

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Кафедра географии, геоэкологии и
безопасности жизнедеятельности**

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РАЙОНЕ
МЕЖДУНАРОДНОГО АЭРОПОРТА ГОРОДА БЕЛГОРОДА**

Магистерская диссертация
обучающегося по направлению подготовки 05.04.02 География
заочной формы обучения, группы 81001552
Решетниковой Елены Сергеевны

Научный руководитель
к.г.н., доцент
Лебедева М.Г.

Рецензент
первый заместитель
генерального директора
начальник аэропорта
ООО «МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АЭРОПОРТ БЕЛГОРОД»
Туник О.В.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Антропогенное воздействие на окружающую среду территории, прилегающей к аэропортам.....	7
1.1 Химическое загрязнение атмосферы вблизи территорий, прилегающих к аэропортам	7
1.2 Акустическое воздействие на территории, прилегающие к аэропортам	14
2. Характеристика аэропорта города Белгород.....	23
2.1 Общие сведения об аэропорте Белгород.....	23
2.2 Территория и население, попадающее в зону химического и физического загрязнения.....	30
3. Методы оценки химического и акустического загрязнения селитебной территории, прилегающей к аэропорту.....	33
3.1 Методы оценки химического загрязнения.....	33
3.2 Методы оценки акустического загрязнения.....	42
4. Химическое и акустическое загрязнение селитебной территории, прилегающей к международному аэропорту города Белгорода.....	51
4.1 Оценка уровня химического загрязнения в районе аэропорта.....	51
4.2 Оценка уровня авиационного шума в районе аэропорта.....	61
4.3 Рекомендации по снижению уровня акустического и химического загрязнения территории, прилегающей к Белгородскому аэропорту.....	67

Заключение	72
Список используемой литературы.....	77
Приложения.....	82

Введение

В результате резкого увеличения интенсивности движения авиационного транспорта, появления новых типов реактивных и турбореактивных самолетов, а также значительной урбанизации территорий, прилегающих к аэропортам, оценка воздействия на окружающую среду авиатранспорта в настоящее время приобретает особую актуальность.

Что касается высоких темпов развития гражданской авиации, то за последние 30 лет пассажира перевозки в России имели как динамику падения с 1985 по 2000 г., так и динамику роста, начиная с 2000 г., когда пассажирооборот вырос на 11,7%. Сегодня пассажирооборот российских авиакомпаний превышает аналогичный показатель 2000 г. в четыре раза. А в 2015 году был превышен исторический максимум пассажирооборота, который к 2017 году вырос ещё в 3 раза.

Международный аэропорт города Белгород – объект нашего исследования, он так же вносит определенный вклад в развитие рынка пассажира перевозок России. Так, за 2013 год его доля составила 3,5%. Численность перевезенных пассажиров в самом аэропорту так же выросла от 73145 в 2006 г. до 696932 в 2016 г. Это связано с реконструкцией аэропорта, позволившей увеличить парк обслуживаемых воздушных судов [5].

Авиационные предприятия являются источниками комплексного физического и химического загрязнения окружающей среды. Существенному воздействию авиационного шума вблизи аэропортов подвержено около 3% населения России. При этом численность населения, подверженного влиянию физических полей с превышением установленных стандартов уровней, вблизи крупных аэропортов Федерального значения, достигает 1,5 млн. человек, а суммарная площадь территорий, охваченных этим воздействием оценивается величиной 5,8 тыс. км². Аэропорты также являются источниками химического загрязнения атмосферного воздуха. Продукты сгорания авиатоплива оказывают наиболее неблагоприятное

техногенное воздействие на экосистему в районе аэродромов. При этом большая часть выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) происходит в двухметровом приземном слое воздуха (ДПСВ) – зоне дыхания людей [24].

Связь процессов урбанизации и экологических проблем в авиации заключается в том, что развитие авиапредприятий повлекло за собой уменьшение расстояния от жилой застройки до источников загрязнения. На примере Белгородского аэропорта, начавшего работу в 1954 году, можно в историческом разрезе проследить увеличение территории жилой застройки. В пределах современных границ аэропорта, его окрестность к тому времени уже была заселенной. Здесь исторически сложился частный сектор, охвативший современную улицу Урожайную, Портовую, а также поселок Октябрьский, заложенный в послевоенный период. После постройки аэропорта его окрестности стали разрастаться, особенно в районе «Оскочное». Массивы пос. Новосадовый (41-й мкр. и др.), приоритетные для включения в черту города, массово застроенные в начале XXI в., привели к увеличению численности населения в приаэропортовой зоне, где возникает риск негативного воздействия авиапредприятия [46].

Объект исследования – Международный аэропорт города Белгорода и жилые застройки вблизи его территории.

Предмет исследования – шумовое и химическое загрязнение жилой территории вблизи аэропорта города Белгород.

Цель исследования – изучить шумовое и химическое загрязнение селитебных зон вблизи аэропорта города Белгород, разработать рекомендации по улучшению экологической обстановки в пределах исследуемой территории.

Исходя из цели исследования, для выполнения магистерской работы были поставлены следующие задачи:

1. Изучить теоретический материал по проблеме авиационного шума и эмиссионных выбросов воздушными судами на местности.

2. Ознакомиться с методами исследования шумового и химического загрязнения территории, прилегающей к авиапредприятию.

3. Провести измерения авиационного шума, создаваемого воздушными судами при различных режимах эксплуатации двигателей.

4. Сравнить полученные данные с установленными государственными стандартами предельно – допустимыми нормами авиационного шума.

5. Сравнить полученные данные с данными исследованиями, проводимыми в 2015 году.

6. Провести расчет концентрации эмиссионных выбросов загрязняющих веществ на территории, прилегающей к аэропорту.

7. Разработать предложения, направленные на минимизацию шумового и химического воздействия на население, проживающее в непосредственной близости к авиапредприятию.

Методы исследования – наблюдение, эксперимент, анализ, картографирование, математическое моделирование, сравнение.

Структура и объем магистерской работы: работа изложена на 94 страницах; иллюстрирована 39 таблицами и 26 рисунками.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит список использованной литературы из 47 наименований и приложения.

Первая глава содержит краткий литературный обзор по теме исследования. В ней дается обозначение основной терминологии по теме исследования. Рассматриваются источники негативное воздействия на окружающую среду в зоне аэропорта гражданской авиации. Так же уделено внимание последствиям негативного воздействия на здоровье населения.

Вторая глава посвящена объекту исследования, в ней дана характеристика авиационному предприятию, а также описана территория и население проживающее в районе Международного аэропорта города Белгорода.

В третьей главе описана методическая база исследования авиационного шума и химического загрязнения атмосферного воздуха в районе Международного аэропорта города Белгорода.

В четвертой главе представлены результаты по выявлению уровня шумовой нагрузки и оценка химического загрязнения окружающей среды авиационном транспортом и объектами инфраструктуры ОАО «Белгородавиа», а также рекомендации по улучшению экологической обстановки в районе аэропорта.

Материалы и результаты исследования докладывались и получили положительную оценку на V Международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах».

По теме магистерской работы опубликована 1 статья в сборнике материалов V Международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах» [16].

1. Антропогенное воздействие на окружающую среду территории, прилегающей к аэропортам

1.1 Химическое загрязнение атмосферы вблизи территорий, прилегающих к аэропортам

Химическое загрязнение атмосферного воздуха вблизи предприятий гражданской авиации – на сегодняшний день актуальная проблема. Ведь авиатранспортные процессы создают эмиссионное загрязнение атмосферного воздуха, угрожающее здоровью населения, проживающего вблизи авиапредприятий. Вклад воздушных судов в загрязнение атмосферного воздуха в зоне аэропортов составляет более 50 % от всех источников загрязнения.

Основными эмиссионными газами, загрязняющими атмосферный воздух в приаэропортовой зоне, являются окись углерода CO, углеводороды C_nH_m , окислы азота NO_x и сернистый газ SO_2 . Годовой объем выбросов воздушными судами упомянутых веществ в аэропортах России составил в начале XXI века около 50 тыс. тонн [15].

Опасные вещества, загрязняющие воздух в зоне аэропортов, оказывают существенное негативное воздействие на людей и окружающую среду.

Угарный газ CO вступает в реакцию с гемоглобином крови, образуя карбоксигемоглобин. Данное химическое соединение, в отличие от гемоглобина, не переносит кислород от органов дыхания к тканям. В результате нарушается газообмен, наступает кислородное голодание, что способствует патологическим изменениям в организме.

Подобными свойствами обладает и двуокись азота NO_2 . В концентрациях выше предельно допустимых CO и NO_2 опасны для жизни.

Сернистый газ SO_2 оказывает воздействие на слизистую оболочку дыхательных путей. Соединяясь с влажным воздухом в утренние время,

сернистый газ может образовывать ядовитый туман, состоящий из мельчайших капель серной кислоты [21,10].

Подобным образом, могут вести себя и окислы азота NO_x , формируя туман из капель азотной кислоты.

Среди углеводородов C_nH_m есть вещества, обладающие канцерогенными свойствами (например, бенз(а)пирен).

При основных взлетно-посадочных операциях в атмосферу в зоне аэропорта поступают не только продукты сгорания от работы авиационных двигателей, но и горючее. Состав продуктов сгорания зависит от химического состава топлива, от коэффициента избытка воздуха и характера сгорания. На каждый вид авиационного топлива, в зависимости от применения, установлены нормативные технические характеристики. В общем случае авиационное топливо должно соответствовать межгосударственному стандарту ГОСТ 10227–86 «Топлива для реактивных двигателей. Технические условия» [10].

Помимо воздушных судов в аэропортах имеются и другие источники загрязнения окружающей среды. Наличие стационарных источников загрязнения связано с производственной деятельностью авиационной технической базы, аэровокзального комплекса, складов с топливом, цеха бортового питания, грузового комплекса (склада), базы эксплуатации и ремонта наземных машин, пунктов теплоснабжения (котельных), мусоросжигательной станции, комплекса очистных сооружений, стоянки для апробирования авиационных двигателей. Авиапредприятия в процессе своей деятельности образуют около 120 видов опасных для окружающей среды веществ. Из них 25% относится к первому (чрезвычайно опасному) и второму (высокоопасному), 30% – к третьему (умеренно опасному), 45% – к четвертому (малоопасному) классам опасности.

Перечень наиболее вредных производственных загрязнений воздуха авиационно-техническими базами аэропортов представлен в таблице 1.1

Выброс вредных веществ при работе аэропортовых энергетических установок и котельных, производственных и ремонтных цехов, расположенных в зоне аэропорта, поступление в воздух паров горюче-смазочных материалов приводит к существенному загрязнению воздуха в зоне аэропорта [1].

Таблица 1.1

Производственные загрязнения воздуха вредными веществами
в зоне аэропортов [22]

Источники загрязнений	Загрязняющие вещества
Работа на перроне, местах стоянки воздушных судов	Пары бензина, керосина, оксид углерода, оксид азота, аэрозоли масел, пыль
Работа на местах стоянок и площадках специального назначения при запуске и опробовании авиадвигателей и вспомогательных силовых установок воздушных судов	Пары керосина, оксид углерода, оксид азота, аэрозоли масел, фенол, формальдегид, продукты деструкции масел, пыль
Заправка воздушных судов горюче-смазочными материалами, спецжидкостями	Пары топлива, аэрозоли минеральных и синтетических масел, аэрозоли рабочих жидкостей
Обработка и заправка бортовых санузлов	Фенол
Наружная мойка воздушных судов с применением моющих средств	Фенол, моноэтаноламин
Окраска воздушных судов на предангарной площадке	Ацетон, толуол, эпихлоргидрин, этилацетат
Расконсервация деталей воздушных судов, переборка тормозов и т.п.	Пары бензина, толуол, ацетон, бутилацетат, этилацетат
Армирование щеток, изготовление резиновых изделий	Углеводороды, пыль графитовая, канифоль
Столярные работы с применением эпоксидных клеев	Пыль древесная, эпихлоргидрин
Резка и обработка оргстекла	Аэрозоли оргстекла
Сварочные работы	Оксид марганца, оксид азота
Ремонт и наладка бортового оборудования	Пары керосина, пыль графитовая, канифоль, свинец
Заправка бортовых огнетушителей	Этиленгликоль, фреон-12В, фреон-114В
Зарядка аккумуляторов	Аэрозоли щелочей и кислот
Раскрой и пошив изделий из стекловолокна	Пыль стекловолокна

На территории аэропортов Российской Федерации в начале XXI века стационарными источниками ежегодно выбрасывается в атмосферу около 23 тыс. т вредных веществ, что составляет 25% от суммарного загрязнения

воздуха в зоне аэропортов (Табл. 1.2). По данным международных исследований, проводимых ИКАО вклад воздушных судов в загрязнение приземного атмосферного воздуха в районе аэропортов, составляет более 50% общего загрязнения, но для каждого отдельного авиапредприятия эти показатели могут различаться. Это зависит от пропускной способности ВПП [34].

