}^{\text{пар}} = m_{\text{к}} \cdot f_{\text{р}} \cdot \delta_{\text{р}} / 10^4 \text{ (4)},$$

где:  $m_{\text{к}}$  – масса краски, используемой для покрытия (кг);

$f_{\text{р}}$  – доля летучей части (растворителя) в лакокрасочных материалах, (% , мас.);

$\delta_{\text{р}}$  – доля растворителя в лакокрасочных материалах, выделившегося при нанесении покрытия (% , мас.).

В процессе сушки происходит практически полный переход летучей части лакокрасочных материалов (растворителя) в парообразное состояние:

$$P_{\text{с}}^{\text{пар}} = m_{\text{к}} \cdot f_{\text{р}} \cdot \delta_{\text{р}} / 10^4 \text{ (5)},$$

где:  $\delta_{\text{р}}$  – доля растворителя в лакокрасочных материалах, выделившаяся при сушке покрытия (% , мас.).

Таблица 7

**Масса используемой краски**

| <i>Эмаль По ПФ-115</i> |               |                     |                     |       |            |              |              |             |            |          |
|------------------------|---------------|---------------------|---------------------|-------|------------|--------------|--------------|-------------|------------|----------|
| Масса краски, кг       | δ аэрозоля, % | докр. раств.в ЛКМ,% | δсуш. раств.в ЛКМ,% | фр, % | Паэ р., кг | Ппар. н., кг | Ппар. с., кг | Кол-водне й | Всего      |          |
|                        |               |                     |                     |       |            |              |              |             | г/сек      | т        |
| 647,029                | 30            | 25                  | 75                  | 45    | 194,109    | 72,79076     | 218,372      | 131         | 0,04287459 | 0,485272 |
| Ксилол                 |               |                     |                     |       |            |              |              |             | 0,02143729 | 0,242636 |
| Уайт-спирит            |               |                     |                     |       |            |              |              |             | 0,02143729 | 0,242636 |

| <i>Грунтовка По ГФ-021</i> |               |                      |                       |       |           |              |              |             |          |          |
|----------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|-------|-----------|--------------|--------------|-------------|----------|----------|
| Масса краски, кг           | δ аэрозоль, % | докр. раств.в ЛКМ, % | δсуш. раств. в ЛКМ, % | фр, % | Паэр., кг | Ппар. н., кг | Ппар. с., кг | Кол-водне й | Всего    |          |
|                            |               |                      |                       |       |           |              |              |             | г/сек    | т        |
| 1486,43                    | 0             | 10                   | 90                    | 45    | 0         | 66,88935     | 602,00415    | 254         | 0,030480 | 0,668894 |
| Ксилол                     |               |                      |                       |       |           |              |              |             | 0,030480 | 0,668894 |

Валовые выбросы загрязняющих веществ в период реконструкции (с учетом выбросов от работы автотранспорта, дорожно-строительной техники, пыления сыпучих материалов и проведения окрасочных работ) представлены в табл. 8.

Таблица 8

**Валовые выбросы массы загрязняющих веществ в период реконструкции**

| №  | Наименование загрязняющего вещества         | Выброс, г/сек | Валовой выброс, т |
|----|---|---------------|-------------------|
| 1  | Двуокись азота                              | 4,263629      | 1,481338          |
| 2  | Окись азота                                 | 0,692840      | 0,240717          |
| 3  | Сажа  | 0,693246      | 0,254253          |
| 4  | Сернистый ангидрид                          | 0,529577      | 0,188463          |
| 5  | Оксид углерода                              | 10,770501     | 5,726005          |
| 6  | Ксилол                                      | 0,051917      | 0,91153           |
| 7  | Углеводороды (бензин)                       | 1,208204      | 0,611548          |
| 8  | Углеводороды (керосин)                      | 1,03478       | 0,510014          |
| 9  | Уайт-спирит                                 | 0,021437      | 0,242636          |
| 10 | Пыль неорганическая 70-20% SiO <sub>2</sub> | 0,002379      | 0,604238          |
| 11 | Пыль неорганическая до 20% SiO <sub>2</sub> | 0,000574      | 0,145917          |

**Выводы.**

1. В результате реконструкции аэродромного покрытия аэропорта г. Пензы ухудшения состояния его атмосферного воздуха не прогнозируется, так как расчётные величины по концентрации загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в период строительства и эксплуатации, значительно ниже величин, соответствующих ПДК.

2. Высокие требования к режиму, срокам и качеству работ при реконструкции аэропорта г. Пензы снижают риск негативного воздействия на компоненты его природной среды.

3. Анализ результатов предлагаемой реконструкции аэропорта г. Пензы позволяет сделать вывод о том, что ее реализация не приведет к существенным воздействиям на

окружающую природную среду аэропорта и возникновению экологических рисков на его территории.

Таким образом, предложенный в работе подход к расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при реконструкции аэродромных покрытий аэропорта г. Пензы может быть реализован в процессе развития региональных аэропортов и их маршрутов со схожими транспортно-экономическими характеристиками отдельных районов тяготения.

### Литература

1. СП 121.13330.2012 Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32 -03-96 М.: Минрегион России, 2012. – 126 с.

2. Каримова А.А. Разрушения и ремонт искусственных покрытий взлетно-посадочных полос / А.А. Каримова, М.И. Парамонова. [http://alfabuild.spbstu.ru/index\\_2019\\_9/9\\_2.pdf](http://alfabuild.spbstu.ru/index_2019_9/9_2.pdf).

3. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. М.: Росавтодор, 2001. – 97 с.

4. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года. –М.: Распоряжение Правительства Российской Федерации, 2018. – 63 с.

5. Методическими указаниями по определению и установлению лимитов выбросов ЗВ двигателями ВС при определении платы за выброс ЗВ.- М.:ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», 2007. – 21 с.

6. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники» (расчетным методом)(с Дополнениями и Изменениями) - М.:НИИ Атмосфера, 2001. – 15 с.

7. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). – М.: Минрироды России, 2001. – 45с.

8. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ (пыли) в атмосферу при складировании и перегрузке сыпучих материалов на предприятиях речного флота. – Белгород, Белгородский технологический институт строительных материалов. – 2019. – 35 с.

9. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – М.: Ростехнадзор, 2004. – 172 с.

10. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (по величинам удельных выделений). – М.:НИИ Атмосфера, 2019. – 39 с.