Таблица 1.2

Вклад различных источников в загрязнение воздуха
в зоне аэропортов [15]

Источник	Годовой выброс загрязняющих веществ, тыс. т	Доля от общего загрязнения, %
Воздушные суда	50	55
Стационарные источники	23	25
Наземный транспорт	18	20

К подвижным источникам загрязнения окружающей среды относятся наземные транспортные средства аэропортов спецавтотранспорт.

Наибольший вклад наземный спецтранспорт в зоне аэропорта вносит в загрязнение воздуха угарным газом CO, а наименьший – аэрозолями (Табл.1.3)

Таблица 1.3

Вклад воздушного и наземного транспорта в загрязнение воздуха
в зоне аэропорта различными веществами [21].

Источник загрязнения	CO	NO _x	C _n H _m	Аэрозоль
Воздушные суда	55%	77%	93%	97%
Наземный транспорт	45%	23%	7%	3%

Вследствие наличия большого количества источников загрязнения атмосферы в аэропортах международного класса, концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха часто значительно превышают предельно допустимые значения (ПДК) не только на территории аэропортов, но и за их

пределами. Таким образом, от загрязнения воздуха страдают не только пассажиры, экипажи и работники аэропортов, но и жители прилегающих к аэропортам территорий жилой застройки.

Концентрация загрязняющих веществ в приземном слое воздуха в зоне аэропорта зависит не только от классности аэропорта и интенсивности воздушного движения. На суммарную концентрацию оказывают значительное влияние и метеорологические факторы, прежде всего стратификация приземного слоя воздуха [40].

Так же необходимо учитывать тип воздушного судна и тип двигателя. Оценку проводят в первую очередь для двигателей старых образцов, которые прошли международную сертификацию в 80–90–х гг. прошлого столетия. К таким двигателям относятся:

- турбовентиляторный ПС – 90А;
- турбореактивный Д – 36;
- турбовинтовые АИ – 24, АИ – 24 В, АИ -24 ВТ.
- газотурбинный ГТД – 350.

Суда с данными типами двигателей вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

Уровень загрязнения воздуха в зоне аэропорта во многом зависит от ветра, его скорости и направления.

Наибольший перенос опасных веществ происходит в районы, расположенные на пути главенствующих ветров. Поэтому при определении границ санитарно-защитной зоны вокруг аэропорта, удовлетворяющих нормативам по предельно допустимым концентрациям вредных веществ, необходимо учитывать розу ветров в зоне аэропорта.

Наиболее важным метеорологическим фактором, влияющим на уровень концентраций загрязняющих веществ в воздухе, является температурная стратификация атмосферы, определяющая интенсивность вертикальных движений воздуха [9].

Очень часто температура в приземном слое атмосферы быстро уменьшается с высотой. При этом атмосфера находится в состоянии неустойчивого равновесия, это способствует развитию вертикальных движений воздуха. При такой так называемой неустойчивой стратификации велика интенсивность вертикального переноса воздуха и содержащихся в нем опасных веществ. При устойчивой стратификации атмосферы величина вертикального переноса воздуха и содержащихся в нем примесей мала.

Таким образом, образование инверсии температуры способствует накоплению в нижних слоях атмосферы загрязняющих веществ, поступающих от наземного источника (эмиссия авиационных двигателей на наземных этапах взлетно-посадочного цикла, выбросы наземного транспорта и стационарных источников), играющих большую роль в загрязнении воздуха в зоне аэропорта [19].

Определенное влияние на уровень загрязнения воздуха оказывают еще туманы и осадки. Туманы накапливают загрязняющие вещества в воздухе и увеличивают их концентрацию. Осадки, наоборот, вымывают вредные вещества из атмосферы, что приводит к уменьшению их концентрации в воздухе.

Так как в аэропортах и их окрестностях концентрации опасных веществ в воздухе могут значительно превысить предельно допустимые значения, необходимо развитие систем мониторинга для наблюдения и контроля загрязнения атмосферы. Такими системами слежения за качеством воздуха оборудовано большинство крупных зарубежных аэропортов.

В России внедрение систем автоматического экологического мониторинга в аэропортах международного класса пока только планируется [14].

Для уменьшения выбросов загрязняющих веществ необходимо внедрение очистных установок, защитных устройств и контроля загрязнения воздуха при производственной деятельности предприятий гражданской авиации. Снижение загрязнения атмосферного воздуха в районе аэропорта

наземным транспортом может быть достигнуто упорядочением его движения, рациональной организацией перевозок, что позволит существенно уменьшить поступление выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания [42].

Наибольший экологический эффект следует ожидать от разработки и принятия всесторонних мер по снижению выбросов вредных веществ воздушными судами, так как эмиссия авиационных двигателей вносит доминирующий вклад в загрязнение воздуха в зоне аэропорта. Для этого Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) разработаны и внедрены нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ воздушными судами.

В настоящее время такие нормативы установлены для четырех токсичных компонентов выхлопных газов авиационных двигателей, а именно, для окиси углерода, углеводородов, окислов азота и частиц сажи (дыма).

Огромный вклад в решение проблемы загрязнения воздуха в зоне аэропортов вносит также внедрение специальных технических и эксплуатационных методов уменьшения выбросов воздушных судов. Это связано с совершенствованием существующих и созданием новых типов газотурбинных двигателей для воздушных судов. В них используются новые конструкции камеры сгорания, новые способы подачи топлива [34].

К уменьшению загрязнения воздуха вредными веществами в гражданской авиации приводит техническое совершенствование не только авиационных двигателей, но и самих воздушных судов.

Действительно, разработка и внедрение самолетов с лучшими аэродинамическими качествами, с меньшим лобовым сопротивлением и с большей подъемной силой позволяет уменьшить удельный расход топлива на всех стадиях полета. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению общего расхода топлива при эксплуатации судов и, соответственно, к минимизации выбросов вредных веществ в атмосферу.

Можно так же режимы холостого хода и руления выполнять с большей относительной тягой двигателей, это позволит уменьшить эмиссию CO и C_nH_m . Например, на самолете ТУ-154, имеющем три двигателя, все операции, связанные с холостым ходом и рулением, можно выполнять с одним работающим двигателем. При этом, как показывают оценки, выброс CO и C_nH_m за взлетно-посадочный цикл уменьшится в несколько раз [19].

Таким образом, совершенствование методов эксплуатации воздушных судов может внести значительный вклад в уменьшение загрязнения воздуха в зоне аэропортов. Развитие этого направления не менее важно, чем совершенствование технических методов уменьшения эмиссии вредных веществ в атмосферу самолетами гражданской авиации (Табл. 1.4) [1].

Таблица 1.4

Характеристика загрязняющих веществ от внешних источников аэропортов.

Загрязняющее вещество	Источник	Эффект
Оксиды серы	Примеси серы в топливе, реактивные и дизельные двигатели, получение электроэнергии	Запах, раздражитель, кислотное воздействие, повреждение дыхательных путей
Оксиды азота	Реактивные и дизельные двигатели, получение электроэнергии	Смог/аэрозоли, кислотное воздействие, раздражение легких
Углеводороды	Топливо	Запах, смог, раздражение глаз, проблемы дыхательных путей, головные боли, головокружение, тошнота

Угроза воздействия загрязняющих веществ не ограничена только пассажирскими терминалами, она актуальна и для других зданий, расположенных на территории авиапредприятий.

1.2 Акустическое воздействие на территории, прилегающие к аэропортам

Проблема шумового загрязнения окружающей среды и его воздействие на здоровье людей является весьма актуальной для аэропортов международного класса.

Основными источниками шума на территории аэропортов являются работающие двигатели воздушных судов, вспомогательные силовые установки, специальные технические средства аэродромного обслуживания различного назначения. К спецмашинам аэродромного обслуживания относятся аэродромные подвижные агрегаты, топливозаправщики, моторные подогреватели, тягачи, моечные машины, автопогрузчики, автолифты и другие. Среди них наиболее сильными источниками шума являются тепловые, снегоуборочные и обдувочные машины. Они создаются на базе отработавших летный ресурс авиадвигателей, использующихся на режимах пониженной мощности.

Шум, возникающий при работе двигателей воздушных судов, вносит наибольший вклад в шумовое загрязнение района аэропорта. Уровень громкости создаваемого ими шума зачастую превышает 140 дБ [8]. Из всех типов авиационных силовых установок наиболее шумными являются турбореактивные авиационные двигатели.

Вследствие наличия множества источников интенсивного шума в районе аэропортов складывается, как правило, весьма неблагоприятная акустическая ситуация, влияющая на здоровье не только экипажей, работников аэропорта и пассажиров, но и населения прилегающих к аэропорту территорий [18].

Уровень громкости авиационного шума в окрестностях аэропортов зависит от направления взлетно-посадочных полос и трасс полетов самолетов, интенсивности полетов в течение суток, сезонов года, от типов самолетов, базирующихся на аэродроме, и других факторов.

Эксплуатация самолетов большого тоннажа с мощными турбореактивными и турбовинтовыми двигателями, увеличение

интенсивности их полетов, рост парка и расширение сферы применения гражданских вертолетов приводит к значительному повышению уровня шума в окрестностях аэропортов. Как показывают результаты измерений, населенные пункты, расположенные в радиусе 15 км от крупных аэропортов, находятся в дискомфортных акустических условиях. В некоторых из них первое место среди всех источников шума (автомобили, промышленные предприятия, коммунальное хозяйство и др.) занимает воздушный транспорт [26].

При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэропортов уровни громкости шума в прилегающих населенных районах достигают в дневное время 80 дБ, а в ночное – 78 дБ. Максимальные уровни громкости колеблются в пределах 92-108 дБ.

Первая реакция населения на авиационный шум – это жалобы, количество которых растет из года в год. В них отмечается, что авиационный шум беспокоит, нервирует, утомляет, вызывает головную боль, сердцебиение, нарушает сон и отдых, не дает сосредоточиться на выполнении любой работы.

Для авиационного шума, как ни для какого другого, характерен раздражающий эффект. Шум самолетов при внезапном возникновении на тихом шумовом фоне вызывает у людей чувство тревоги и страха, особенно в ночное время. Вследствие этого полеты ночью причиняют жителям прилегающих к аэропорту районов намного больше беспокойства, чем днем. Так, на шум в дневное время при уровне его громкости 66 дБ жалуется 33% населения, а на ночной шум такого же уровня – 92% [38].

Наибольшее беспокойство испытывают люди, страдающие заболеваниями нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта и др. Количество жалоб от этой части населения (64–90%) намного больше, чем от здоровых людей (39-52%).

Городские жители чаще, чем сельские, жалуются на шум самолетов, что объясняется повышенной чувствительностью горожан к шуму вследствие

воздействия на них еще и промышленного, транспортного, коммунального шумов [45].

Проблема шумового загрязнения окружающей среды весьма актуальна для гражданской авиации России. По оценкам, примерно 2-3% населения РФ подвержено воздействию авиационного шума, превышающего нормативные требования. От авиационного шума страдает несколько миллионов человек.

В настоящее время сертификацию на соответствие уровней шума действующим международным стандартам прошли следующие типы отечественных самолетов: Ту-154М, Ту-204, Ил-62М, Ил-96, Як-42, Ан-74, Ан-124. Однако, в случае планируемого ужесточения акустических стандартов на 5 дБ, им будут удовлетворять только Ил-96 и Ту-204. Основу же парка российских авиакомпаний составляют самолеты выпуска конца 70-х – начала 80-х годов (Ту-134, Ту-154, Ил-62, Ил-76 и др.), которые не соответствуют не только современным, но и более ранним нормативам ИКАО по шуму [33].

Минимизация авиационного шума является одним из основополагающих направлений деятельности Международной организации гражданской авиации (ИКАО). ИКАО была организована в апреле 1947 г. В этом году вступила в силу Чикагская конвенция о Международной гражданской авиации 1944 г., ч. II которой является Уставом организации. На сегодняшний день ИКАО является одним из крупнейших специализированных учреждений ООН. Наша страна вступила в эту организацию в декабре 1944 года [9].

В структуре ИКАО создан комитет по авиационному шуму, который в 1983 г. вошёл в состав Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации. Данный комитет имеет статус Технического комитета Совета ИКАО [3].

Авиационный шум вызывал озабоченность уже во времена создания ИКАО, но в то время основными источниками шума служили воздушные винты. Во весь рост эта проблема встала с появлением в середине XX века

первого поколения реактивных самолетов и продолжала обостряться по мере увеличения их числа. С 1968 года Организацией было решено начать сертифицировать по шуму будущую продукцию авиационной промышленности [17].

Подробная информация по методам акустической сертификации ВС представлена в соответствующих нормативных документах ИКАО.

Все методы определения соответствия нормативам подразделяются на две группы: стандартные методы и эквивалентные методы.

Стандартные методы основываются на летном эксперименте, как способе получения данных о шуме базового самолета семейства. Летный акустический эксперимент выполняется для каждого типа воздушного судна в соответствии с методикой, изложенной в документе ИКАО «Охрана окружающей среды» [33].

Эквивалентные методы дают возможность получать информацию об акустических характеристиках самолетов, которая по точности и надежности является эквивалентной данным, получаемым с помощью стандартных методов, и вместе с тем требуют меньших затрат на проведение испытаний. Рекомендованные в Техническом руководстве ИКАО эквивалентные методы для дозвуковых реактивных самолетов подразделяются на две группы:

–методы сертификации базового самолета семейства, для реализации которых необходимо проведение летных испытаний;

–метод сертификации модифицированных вариантов семейства, использующий результаты статических наземных испытаний двигателя и результаты летных испытаний базового варианта самолета [42]. Эквивалентные методы летных испытаний, такие как имитация траектории полета, получение и использование параметрических зависимостей шума от режима работы силовой установки и от расстояния до самолета, применяются на практике в приложении к самолетам-прототипам (базовым самолетам семейства). Эти же эквивалентные методы применяются и при акустической сертификации модифицированных вариантов самолетов, когда

модификация планера или силовой установки не изменяет акустических характеристик источников шума – элементов силовой установки и планера. Примером может служить акустическая сертификация модифицированных вариантов самолетов типов Як–42, Ту–134, Ту–154, Ту–204, Ту–214, Ил–62, Ил–76, Ил–96.

Если же модификация воздушного судна (ВС) вызывает изменение акустических характеристик источников шума, то для определения уровней шума ВС на местности необходимо использовать либо процедуру летных испытаний, либо применять эквивалентный метод, основанный на экстраполяции на полетные условия результатов акустических испытаний силовой установки самолета в статических условиях [11].

Эквивалентный метод, базирующийся на наземных акустических испытаниях двигателя, позволяет:

- минимизировать затраты на демонстрацию соответствия уровней шума самолета требованиям норм стандарта ИКАО за счет отсутствия необходимости в проведении дополнительных летных акустических испытаний самолета с модифицированной силовой установкой;

- получать более надежную демонстрацию небольших различий в уровнях шума модифицированных вариантов семейства самолетов;

- использовать ранее полученные летные данные при акустической сертификации базового варианта семейства самолетов [42]. Следующим этапом в управлении рисками от воздействия авиационного шума стало принятие концепции: «Сбалансированный подход к управлению шумом», который включает четыре элемента: снижение шума в источнике, планирование землепользования, технические меры и эксплуатационные ограничения [12].

При планировании землепользования следует отметить, что удаление от аэропорта не только важный показатель удобств, но и фактор, ограничивающий население от воздействия авиационного шума. В мировой практике фактор шума при постройке аэропортов, и селитебных территорий

был изначально учтен – (Рис. 1.2). Согласно рисунку 1.2 международные столичные аэропорты находятся на достаточно большом удалении от мегаполисов. Так, например, в 60 км от центра города расположен аэропорт Токио. В 50 км – столичный международный аэропорт Российской Федерации – Домодедово. На наименьшем расстоянии от деятельности авиапредприятий находятся в радиусе 10 км аэропорты Парижа, Копенгагена. Хотя данная схема и выглядит оптимистично, чрезвычайно высокий уровень урбанизации ежегодно уменьшает фактор расстояния.

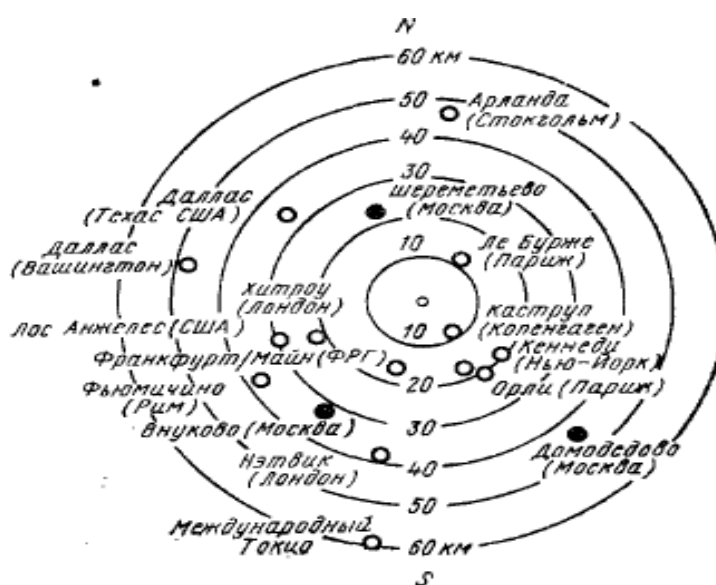


Рис. 1.2 – Характерные удаления крупнейших аэропортов мира от условного центра города [27]

Одной из оптимальных технических мер является экранирование территории, шумозащитной конструкцией, прилегающей к аэропорту. Данный способ по сравнению с остальными (озеленение, шумоизоляция окон) является наиболее эффективным для авиапредприятий.

Согласно санитарным правилам СНиП 23-03-2003, акустический экран (выгородка) представляет собой преграду конечных размеров, которая устанавливается между источником шума и частью помещения, защищаемого от шума.

Шумозащитные экраны изготавливаются из твердых листовых материалов или отдельных щитов с обязательной облицовкой звукопоглощающими материалами поверхности (сэндвич – панели, оргстекло), обращенной в сторону источника шума.

Экраны могут быть разной формы: плоскими и П – , Г– образной формы или комбинированные (Рис.1.3).

Рис. 1.3 – Формы шумозащитных экранов [29]

Размеры шумозащитного экрана выбирают исходя из конкретных условий его применения и требуемой эффективности. По крайней мере, размеры экрана должны быть в три раза больше линейных размеров источника шума. Для источников авиационного шума оптимальным является экран размером от 6 м.

Необходимым условием так же является эстетическая составляющая территории города в месте установки экрана. Материал для экранов производят после расчетов или измерения в условиях заглушённой и реверберационной камер [7].

К другим мерам, но уже экономического и организационного характера, относятся повышение сборов за посадку шумных судов и ограничения на эксплуатацию определенных типов ВС в вечерние и ночные часы, с тем, чтобы не допускать нарушения установленных законом уровней шумовых зон. Сборы, связанные с авиационным шумом, взимаются с учетом следующих факторов:

- взлетная масса воздушного судна;
- соответствия ограничения по шуму, согласно стандарту, регламентирующему авиационный шум;
- соответствие требованиям стандарта ИКАО, регламентирующим авиационный шум [33].

Наиболее комплексной и эффективной мерой является мониторинг авиационного шума, который проводят на территориях городской жилой застройки вблизи установленных в конкретном аэропорту стандартных маршрутов заходов на посадку и вылета воздушных судов, эксплуатируемых на регулярной основе. Их схема приводится в привязке к исследуемой местности.

Проводят также мониторинг на территории жилой застройки вблизи аэропортов с целью выявления превышений установленных предельных уровней авиационного шума. Суть мониторинга состоит в измерениях шума при повторяющихся режимах полета самолета с указанием маршрута полета и типа воздушного судна. Для этого в нескольких точках, как правило, на границах жилой застройки вблизи маршрутов полета устанавливают стационарные пункты контроля, оборудованные системами мониторинга шума. Посты наблюдений работают в автоматическом режиме. Данные измерений передают на центральный пульт по выделенным телефонным линиям связи, где производят их анализ.

Для каждой контрольной точки устанавливают предельные уровни шума при пролете воздушного судна каждого типа. В данном случае предельные уровни—это уровни, реально достижимые при условии точного соблюдения установленных трасс полетов и применении специальных приемов пилотирования. Таким образом, каждое превышение установленного для данного типа самолета предельного уровня должно рассматриваться как «Нарушение».

При проведении данного вида мониторинга следует руководствоваться требованиями и рекомендациями ГОСТ 22283–88 и принятой практикой зонирования окрестностей аэропортов для условий, создаваемого воздушными суднами шума [12].

2. Характеристика аэропорта города Белгород

2.1 Общие сведения об аэропорте Белгород

Аэропорт расположен на северной окраине города Белгорода и является действующим транспортным предприятием, осуществляющим регулярный прием и отправление пассажиров, багажа, грузов и почты, организацию и обслуживание полетов воздушных судов.

Аэропорт оснащен ограниченным комплексом средств управления воздушным движением радионавигации и посадки.

Территория в окрестностях аэропорта представляет собой черту лесостепи, для которой характерно чередование лесов с луговой степью. Она представлена двумя типами растительности – зональной и экстразональной. Зональная растительность – это дубравы и степные луга. Экстразональная растительность – это луга, виды кустарников и опушек.

Климат умеренно-континентальный с довольно мягкой зимой со снегопадами и оттепелями и продолжительным летом. Средняя годовая температура воздуха составляет + 5,6 градусов. Самый холодный месяц – январь. Безморозный период составляет 155-160 дней, продолжительность солнечного времени – 1800 часов.

Почва промерзает и нагревается до глубины 0,5 м.

Осадки неравномерны. Летом – ясная и жаркая погода перемежается с дождливой и относительно прохладной погодой [6].

Сведения о климатических условиях района расположения аэропорта г. Белгород, приведены в таблице 2.1. Данные сведения были получены из научно-прикладного справочника по климату. Выбор климатических критериев нашел свое отражение в СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». В данные критерии входит стандартный перечень метеорологических параметров: температурный режим, относительная

влажность воздуха, ветровой режим. Работа авиапредприятия напрямую зависит от этих показателей климата [40].

Таблица 2.1

Климатическая характеристика района расположения аэропорта
Белгород

Наименование показателя	Величина показателя
Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца;	- 8
Средняя максимальная температура воздуха самого жаркого месяца;	+ 25,7
Абсолютный минимум температуры воздуха;	- 37
Продолжительность периода с положительными температурами;	156
Относительная влажность воздуха;	75
Среднее количество осадков за год;	553
Среднее число дней с различным количеством осадков в год;	30
Средняя годовая скоростей ветра;	4,8
Скорость ветра обеспеченностью 5%, U^* .	8,0

Среднегодовая роза ветров представлена на рисунке 2.1.

Рис. 2.1– Среднегодовая роза ветров [47]

В геологическом сложении участок у поверхности имеет мощный суглинистый растительный слой средней толщиной 0,6 м, ниже до глубины 2,8–3,9 м залегают суглинки твердой и полутвердой консистенции, подстилаемые глинами.

Аэропорт города Белгорода начал свою работу 30 августа 1954 года. В этом году в аэропорту осуществляла свою работу Курская эскадрилья, которая занималась перевозкой различных грузов, почты и медицинского персонала в районы Белгородской области. Лишь с 1969 года начался прием ближнемагистральных самолетов, которые совершали перелеты в Москву, Сочи, Анапу, Симферополь, Полтаву, Донецк. Росла численность персонала. Если с начала работы аэропорта она составляла 20-30 человек, то к 1969 года

на предприятии работали уже 170 человек. В 1995 году аэропорт города Белгорода получает статус Международного [5].

С 2004 по 2009 год аэропорт терпит кризис. Завершается эксплуатация собственного парка воздушных судов, ликвидируется летный отряд. За время существования аэропорта произошел износ аэродромных покрытий [41].

В 2010 году Международный аэропорт города Белгорода переходит в собственность Белгородской области. С этого времени начинается масштабная реконструкция авиапредприятия, в ходе которой были осуществлены следующие мероприятия:

- удлинена взлетно-посадочная полоса до 2500 м и расширена до 45 м;
- реконструированы рулежные дорожки, перрон, с размещением на нем 8-ми стоянок самолетов, включая площадку для предполетной обработки ВС.
- построен новый аэровокзал, базы аэродромной службы (Рис. 2.2).

Реконструкция способствовала расширению возможностей аэропорта принимать крупнотоннажные воздушные суда в любое время суток. Аэродром стал относиться ко второму классу, с ВПП 11/19 класса с асфальтобетонным покрытием с максимальным взлетным весом воздушных судов 190 тонн. В аэропорту имеется свое топливозапасное общеобъемом в 1000 тонн, которое может осуществлять до 0,7 заправок в час, с выдачей топлива до 200 тонн в сутки [46].

Рис. 2.2 – План-схема международного аэропорта города Белгород

В настоящее время аэропорт Белгород принимает такие воздушные суда как: Ту-154, Як-40, Як-42, Airbus A319, Airbus A320, Airbus A321, ATR 72, Boeing 737, Boeing 735, Bombardier CRJ 100/200, Embraer EMB 135 Brasilia, Sukhoi Superjet 100, SAAB-340, SAAB-2000, и многие другие [7].

Одним из пунктов реконструкции стала установка специальных шумозащитных конструкций. Они позволяют снизить уровень шума от

работы аэропорта до фоновых значений. Высота данных конструкций составляет 6 метров, а длина – 390 метров – (Рис. 2.3).

Таким образом, шумозащитный экран покрывает весь участок Белгородского аэропорта, смежный с жилым кварталом. По мнению специалистов, индекс изоляции шума от самолетов за счет акустических конструкций удастся снизить до 30 дБА.

Рис. 2.3 – Шумозащитный экран в международном аэропорту г. Белгорода [5]

После реконструкции авиапредприятия выросла и его пропускная способность до 450 пассажиров в час: 300 – на внутренних рейсах и 150 на Международных [46].

После реконструкции аэропорта динамика пассажироперевозок выросла от 85757 в 2005 году до 496841 в 2016 году – (Рис. 2.4) [7].

Рис. 2.4 – Пассажирооборот международного аэропорта города Белгород за 2005-2016 год

Международный аэропорт города Белгород в настоящее время выполняет как внутренние рейсы в Москву, Санкт-Петербург, Калининград, Казань, Нижний Новгород, Надым. Нягань, Сургут, Ямбург, Новый Уренгой, Норильск, Краснодар, Симферополь, так и международные – в Бишкек, Барселону, Римини, Салоники, Кос, Ираклион, Хургаду, Родос, Анталию, Шарм – эль – Шейх (Рис. 2.5) [6].

Рис. 2.5 – Маршруты вылетов из Белгорода
(Синими стрелками обозначены внутренние рейсы, зелеными международные)

Международный аэропорт может обслуживать в час до 4 воздушных судов. Для оценки шумового воздействия работы аэропорта интересно оценить интенсивность полетов в холодное время года, когда из-за отсутствия листьев на деревьях перестает существовать естественная шумозащита.

С октября 2015 года по март 2016 года было выполнено 2700 рейсов, из них 1877 рейсов приходилось на время с 07.00 – 23.00 часов и составило 70%; 827 рейсов приходилось на время с 23.00 – 07.00 часов и составило 30 % (Рис. 2.6; 2.7) [46].

Рис. 2.6 – Динамика количества рейсов, выполненных международным аэропортом Белгород с октября 2016 года по март 2017 года

На рисунке 2.5 видно, что наибольшее число обслуженных авиарейсов в холодное время года отмечается в октябре и марте. Максимум самолетовылетов за исследуемый период приходится на март 2015 года. Данный факт обусловлен сезонностью работы авиапредприятия, пик которой приходится на летние месяцы, а октябрь и март – это месяцы окончания и начала сезона [7]. Представленная на рисунке 2.6 динамика ночных и дневных самолетовылетов показывает доминирование дневных рейсов. В марте ночные самолётовывлеты составляют 38 % [5].

Международный аэропорт Белгород включился в сотрудничество с Почтой России в сфере авиаперевозок почтовых отправок. Для авиапредприятия оно обещает быть эффективным, так как позволит загрузить грузовой терминал аэропорта.

Рис. 2.7 – Динамика ночных и дневных самолётовывлетов международного аэропортом Белгород с октября 2016 года по март 2017 года

В 2013 году проходил конкурс среди аэропортов гражданской авиации стран СНГ. По итогам данного конкурса комиссией Ассоциации «Аэропорт» гражданской авиации стран СНГ международный аэропорт Белгород был признан лучшим аэропортом стран СНГ в 2013 году [6].

2.2 Территория и население, попадающее в зону химического и физического загрязнения

Для исследования оценки химического и шумового воздействия была выбрана территория, максимально испытывающая антропогенную нагрузку от деятельности авиапредприятия в районе Международного аэропорта города Белгорода. Данная территория входит в СЗЗ аэропорта – (Рис. 2.8) [46].

Радиус СЗЗ составляет 500 метров от осевой линии взлетно-посадочной полосы, и 500 метров от мест апробирования двигателей (Рис. 2.9).

Рис. 2.8 – Граница санитарно-защитной зоны международного аэропорта Белгород по фактору химического загрязнения и авиационного шума

Рис. 2.9 – Границы исследуемой территории

По данным Департамента строительства и архитектуры, в пределах данной территории исторически сложился частный сектор, в зону исследования которого попадают 2 улицы и 5 переулков. Количество домов равно 234 [5].

По данным Комитета по управлению Восточным административным округом, в ведении которого находится данная территория, численность населения составляет здесь 1100 человек. Средний возраст населения на

исследуемой территории составляет 39 лет. Из общего количества населения 190 человек (17%) – лица моложе трудоспособного возраста, 650 человек (60%) – находятся в трудоспособном возрасте, 245 человек (23%) – старше трудоспособного возраста (Рис. 2.10) [46].

Основными источниками фонового шума и фонового вклада в химическое загрязнение в пределах данной территории является автотранспорт.

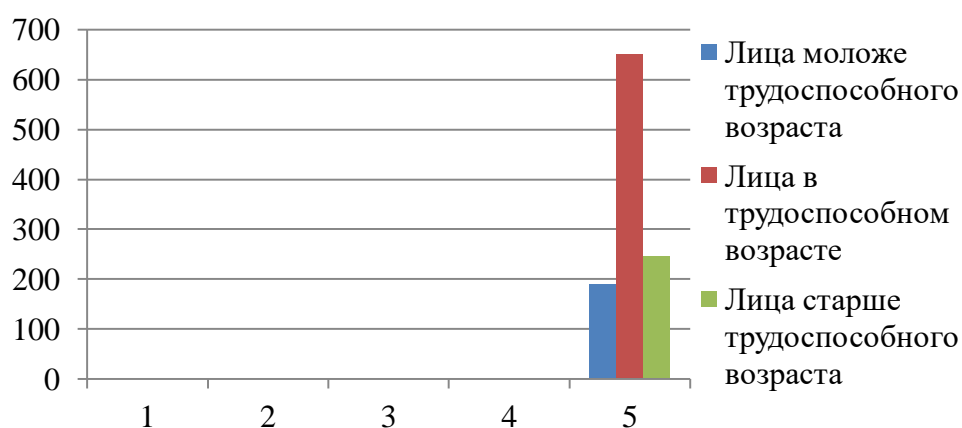


Рис. 2.10 – Возраст населения, проживающего на исследуемой территории

В соответствии с Федеральным законом «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации», в пределах территории исследования находятся обычные дороги 4 класса, с интенсивностью движения свыше 200 до 2000 тысяч единиц транспорта в сутки [43].

3. Методы оценки химического и акустического загрязнения селитебной территории, прилегающей к аэропорту

3.1 Методы оценки химического загрязнения

Угрожающая опасность экологических проблем современного мира, заставляет государства разрабатывать определённые требования к предприятиям и организациям, вносящим вклад в загрязнение окружающей среды. На сегодняшний день подобные требования существуют и для предприятий, занимающихся гражданскими авиаперевозками. А необходимость введения таких требований возникла еще в конце 90-х годов прошлого века. Именно в этот период началась активная замена парка воздушных судов ведущими авиапредприятиями страны [15].

Непрерывно для оценки экологической безопасности авиапредприятия в первую очередь необходимо учитывать степень загрязнения воздушной среды в зоне аэропорта и прилегающей к нему местности. Оценку эмиссионного загрязнения проводят по методике контроля загрязнения атмосферного воздуха в окрестности аэропорта, утвержденной департаментом воздушного транспорта министерства транспорта РФ от 06.04.92 года, а также по расчету выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации [19]. В данной методике определены следующие обозначения: зона аэродрома, время полета, взлетно-посадочный цикл (ВПЦ), международная стандартная атмосфера.

Зона аэродрома (аэропорта) включает часть атмосферы над соответствующим участком земной поверхности условно ограниченной высотой 900 м то есть толщиной приземного слоя атмосферы.

На уровне земной поверхности загрязнение атмосферного воздуха происходит в результате наземных перемещений спецавтотранспорта, работы двигателей ВС, руления перед взлётом и после посадки, опробования маршевых двигателей воздушных судов в стационарных условиях, а также работы вспомогательных силовых установок (ВСУ) ВС [28].

Время полёта ВС делится на четыре этапа, которые соответствуют различным зонам загрязнения атмосферы. Выделяют:

- взлётно-посадочный цикл (ВПЦ) в зоне аэродрома (высоты от 0 до 900 м);
- набор высоты от 900 м и до эшелона крейсерского полёта;
- крейсерский (горизонтальный) полёт по маршруту на высотах эшелона;
- снижение с высоты эшелона маршрутного полёта до высоты зоны аэродрома (900 м) [22].

Для описания режимов работы авиадвигателей был разработан некий условный взлётно-посадочный цикл (ВЦП), усреднённый по данным характерных международных аэропортов различных стран мира (Рис. 3.1). Такой цикл принят в качестве «Стандартного цикла ИКАО», его используют в международной практике для испытаний авиационных двигателей, расчётов и сравнений, связанных с проблемами загрязнения окружающей природной среды.

Для вычисления уровня загрязнения окружающей среды учитываются атмосферные условия. В настоящее время вычислены усреднённые атмосферные условия, по отношению к которым должны корректироваться эксплуатационные параметры всех авиационных двигателей.

Данные показатели являются Международной стандартной атмосферой (МСА), принятой ИКАО. К ним относятся:

температура воздуха, равная $15\text{ }^{\circ}\text{C}$,

атмосферное давление $P = 760$ мм рт. ст.

абсолютная влажность $\rho = 6,29$ г/кг (относительная влажность $\varphi = 60\%$).

Понятие МСА применяются при пересчёте экспериментально полученных данных.

Еще одним немаловажным показателем являются режимы работы двигателей. Они различаются по создаваемой ими реактивной тяге или мощности.

При взлёте воздушного судна и наборе высоты двигатели практически всегда работают на 85% от максимальной, располагаемой для взлёта тяги/мощности. Эта мощность называется установленная взлётная тяга. Она утверждается для данного типа или модели двигателя и измеряется в килоньютонах (кН).

Рис. 3.1– Схема стандартного взлетно-посадочного цикла [27]

Для стандартного ВПЦ, выполняемого воздушным судном, оснащённым маршевыми газотурбинными двигателями, условно принимаются значения величин тяги двигателя, приведённые в таблице 3.1.

Для оценки уровня загрязнения атмосферы вредными веществами применяются такие показатели как:

– Валовый выброс вещества – суммарное количество некоего загрязняющего вещества, поступающего в атмосферу за определённый интервал времени (год, месяц, сутки, час) или за время некоторого цикла, этапа и т.п.

– Контрольный параметр выброса – отношение массы загрязняющих веществ (M), выброшенных в зоне аэродрома за взлётно-посадочный цикл, к взлётной тяге данного типа двигателя (F_{00}) [21].

Таблица 3.1

Характерные операции самолёта (этапы ВПЦ) и соответствующие им режимы работы авиадвигателей в зоне аэродрома, принятые ИКАО в качестве стандартных [34]

Этап взлётно-посадочного цикла	Дозвуковые самолёты	
	Величина тяги двигателя на этапе	Продолжительность этапа, мин.
Взлёт	F_{00}	0,7
Набор высоты	$0,85 \cdot F_{00}$	2,2
Заход на посадку	$0,30 \cdot F_{00}$	4,0

Руление (земной малый газ)	$0,07 \cdot F_{00}$	26,00
----------------------------	---------------------	-------

– Суммарный показатель выброса – количество загрязняющего вещества (ЗВ) или суммы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в зоне конкретного аэропорта от всех воздушных судов в течение определённого периода времени (за сутки, месяц, сезон, год) для каждого ЗВ. Данный показатель может быть рассчитан по формуле 3.1:

$$M^{АП} = M^{ВПЦ} \times N^{ВПЦ} + M^{ОП} \times N^{ОП}, \quad \text{где} \quad (3.1)$$

$M^{ВПЦ}$ - количество ЗВ за стандартный ВПЦ (Приложение 1);

$N^{ВПЦ}$ - количество ВПЦ, совершённых всеми ВС типа "т" за рассматриваемый период времени;

$M^{ОП}$ - количество нормируемого ЗВ, выбрасываемое за цикл опробования двигателей ВС типа "т" (Приложение 2);

$N^{ОП}$ - количество циклов опробования двигателей за рассматриваемый период

Расчет максимальных разовых выбросов производится для воздушных судов, по усредненным данным производится по формуле 3.2:

$$MPB = \frac{M_{ц} \times 1000}{t} \text{ г/с}, \quad (3.2)$$

Где:

$M_{ц}$ – масса загрязняющих веществ, выбрасываемых двигателями самолета за взлетно-посадочный цикл, кг;

t – время взлетно-посадочного цикла, $t = 1974$ с.

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций веществ, выбрасываемых предприятиями, является методика расчета концентраций в атмосферном

воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий «Общесоюзный нормативный документ ОДН» – 86 [31].

Для характеристики объема вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу отдельными источниками загрязнения, установлена величина предельно допустимого выброса (ПДВ), которая рассчитывается по ОНД - 86 и регламентируется ГОСТом 17.2.3.02-78 [9].

В основу «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» - ОНД-86 положено условие, при котором суммарная концентрация каждого вредного вещества (C_{Σ} , мг/м³) не должна превышать максимально разовую ПДК данного вещества в атмосферном воздухе [31].

Максимальная приземная концентрация вредного вещества (C_M , мг/м³) при выбросе газовой смеси из точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеоусловиях на расстоянии X_M (м) от источника, определяется по формуле 3.3:

$$C_M = \frac{A \times M \times F \times m \times n \times n}{H^2 \sqrt{V_1 \times \Delta T}}, \quad (3.3)$$

Где:

H - высота трубы, м;

M - масса выбрасываемого в атмосферу в единицу времени вещества, г/с;

$\Delta T = T_r - T_b$ - разность температур выбрасываемых газов и атмосферного воздуха;

V_1 - полный расход выбрасываемых газов на срезе трубы, м³ /с определяется по формуле 3.4:

$$V_1 = \frac{n \times D^2}{4} \times \omega_0, \quad (3.4)$$

Где: $D(m)$ - диаметр устья источника;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газов из источника выбросов;

n - безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.

Для равнинного ландшафта $n = 1$;

A, F, n - коэффициенты, определение которых дано ниже.

Рассеивающие свойства атмосферы при неблагоприятных метеоусловиях определяются климатической зоной РФ и приведены в таблице 3.2. Эти зоны распределены с юга на север в зависимости от широты.

Таблица 3.2

Значение коэффициента A [24]

Географические районы РФ	A
Читинская область, Бурятия	250
Для районов РФ южнее 50° с.ш.; для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа; для азиатской территории РФ, Дальнего Востока	200
Для Европейской территории РФ и Урала от 50 до 52° с.ш. (за исключением центра ЕТ)	180
Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра ЕТ)	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

Интенсивность оседания вредных веществ зависит: от скорости оседания частиц; турбулентности; скорости ветра; размеров частиц (Таблица 3.3).

Таблица 3.3

Значение безразмерного коэффициента F [19]

Наименование	F
Газы, мелкодисперсные аэрозоли (пыли, золы и т. п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна 0	1
Мелкодисперсные аэрозоли (кроме указанных выше) при коэффициенте очистки:	
· не менее 90%;	2
· от 75 % до 90%;	2,50
· менее 75%;	3
· при отсутствии очистки	3

Коэффициенты m и n , учитывающие подъем факела под трубой, определяются по вспомогательным величинам, вычисляемым по формулам 3.5 -3.9.

$$f = 1000 \frac{\varpi_0^2 \times D}{H^2 \times \Delta T} \quad (3.5)$$

$$V_M = 0,65 \sqrt[3]{V_1 \times \Delta T} \quad (3.6)$$

$$V_M^1 = 1,3 \frac{\varpi_d \times D}{H} \quad (3.7)$$

$$f_e = 800 \times (V_M^1)^3 \quad (3.8)$$

Коэффициент m определяется по формуле (3.9):

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100 \quad (3.9)$$

Расстояние X_M от источника до координаты максимума концентраций. Для горячих источников расстояние X_M (м) от источника выбросов до точки, в которой приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеоусловиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле (3.10)

$$X_M = \frac{5-F}{4} \times H \times d \quad (3.10)$$

Опасная скорость ветра U_M . Как показали исследования, при прочих равных условиях приземная концентрация достигает своего максимума

C_m при некоторой, получившей название опасной скорости ветра U_m . (м/с). При больших и меньших скоростях концентрации снижаются. Поскольку скорость ветра с высотой увеличивается, принято измерять ее на отметке 10 м [24].

Для каждого вещества, загрязняющего воздух, установлены два норматива: максимально разовая и среднесуточная предельно допустимые концентрации (ПДК). Максимально разовая ПДК устанавливается для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, изменение биоэлектрической активности головного мозга, световой чувствительности глаз) при кратковременном воздействии (до 20 мин) атмосферных загрязнений.

Среднесуточная ПДК устанавливается с целью предупреждения прямого или косвенного токсического (канцерогенного, мутагенного) влияния загрязнителей. Если в воздухе присутствуют вещества однонаправленного действия, то допустимая концентрация каждого из них определяется из соотношения $\sum(C_i / ПДК_i) \leq 1$, где C_i и $ПДК_i$ – соответственно концентрация и ПДК i -го вещества.

По степени воздействия на организм человека все вредные вещества делятся на 4 класса опасности: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высокоопасные; 3 – умеренно опасные; 4 – малоопасные.

Класс опасности устанавливается в зависимости от средней концентрации вещества в воздухе, приводящей к смертельному исходу с вероятностью 0,5. В таблице 3.4 приведена классификация загрязняющих веществ по степени опасности [2].

Таблица 3.4

Классификация вредных веществ

CL_{50} , мг/м ³	Класс опасности вещества
Менее 500	1
500-5000	2
5001-50000	3
Более 50000	4

ПДК прописаны в гигиенических нормативах ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (Табл. 3.5) [4].

Таблица 3.5

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Вещество	ПДК, мг/м		Класс опасности
	максимально-разовая	среднесуточная	
NO Азота оксид	0,4	0,06	3
C _n H _m (углеводороды)	0,15	0,05	3
CO (оксид углерода)	5,0	3,0	3
SO 2 (диоксид серы)	0,5	0,05	3

Для расчета загрязнения атмосферы были использованы:

- 1) унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «ЭКОцентр», реализующая положения методики ОНД – 86;
- 2) математическая (климатическая) модель расчета продолжительности воздействия повышенных концентраций ингредиентов на окружающую среду.

Программный комплекс «ЭКОцентр» позволяет произвести расчет концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. С учетом метрологических условий и рельефа местности.

В качестве стандартного прибора для измерения концентрации вредных веществ используются универсальный газовый монитор, представляющий собой количественный газоанализатор с управлением от микропроцесса (Рис.3.2) [34].

Рис. 3.2 – Многокомпонентный газоанализатор [34].

Принцип его работы основывается на методе фотоакустического инфракрасного анализа [19].

3.2 Методы оценки акустического загрязнения

Авиационный шум (АШ) – прерывистый шум, образуемый воздушным судном или его элементами, квалифицируется как вредный фактор относительно его влияния организм человека [8].

Авиационный шум создается при летной и наземной эксплуатации воздушных судов (ВС). Нормируемыми параметрами авиационного шума на местности являются эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$, дБА и максимальный уровень звука L_A , дБА.

Нормативные значения шума в зоне запрета жилищной застройки из условий авиационного шума для ряда стран мира различны (Таблица 3.6).

Таблица 3.6

Нормативные значения шума в зоне запрета жилищной застройки из условий авиационного шума для ряда стран мира

Страна	Критерий	Нормативное значение критерия	Соответствующее значение $L_{Aэкв}$, дБА
США	L_{dn} , дБА	75	75
	NEF, PN, дБ	40	77
Австрия	L_{dn} , дБА	75	75
Германия, Люксембург	$L_{Aэкв}$, дБА	75	75
Канада, Гонг-Конг,	NEF, PN дБ	40	77
Великобритания:	NNI, PN дБ	50	72
Дания, Швеция	L_{den} дБА	70	70
Франция	I, PNдБ	96	74
Новая Зеландия	TSE, $L_{Aэкв}$, L_{dn} , дБА	75	75
Швейцария	NNI, PNдБ	66	78
Норвегия	$L_{Aэкв}$, дБА	70	70
Израиль	$L_{Aэкв}$, дБА	75	75
Нидерланды	B (Kosten units)	65	75
Ирландия, Португалия	NNI, PNдБ	60	75
Япония	WECPNL, дБА	87	75
ИКАО	WECPNL, PNдБ	87	75

Допустимые уровни звука на местности установлены ГОСТ 22283–2014 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения», разработанного взамен ГОСТа 22283-88 с аналогичным названием, и приведены в таблице 3.7 [12].

Основными проблемами существующей нормативной документации является разрозненность и старение методик измерений и контроля, расчетов, нормирования и снижения авиационного шума. Разногласия в нормативной документации начинают встречаться в самых основных ее пунктах, например, при выборе значений предельно допустимых уровней шума вблизи предприятий гражданской авиации. Так значения уровня шума на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, приведенные в СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [36] которые являются основным документом, устанавливающим ПДУ по фактору шум, не совпадают с ПДУ, приведенными в ГОСТ 22283-2014 [11,12].

Таблица 3.7

Нормируемые значения предельно – допустимого уровня шума, согласно разным нормативным документам Российской Федерации

Время суток	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука при единичном воздействии, дБА
1	2	3
Предельно допустимые значения уровня шума для территории, прилегающей к жилой застройке согласно СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96		
День (с 7.00 до 23.00 ч.)	55	70
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч.)	45	60
Предельно допустимые значения уровня шума для территории, прилегающей к жилой застройке согласно ГОСТ 22283 - 88		
День (с 7.00 до 23.00 ч.)	75	85
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч.)	55	75
Предельно допустимые значения уровня шума для территории, прилегающей к жилой застройке согласно ГОСТ 22283-2014		
День (с 7.00 до 23.00 ч.)	55	75
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч.)	45	65

Сравнение показывает, что в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и ГОСТ 22283-2014 предельно допустимые эквивалентные уровни звука установлены на 10 дБА ниже допустимых значений ранее действующего ГОСТ 22283-88; а максимальные уровни звука согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – на 5 дБА ниже, чем в ГОСТ 22283-2014. Следует отметить, что указанные значения Санитарных норм распространяются на любую территорию жилой застройки, в то время как значения Государственного стандарта применимы только к территории жилой застройки вблизи существующих и проектируемых аэродромов и аэропортов [20].

Исходные требования Федерального законодательства и других законодательных актов, связанные с необходимостью регламентации и снижения воздействия авиационного шума вблизи авиапредприятий указаны в Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52–ФЗ от 30 марта 1999 г [44], в котором отражены требования и критерии безопасности факторов среды обитания для человека, гигиенические и иные нормативы. Данные требования учитывают так же при разработке норм проектирования, схем градостроительного планирования развития территорий, генеральных планов городских и сельских поселений, проектов планировки общественных центров, жилых районов, магистралей городов, решении вопросов размещения объектов гражданского, промышленного и сельскохозяйственного назначения и установления их санитарно-защитных зон, выборе земельных участков под строительство [32].

В соответствии с установленными допустимыми значениями установлены характерные зоны ограничения застройки из условий воздействия шума, определяющие степень пригодности территории к застройке в окрестности авиапредприятия. К таким зонам будет относиться: зона застройки без ограничений, зона регулируемой застройки, зона запрещения застройки, санитарно-защитной зона (Таблица 3.8) [35].

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека. По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме.

Ориентировочный размер СЗЗ определяется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 на время проектирования и ввода в эксплуатацию объекта в зависимости от класса опасности предприятия (всего пять классов опасности, с I по V) (Таблица 3.9) [37]. Класс опасности определяет расстояние, на котором находится жилая зона от источника антропогенного воздействия. В нашем исследовании источником загрязнения будет выступать авиационный транспорт.

Для объектов гражданской авиации класс определяется объемом авиаперевозок.

Таблица 3.8

Зоны ограничения застройки из условий воздействия шума

Время суток	Допустимые уровни шума в зонах, дБА			
	А	Б	В	Г
День	$L_{AэКВ} \leq 60$ при пролетах	$61 \leq L_{AэКВ} \leq 65$	$61 \leq L_{AэКВ} \leq 65$	$L_{AэКВ} > 65$
	$L_{AэКВ} \leq 55$ при опробовании двигателей			
	$L_A \leq 80$	$81 \leq L_A \leq 85$	$81 \leq L_A \leq 85$	$L_A > 85$
Ночь	$L_{AэКВ} \leq 50$ при пролетах	$51 \leq L_{AэКВ} \leq 55$	$56 \leq L_{AэКВ} \leq 60$	$L_{AэКВ} > 60$
	$L_{AэКВ} \leq 45$ при опробовании двигателей			
	$L_A \leq 70$	$71 \leq L_A \leq 75$	$76 \leq L_A \leq 80$	$L_A > 80$

Таблица 3.9

Классификация объектов экономики по установлению ориентировочных санитарно-защитных зон

Класс объекта	Размер СЗЗ
промышленные объекты и производства первого класса I	1000 м
промышленные объекты и производства второго класса II	500 м
промышленные объекты и производства третьего класса III	300 м

промышленные объекты и производства четвертого класса IV	100 м
промышленные объекты и производства пятого класса V	50 м

Аэропорты подразделяются на 5 классов в зависимости от годового объема пассажирских перевозок, то есть суммарного количества всех прилетающих и вылетающих пассажиров, включая транзитных (Таблица 3.10) [11]. Аэропорты с годовым объемом перевозок более 10 млн. чел. относятся к внеклассным, а менее 0,1млн. человек неклассифицированным.

Для размещения современных аэропортов требуются значительные по площади земельные участки. Например, для аэропорта I класса требуется территория площадью 400-500 га. Некоторые внеклассные аэропорты имеют площадь до 1000 га и более.

Основными факторами, определяющими степень неблагоприятного воздействия авиационного шума в районе авиапредприятия, являются:

–парк эксплуатируемых воздушных судов и их акустические характеристики;

–интенсивность полетов воздушных судов конкретных типов (в первую очередь шумных типов воздушных судов, группы 1 и 2 по установленным маршрутам прилета и вылета в дневное, вечернее и ночное время суток);

–расположение мест для проведения форм технического обслуживания и опробования двигателей и ориентация на них воздушных судов, продолжительность опробования авиадвигателей на взлетном и номинальном режимах, применяемые аэродромные средства защиты от шума на местах апробирования (шумоглушители, экраны и т.п.);

–расположение населенных пунктов в окрестности авиапредприятия численность проживающего в них населения [18].

Таблица 3.10

Классификация аэропортов гражданской авиации по объему авиаперевозок

Показатели	Классы аэропортов
------------	-------------------

	I	II	III	IV	V
Годовой объем пассажирских перевозок, тыс. человек	10000-7000	71000-4000	4000-2000	2000-500	500-100

Для оценки уровня шума от наземной эксплуатации ВС и зонированию территории в окрестностях аэропорта применяется методика, изложенная в рекомендациях по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропорта [35].

К видам наземной эксплуатации ВС будет относиться:

- запуск двигателей;
- прогрев двигателей;
- руление ВС перед взлётом и после посадки.

Данные операции являются самыми продолжительными по времени в зоне аэропорта [35].

Методы вычисления уровней звука допускают использование в качестве исходной информации результаты расчетов или измерений максимальных уровней звука за отдельные промежутки времени, вместо непрерывных измерений в течение установленного стандартом дневного и ночного времени суток [12]. Сначала измеряют максимальные уровни звука при каждом воздействии. При этом в протоколе измерений отмечают тип самолета (турбореактивный или турбовинтовой) и этап полета (апробирование двигателей, взлет, набор высоты, снижение на посадку, полет в зоне ожидания). По характеристике шума, создаваемого при опробовании двигателей воздушные суда, подразделяются на 6 групп (Таблица 3.11) [29].

Таблица 3.11

Группы воздушных судов по количеству мест для пассажиров

Тип двигателя	Группа воздушных судов	Количество пас. мест
Реактивные ТРДД	I	180 - 260
	II	90 - 180
	III	10 - 90

Винтовые (ТВД)	IV	180 - 290
	V	100 - 180
	VI	20 - 100

Приведенные уровни звука на местности при опробовании двигателей воздушных судов приведены на рисунках 3.3, 3.4. Данные показатели рассчитаны экспериментальным путем для ВС как с реактивными (турбореактивными), так и с винтовыми (турбовинтовыми) двигателями.

На рисунках имеется шкала, выраженная в метрах. Данная шкала показывает расстояние от источника шума до территории, на которую он будет оказывать разной степени воздействие.

Эквивалентный уровень звука в некоторой точке на местности при опробовании двигателей самолетов определяется по формулам 3.11, 3.12 [12]:

Для дня:

$$L_{\text{ЭКВ}} = L_A + 10 \lg \times t - 29,8, \text{ дБА} \quad (3.11)$$

Для ночи:

$$L_{\text{ЭКВ}} = L_A + 10 \lg \times t - 26,8, \text{ дБА} \quad (3.12)$$

Где: L_A – максимальный уровень шума, который определятся как фактический уровень минус уровень шума в данной точке согласно рисункам 3.2, 3.3, полученная разница – фоновый шум;

t – приведенное время апробирования двигателя, определяется по формуле 3.13:

$$t = \sum K_i - t_i, \quad \text{МИН} \quad (3.13)$$

Где: K_i – коэффициент группы (Приложение 3)

Для зонирования территории по фактору авиационный шум необходимо собрать сведения об эксплуатации самолетов в исследуемом аэропорту.

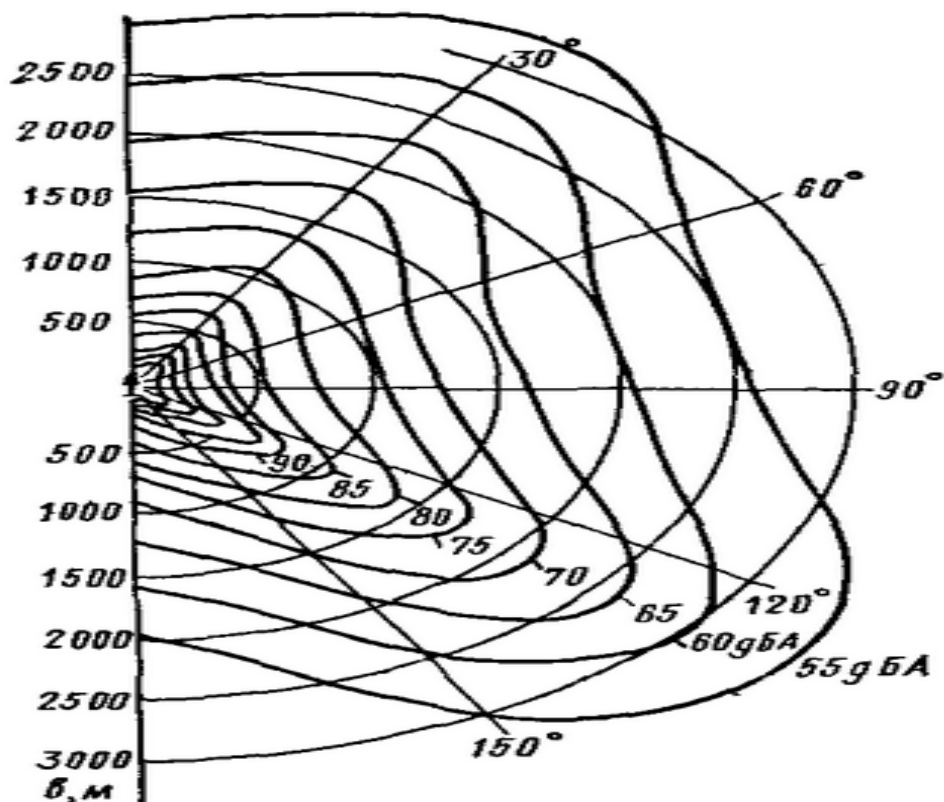


Рис. 3.3 – Кривые равных приведенных уровней звука на местности при опробовании двигателей реактивных самолетов [31]

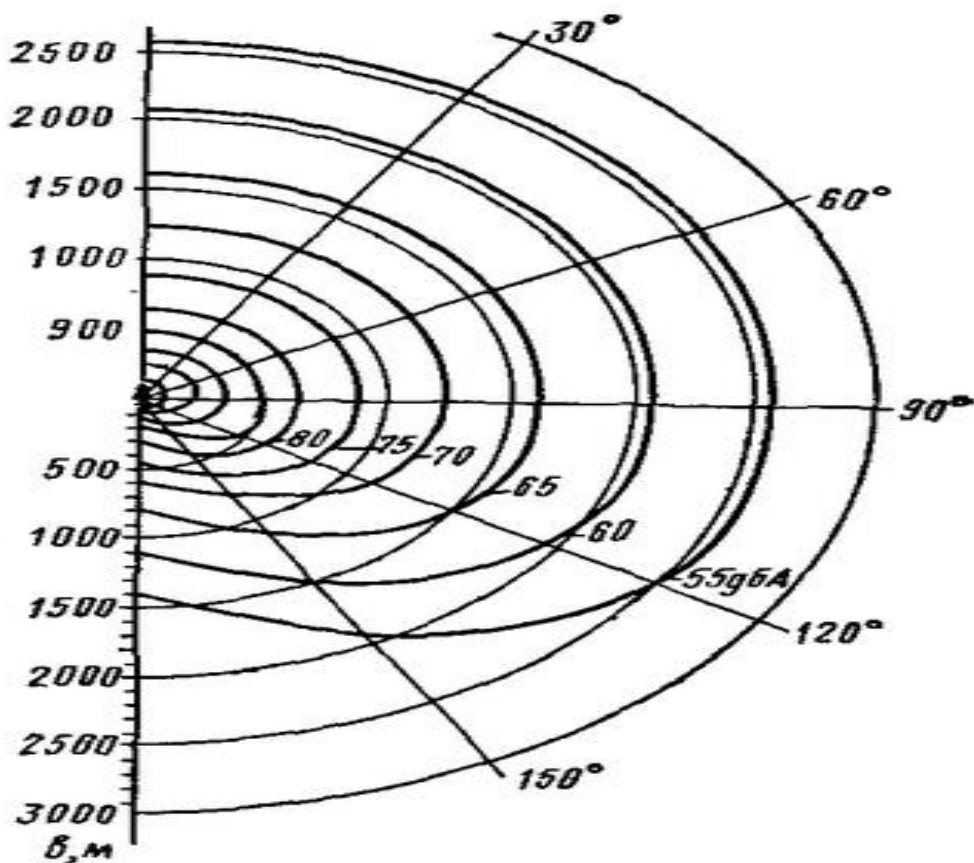


Рис. 3.4 – Кривые равных приведенных уровней звука на местности при опробовании двигателей винтовых самолетов [31]

Построение границ зон из условий шума при апробировании двигателей ВС рекомендуется проводить в масштабе 1: 25000 с последующим переносом на общую схему [20].

Для расчета шумового дискомфорта в настоящее время используется унифицированная программа расчета физического загрязнения «ЭКОцентрШум».

4. Химическое и акустическое загрязнение селитебной территории, прилегающей к международному аэропорту города Белгорода

4.1 Оценка уровня химического загрязнения в районе аэропорта

Оценка уровня химического загрязнения в районе аэропорта проходила в несколько этапов. Первый этап – это сбор информации необходимой для дальнейших вычислений. Для анализа загрязнения необходимо было учитывать следующие данные:

- источники загрязнения атмосферного воздуха в районе аэропорта;
- доля вклада ВС в загрязнение атмосферного воздуха в районе аэропорта;
- расписание рейсов;
- типы ВС;
- типы двигателей ВС;
- время каждого этапа стандартного взлетно-посадочного цикла;
- эмиссия, характерная для каждого этапа взлетно-посадочного цикла, конкретного семейства двигателей;
- метеорологические условия в районе аэропорта;
- расстояние для ближайшей селитебной территории [22].

В ходе комплексных исследований было выявлено, что основными источниками загрязнения атмосферного воздуха предприятия ОАО «Белгородавиа» является: стоянка автотранспорта (И1); котельная (И3); взлетно-посадочная полоса (И4); стоянка для апробации двигателей (И2) – (Рис. 4.1).

Для проведения исследования, через официальный запрос, предприятием был предоставлен отчет на тему: «Оценка риска для здоровья населения г. Белгорода при воздействии химических веществ от источников загрязнения атмосферного воздуха аэропорта г. Белгород». Оценка проводилась в 2016 году [46].

Рис. 4.1– Схема расположения источников загрязнения атмосферного воздуха авиапредприятием относительно жилой застройки

В ходе исследования проводился анализ валовых выбросов загрязняющих веществ от различных источников авиапредприятия на границе жилой застройки, а также выбросов загрязняющих веществ воздушными судами, имеющими двигатели с максимальными эмиссионными выбросами в период основных взлетно-посадочных операций.

В таблице 4.1 представлен суммарный годовой вклад каждого источника, который составляет 60,69284 т/год [46].

Общий годовой вклад в загрязнение атмосферного воздуха в приаэропортовой зоне стационарными и передвижными источниками можно оценить следующим образом: из общей суммы вклада загрязняющих веществ наибольший исходит от стационарного источника – места для апробирования двигателей воздушных судов. На втором месте вклад от ВПП при взлете и посадке воздушных судов. Затем вклад котельной и, наконец, вклад от стоянки автотранспорта.

Таблица 4.1

Суммарный годовой вклад источников загрязнения атмосферного воздуха в районе аэропорта города Белгорода

Наименование производства, источника выделения вредных веществ и название источника выброса	Загрязняющее вещество	Выброс
		т/год

Стоянка автотранспорта	Азота оксид	0,000186
	Углеводороды	0,000061
	Серы диоксид	0,000207
	Углерода оксид	0,004568
Суммарный вклад загрязняющих веществ		0,005022
Котельная	Азота оксид	0,000505
	Серы диоксид	0,000867
	Углерода оксид	0,051772
Суммарный вклад загрязняющих веществ		0,053144
Стоянка для апробирования двигателей	Азота оксид	4,7060000
	Углеводороды	1,8090000
	Серы диоксид	1,3180000
	Углерода оксид	52,369000
Суммарный вклад загрязняющих веществ		60,202
ИВПП Взлетно – посадочная полоса	Азота диоксид	0,0160000
	Углеводороды	0,0010000
	Серы диоксид	0,0020000
	Углерода оксид	0,4110000
Суммарный вклад загрязняющих веществ		0,43
Общий годовой вклад загрязняющих веществ		60,69284

Общий вклад в химическое загрязнение для предприятия гражданской авиации ОАО «Белгородавиа» воздушных судов составляет 90 %, от общего вклада всех представленных источников.

В 2017 году, в связи с увеличением пассажиропотока и количества выполненных рейсов, мы проводили свое исследование загрязнения атмосферного воздуха в районе аэропорта.

Исследование проводилось 10.08.17 года. За сутки самолетами различных авиакомпаний в аэропорту города Белгород совершается около 10 вылетов и прилетов. Самым частым направлением являются рейсы, совершающие полеты в Москву. В рассматриваемый период аэропорт города Белгород принимал и отправлял воздушные суда следующих типов: В 757-200, В 737-500, А 320, CRJ-200, ЯК-42, А321, А319, Е145. Для данных типов воздушных судов имеются справочные данные об эмиссионных выбросах на разных этапах ВПП в банке данных ИКАО – см. приложение 4 [34].

На первом этапе был определен суммарный выброс загрязняющих веществ для каждого воздушного судна, совершившего рейс 10.08.17 г. (Таблица 4.2).

Таблица 4.2

Суммарный выброс ВС загрязняющих веществ за ВПЦ

ВС	Загрязняющие вещества, кг		
	CnHm	CO	NO
В 757-200	5,646	54,384	142,796
В 737 - 500	2,306	63,268	153,528
А 320	3,33	65,978	104,93
CRJ - 200	19,114	93,018	148,268
ЯК - 42	7,935	25,419	62,783
Е 145	20,347	69,429	4,284

Полученную сумму загрязняющих веществ мы умножили на 2 так как каждый тип ВС совершил 1 прилет и 1 вылет. Исходя из вычислений можно сделать вывод, что больше всего атмосферный воздух в районе аэропорта загрязнен NO, его вклад составляет 58 %.

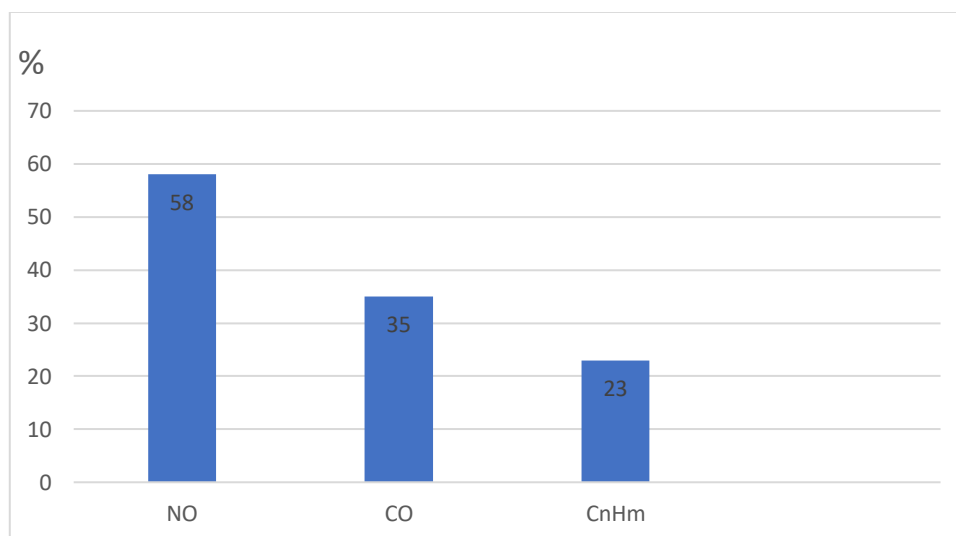


Рис. 4.2 – Вклад различных вещества в суммарное загрязнение атмосферного воздуха в районе аэропорта города Белгород

Вклад CO – 35%, HCl– 23 %.

Каждый стандартный взлетно-посадочный цикл разделен по времени: на взлет и набор высоты в среднем уходит – 10 минут, на посадку – 4 минуты, на работу силовых установок на земле уходит 26 минут. При этом концентрация CnHm и CO будет наибольшей в местах апробирования

авиационных двигателей, а максимальная эмиссия NO будет при взлете воздушного судно [39]. Исходя из этого, мы считали уровень загрязнения в 3 точках (Рис. 4.3).

В исследуемых точка нам необходимо было определить величину максимальной концентрации загрязняющих веществ вследствие различных взлетно-посадочных операций. Для подсчета мы воспользовались методикой ОДН – 86, которая позволяет посчитать максимальную концентрацию на расстоянии от источника выброса до конечной точки, в которой будет сохранятся максимальный уровень загрязнения. Согласно данной методике, для подсчета нам понадобились справочные данные, изложенные в приложениях 5-7.

Рис. 4.3 Точки измерения уровня загрязнения атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории

Точка 1 – Загрязнение в местах апробирования авиационных двигателей;

Точка 2 и 3 – Эмиссионный выброс при взлете и посадке воздушных судов.

В таблице 4.3 представлены обобщенные результаты измерений фактических концентраций загрязняющих веществ. Можно сделать вывод, что в исследуемой точке №1 концентрация загрязняющих веществ, находится в пределах санитарно-гигиенической нормы. Однако близка к максимуму концентрации загрязняющих веществ у воздушного судна ЯК – 42 при апробировании двигателя.

Таблица 4.3

Максимально-разовая и среднесуточная концентрация загрязняющих веществ в точке 1 (мг/м)

Тип ВС	Величина	ПДК, на границе	Расстояние до точки
--------	----------	-----------------	---------------------

	максимального загрязнения			жилой застройки			в которой сохраняется максимальная концентрация		
	CnHm	CO	NO	CnHm	CO	NO	CnHm	CO	NO
В 757-200	0,003	0,35	0,0032	0,0036	0,71	0,0078	431,2	369,4	432,1
В 737-500	0,0030	0,66	0,0015	0,0036	0,71	0,0078	386,4	455	376,2
В 737 - 800	0,0030	0,66	0,0015	0,0036	0,71	0,0078	386,4	455	376,2
А 320	0,001	0,44	0,0008	0,0036	0,71	0,0078	431,4	287,5	267,3
321	0,001	0,44	0,0008	0,0036	0,71	0,0078	431,4	287,5	267,3
319	0,001	0,44	0,0008	0,0036	0,71	0,0078	431,4	287,5	267,3
CRJ - 200	0,0010	0,56	0,0045	0,0036	0,71	0,0078	292,6	287,3	343,5
ЯК - 42	0,0032	0,68	0,0072	0,0036	0,71	0,0078	495,1	491,6	455,1
Е 145	0,0015	0,43	0,0013	0,0036	0,71	0,0078	392,6	371,3	278,3
Среднесуточная концентрация	0,01	4,66	0,02	0,05	3	0,06			

Среднесуточная концентрация CnHm и NO находится в пределах нормы. Среднесуточная концентрация CO превышает допустимую норму на границе санитарно-защитной зоны, в пределах которой расположена территория жилой застройки (Рис. 4.4)

Согласно расписанию и действующему 10.08.17 г. направлению взлета и посадки воздушных судов (см. Приложение 8), а также справочным данным об эмиссионных выбросах на этапе взлета и посадки (см. Приложение 9 – 12) мы выяснили уровень загрязнения атмосферного воздуха в точке 2 и 3.

Рис. 4.4 – Изолинии среднесуточной концентрации CO (мг/м) в точке 1 в пределах исследуемой территории

В точке № 2 за сутки было совершено 5 самолетовылетов, которые пришлось преимущественно на вечернее время, и 4 прилета воздушных судов, совершенных в течение дня. Согласно проведенным замерам (табл. 4.4) можно сделать вывод, что в исследуемой точке среднесуточные концентрации HCl и CO находятся в пределах санитарно-гигиенической нормы. Расстояние с максимальной концентрацией, не превышающей

санитарно-гигиеническую норму, входит в пределы санитарно-защитной зоны предприятия. Таким образом, допускается еще большая концентрация, например, при изменении температурных и иных климатических условий. А это означает, что загрязнение атмосферного СnНm и СО не опасно для здоровья населения, проживающего в пределах исследуемой территории при большой вариации условий внешней среды.

Имеется небольшое превышение концентрации NO на гравнице СЗЗ (Рис. 4.5)

Таблица 4.4

Максимально-разовая и среднесуточная концентрация (мг/м)
загрязняющих веществ в точке 2

Тип ВС	Величина максимального загрязнения			ПДК, на границе жилой застройки			Расстояние до точки в которой сохраняется максимальная концентрация		
	Взлет ВС								
	НCl	СО	NO	НCl	СО	NO	НCl	СО	NO
В 737-500	0,0032	0,22	0,003	0,0036	0,71	0,0078	421,2	369,4	432,1
А 320	0,0019	0,15	0,0015	0,0036	0,71	0,0078	486,4	425	476,2
CRJ - 200	0,0010	0,22	0,0010	0,0036	0,71	0,0078	386,4	355	376,2
ЯК - 42	-	0,63	0,0012	0,0036	0,71	0,0078	231,4	487,5	267,3
Е 145	0,0005	0,71	0,0010	0,0036	0,71	0,0078	451,4	267,5	327,3
Посадка ВС									
А 321	0,0015	0,56	0,005	0,0036	0,71	0,0078	431,2	369,4	432,1
В 757-200	0,0030	0,43	0,0016	0,0036	0,71	0,0078	356,4	235	376,2
А 319	0,0015	0,56	0,001	0,0036	0,71	0,0078	386,4	455	476,2
В 737-800	0,0028	0,33	0,0017	0,0036	0,71	0,0078	441,4	287,5	467,3
Среднесуточная концентрация	0,0088	1,88	0,09	0,05	3	0,06			

В точке № 3 за сутки было совершено 4 вылета, которые пришлось преимущественно на утреннее время, и 5 прилетов, совершенных в течении дня. Исходя из таблицы 4.5 можно сделать вывод, что в исследуемой точке №3 среднесуточные концентрации СnНm и СО находятся в пределах санитарно-гигиенической нормы. Имеется превышение концентрации NO на гравнице СЗЗ (Рис 4.6).

Эмиссия оксидов азота – следствие высокой температуры в зоне сгорания топлива, при которой становится возможным окисление содержащегося в воздухе азота. Именно оксиды азота ведут к истощению озонового слоя Земли.

Рис. 4.5 – Изолинии среднесуточной концентрации NO (мг/м) в пределах исследуемой территории (в точке 2)

Индексы оксидов углерода и несгоревших частиц топлива тем больше, чем ниже температура и давление в камере сгорания.

Таблица 4.5

Максимально – разовая и среднесуточная концентрация ЗВ в точке 3

Тип ВС	Величина максимального загрязнения			ПДК, на границе жилой застройки			Расстояние до точки с макс. концентрацией		
	Взлет ВС								
	CnHm	CO	NO	CnHm	CO	NO	CnHm	CO	NO
А 321	0,0018	0,22	0,0010	0,0036	0,71	0,0078	421,2	369,4	432,1
В 757-200	0,0019	0,15	0,15	0,0036	0,71	0,0078	486,4	425	476,2
А 319	0,0028	0,21	0,020	0,0036	0,71	0,0078	386,4	355	376,2
В 737-800	0,0021	0,63	0,10	0,0036	0,71	0,0078	231,4	487,5	267,3
Посадка ВС									
CRJ - 200	0,0012	0,56	0,017	0,0036	0,71	0,0078	431,2	369,4	432,1
Е - 145	0,0033	0,35	0,050	0,0036	0,71	0,0078	356,4	235	376,2
В 737-500	0,0015	0,56	0,050	0,0036	0,71	0,0078	386,4	455	476,2
А 320	0,0021	0,24	0,02	0,0036	0,71	0,0078	441,4	287,5	467,3
ЯК -42	0,0033	0,21	0,010	0,0036	0,71	0,0078			
Среднесуточная концентрация	0,01	1,92	0,1	0,05	3	0,06			

Индексы оксидов углерода и несгоревших частиц топлива тем больше, чем ниже температура и давление в камере сгорания. Они максимальны при рулении самолёта в аэропорту, при взлёте достигают минимума и остаются близкими к минимуму во всех полётных фазах.

Для оксидов азота закономерность обратная – при повышении температуры коэффициент возрастает, это может происходить при взлете самолета и дальнейшем полете [37].

Рис. 4.6 – Изолинии среднесуточной концентрации NO в пределах исследуемой территории (в точке 3).

Исследование, проведенное 10.08.17 г. показало, что экологическое состояние атмосферного воздуха в районе аэропорта в целом удовлетворенное, так как показатели доминирующего источника выбросов в пределах исследуемой территории не превышено или превышено не значительно с учетом времени воздействия на окружающую среду.

4.2 Оценка уровня авиационного шума в районе аэропорта

Оценка шумового загрязнения территории авиационным шумом (АШ) проводилась в 2017 году для сравнения результатов с показателями аналогичного периода 2015 года. Время проведения исследования с 16.03.2017г. по 22.03.2017 г. Нам необходимо было сравнить следующие данные: максимальный, фоновый, эквивалентный уровень шума в пределах каждой точки измерения на исследуемой территории.

Для уточнения расчетных границ контура равного уровня звука точки измерения авиационного шума следует располагать в местах (сечениях), перпендикулярных маршруту полетов ВС и взлетно-посадочной полосе (ВПП), или на окружности вокруг места опробования авиадвигателей (точки исполнительного старта), расположенного в его центре (Рис. 4.7).

Рис. 4.7 – Точки измерения авиационного шума в пределах исследуемой территории

Таких мест в аэропорту 9 – это стоянки воздушных судов и сама ВПП.

Уровень авиационного шума в пределах исследуемой территории оценивался при помощи шумомера модели «Testo 816» немецкого

производства. Данный прибор имеет 2 класс точности, что является допустимым для измерения авиационного шума и соответствует государственному стандарту [8].

Измерения проводились днем и вечером, согласно расписанию самолетовылетов и их результаты представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6.

Протокол измерения УШ в каждой точке в пределах исследуемой селитебной территории

Точка изм.	Дата и время измерения	Тип воздушного судна	Уровень шума
1	2	3	4
Период исследования с 16.03. 2015 года по 22.03.2015 года			
Т 1.	16.03.15 г.(07.20 – 07.50)	Реактивный В – 734	101 дБА
	17.03.15 г.(11.00 -11.30)	Реактивный В – 734	98 дБА
	16.03.15 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 735	100 дБА
	17.03.15 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 735	100 дБА
Т 2.	18.03. 15 г.(09.40 – 10.10)	Реактивный В – 738	99 дБА
	19.03.15 г.(09.40 – 10.10)	Реактивный В – 738	100 дБА
	18.03. 15 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 735	99 дБА
	20.03. 15 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 735	98 дБА
Т 3.	20 03. 15 г.(13.15 – 13.45)	Реактивный CRJ-200	95 дБА
	21 03. 15 г.(13.15 – 13.45)	Реактивный CRJ-200	95 дБА
	21.03.15 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 735	100 дБА
	22.03.15 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 735	99 дБА
Период исследования с 16.03. 2017 года по 22.03.2017 года			
Т 1.	16.03.17 г.(06.15 – 06.45)	Реактивный В – 737-500	105 дБА
	17.03.17 г.(10.00 -10.30)	Реактивный В – 737-800	96 дБА
	16.03.17 г.(20.10 – 20.35)	Турбореактивный А 320	91 дБА
	17.03.17 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный CRJ-200	93 дБА
Т 2.	18.03. 17 г.(08.35– 09.10)	Реактивный В – 757-200	91 дБА
	19.03.17 г.(09.40 – 10.10)	Реактивный В – 737-500	88 дБА
	18.03. 17 г.(20.05 – 20.35)	Реактивный В – 737 -800	92 дБА
	20.03. 17 г.(21.05 – 21.35)	Реактивный В – 737-500	101 дБА
Т 3.	20 03. 17 г.(14.15 – 14.45)	Реактивный CRJ-200	95 дБА
	21 03. 17 г.(15.15 – 15.45)	Турбореактивный А 318	93 дБА
	21.03.17 г.(20.05 – 21.35)	Реактивный В – 737 -800	102 дБА
	22.03.17 г.(21.05 – 21.35)	Турбореактивный А 319	94 дБА

Исходя из полученных данных, был рассчитан средний уровень шума в исследуемых точках (Таблица 4.7).

Таблица 4.7.

Средний уровень шума в исследуемых точках

Точка измерения	Время измерения	Средний уровень шума
Период исследования с 16.03. 2015 года по 22.03.2015 года		
Т 1.	День	99,5 дБА
	Вечер	100 дБА
Т 2.	День	99,5 дБА
	Вечер	98,5 дБА
Т 3.	День	95 дБА
	Вечер	99,5 дБА
Период исследования с 16.03. 2017 года по 22.03.2017 года		
Т 1.	День	105,5 дБА
	Вечер	92 дБА
Т 2.	День	94,5 дБА
	Вечер	96,5 дБА
Т 3.	День	94 дБА
	Вечер	98 дБА

Из среднего фактического уровня шума мы вычли максимальный уровень шума для каждого воздушного судна, который зависит от типа двигателя (реактивный, турбореактивный, винтовой, турбовинтовой) и расстояния до точки исследования, в соответствии с рисунками 3.2; 3.3, и получили фоновый уровень.

Фоновый уровень авиационного шума – это тот уровень шума, который был создан другими источниками. К данным источникам на исследуемой территории в основном будет, относится автотранспорт с интенсивностью движения свыше 200 до 2000 тысяч единиц в сутки, что обусловлено 4 классом дорог в пределах селитебной зоны. (Таблица 4.8)

Из таблицы 4.8 видно, что фоновый уровень шума, создаваемый на местности источниками, не зависящими от деятельности аэропорта, имеет градацию от 3 дБА до 34 дБА.

Зная уровень максимального шума, тип двигателя, время его апробирования и расстояние до точки измерения по формулам (3.11, 3.12) был рассчитан эквивалентный уровень шума (Табл. 4.9).

Таблица 4.8.

Максимальный и фоновый уровень шума в каждой точке (дБА)

Точка измер.	№ Стоянки	Расстояние	Время измер.	Тип ВС	Мах. ур. шума	Ср. факт. ур. шума	Фоновый ур. шума
1	2	3	4	5	6	7	8
Период исследования с 16.03. 2015 года по 22.03.2015 года							
Т 1.	№ 5	400 м.	День	ТРДД	95	99,5	3,5
	№ 5	400 м.	Вечер	ТРДД	95	100	5
Т 2.	№ 2	800 м.	День	ТРДД	85	99,5	14,5
	№ 2	800 м.	Вечер	ТРДД	85	98,5	13,5
Т 3.	№ 6	1500 м.	День	ТРДД	80	95	5
	№ 6	1500 м.	Вечер	ТРДД	80	99,5	9,5
Период исследования с 16.03. 2017 года по 22.03.2017 года							
Т 1.	№ 5	400 м.	День	ТРДД	90	105,5	15,5
	№ 2	400 м.	Вечер	ТРДД	85	92	7
Т 2.	№ 2	800 м.	День	ТРДД	65	94,5	29,5
	№ 1	800 м.	Вечер	ТРДД	80	96,5	16,5
Т 3.	№ 6	1500 м.	День	ТРДД	60	94	34
	№ 5	1500 м.	Вечер	ТРДД	70	98	28

Для характеристики воздействия эквивалентного уровня шума данные показатели необходимо сравнить с нормами шумовой нагрузки, представленными в ГОСТе 2014 года. Данный государственный стандарт максимально приближен к современным Международным требованиям ИКАО относительно физического загрязнения селитебных территорий, расположенным в пределах аэропортов. В соответствии с этим стандартом для Российской Федерации установленная норма шума не должно превышать допустимое значение равное 75 дБА [33].

В ходе сравнения результатов фактических измерений и дополнительных расчетов с требованиями ГОСТ [6] были полученные следующие данные (Табл. 4.10).

Из таблицы 4.10 видно, что в точке 1 днем и вечером наблюдается превышение максимального уровня шума на 5 дБА, эквивалентного на 3,2 дБА в марте 2015 года.

В период наблюдений 2017 года отмечено превышение максимального уровня шума на 15 дБА (Рис. 4.8).

Таблица 4.9

Эквивалентный уровень шума в пределах каждой точки измерения (дБА)

Иssl. точка	№ ст. ВС	Расстояние	Время измерения	Тип ВС	Мах. уровень шума	Время апробироваия двигателя	Экв. уровень шума
1	2	3	4	5	6	7	8
Период исследования с 16.03. 2015 года по 22.03.2015 года							
Т 1.	№ 5	400 м.	День	ТРДД	95	12 мин.	78,2
	№ 5	400 м.	Вечер	ТРДД	95	12 мин.	78,2
Т 2.	№ 2	800 м.	День	ТРДД	85	12 мин.	68,2
	№ 2	800 м.	Вечер	ТРДД	85	12 мин.	68,2
Т 3.	№ 6	1500 м.	День	ТРДД	80	06 мин.	57,2
	№ 6	1500 м.	Вечер	ТРДД	80	12 мин.	63,2
Период исследования с 16.03. 2017 года по 22.03.2017 года							
Т 1.	№ 5	400 м.	День	ТРДД	90	12 мин.	73,2
	№ 2	400 м.	Вечер	ТРДД	85	12 мин.	68,2
Т 2.	№ 2	800 м.	День	ТРДД	65	06 мин.	42,2
	№ 1	800 м.	Вечер	ТРДД	80	12 мин.	63,2
Т 3.	№ 6	1500 м.	День	ТРДД	60	12 мин.	43,2
	№ 5	1500 м.	Вечер	ТРДД	70	12 мин.	53,2

Таблица 4.10

Максимальный, эквивалентный шум и предельно – допустимые нормы шума (дБА)

Точка измерения	Эквивалентный уровень шума	Эквивалентный уровень шума	Мах. уровень шума	Мах. уровень шума согласно ГОСТ
Период исследования с 16.03. 2015 года по 22.03.2015 года				
Т 1.	78,2	75	95	85
	78,2	75	95	85
Т 2.	68,2	75	85	85
	68,2	75	85	85
Т 3.	57,2	75	90	85
	63,2	75	90	85
Период исследования с 16.03. 2017 года по 22.03.2017 года				
Т 1.	73,2	75	90	85
	68,2	75	85	85
Т 2.	42,2	75	65	85
	63,2	75	80	85
Т 3.	43,2	75	60	85
	53,2	75	70	85

Рис. 4.8 – Изолинии максимального уровня шума (дБА) в пределах исследуемой территории

В точке 3 в марте 2015 года днем отмечено превышение максимального уровня шума на 5 дБА, эквивалентного на 17,8 дБА; вечером имело место превышение максимального уровня шума на 5 дБА, эквивалентного на 11,8 дБА. В данных период 2017 года показатели соответствуют ПДУ.

Исследование показало, что уровень максимального авиационного шума в точке 1 по-прежнему остается превышенным в среднем на 5 дБА, это связано с небольшим расстоянием, в 400 метров, от источника шума до исследуемой точки, находящейся в пределах территории жилой застройки, которая, в свою очередь, расположена внутри СЗЗ по фактору авиационный шум. Эквивалентный уровень шума на селитебной территории, прилегающей к предприятию не превышен.

Исследование показало, что, несмотря на растущий пассажирооборот, а, следовательно, и растущее количество рейсов, шумовая нагрузка на территорию не изменилась и потенциальной опасности не несет. Тем не менее, необходимо придерживаться рекомендаций по снижению уровня физической и химической нагрузки на прилегающую к аэропорту территорию жилой застройки, так как к 2030 году аэропорт планирует во много раз повысить количество рейсов, что может неблагоприятно сказаться на экологической обстановке [10].

4.3 Рекомендации по снижению уровня акустического и химического загрязнения территории, прилегающей к Белгородскому аэропорту

В соответствии с выявленными рисками для здоровья населения, проживающего в районе аэропорта [25], был разработан план мероприятий по снижению уровня авиационного шума. В связи с тем, что наибольшая шумовая нагрузка наблюдается в точке 1, где большую часть жилой зоны составляет частный сектор, дома, которого направлены в сторону мест

апробирования двигателей и находятся на расстоянии 400 - 600 метров, мы выбрали решение, связанные с организационными, правовыми и экономическими мероприятиями [3].

Основным организационным мероприятием будет ограничение количества рейсов в ночное и вечернее время, а также изменения режима эксплуатации двигателей на этапе их апробирования. Можно переориентировать направление воздушного судна при прогреве двигателей в противоположенную сторону от населенных территорий [41].

Существенной необходимостью является ограничение приема тяжелых реактивных самолетов, исключение возможности использования средств малой авиации для внутриобластных перевозок.

Эффективными являются экономические мероприятия, связанные с увеличением сбора за прием «шумных» воздушных судов [23].

Правовой мерой является соблюдение нормативов шума и организация контроля за их выполнением. Что касается организации контроля уровня авиационного шума, то необходимой мерой является установление станций контроля авиационного шума.

В ряде стран Евросоюза существует практика создания двух параллельных систем контроля авиационного шума:

–станции контроля авиационного шума (устанавливаются на территориях, прилегающих к аэропортам, под установленными траекториями выхода из аэропорта и захода на посадку);

– городские станции контроля авиационного шума (устанавливаются в территориях жилого сектора, находящегося на траектории «спрямления» установленной траектории полета, а также на территориях, откуда поступает большое количество жалоб жителей на шум авиатранспорта) [17].

Станции контроля авиационного шума являются одной из систем мониторинга, внедрение которых позволяет успешно решать следующие задачи:

– добиться реального уменьшения раздражающего воздействия

авиационного шума на население, проживающее в зоне ответственности аэродрома;

- организовать контроль за выдерживанием установленных схем выхода из района аэродрома и захода на посадку ВС;

- инструментально определить сравнительные характеристики авиационного шума для парка эксплуатируемых в аэропорту ВС различных авиакомпаний;

- получить исходную информацию, необходимую для разработки системы штрафных санкций за превышение установленных пределов шума;

- разработать по аналогии со сборами, введенными во многих аэропортах различных регионов мира, и ввести в систему аэропортовых сборов показатели, учитывающих акустическое совершенство эксплуатируемых в аэропорту самолетов, и нарушения требований, установленных «Инструкцией по производству полетов в районе аэродрома» рекомендаций и ограничений по шуму [20].

Принцип работы системы контроля авиационного шума основывается на фиксировании датчиком шумового события, превышающего определенный пороговый уровень и сопряжения данного события с информацией о нахождении воздушного судна в зоне чувствительности данного датчика.

Средством сбора данных служит выносной микрофон, который располагается в сборе с предусилителем на штанге. На этой же штанге размещается станция контроля метеопараметров и антенна GSM передатчика. От микрофона, метеостанции и антенны прокладываются соответствующие кабели.

Передача информации со станции контроля шума осуществляется посредством беспроводной передачи данных за счет существующих каналов сотовой связи.

Схематично реализация автоматизированного мониторинга, например, на базе мобильного оборудования немецкого производителя портативных и

универсальных многоканальных анализаторов шума и вибрации SINUS Messtechnik GmbH, может выглядеть следующим образом (Рис. 4.9) [7].

Рис. 4.9. – Многоканальный анализатор шума [30]

Система мониторинга также позволяет задокументировать нарушения, как того требуют различные директивы ЕС.

Наше государство в этой области делает первые шаги. Планируемая система контроля авиационного шума представляет собой набор компонентов, позволяющих оперативно отследить превышения установленных лимитов уровней звука в пределах селитебной территории, подверженной шумовому воздействию [14].

Для снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в районе аэропортов авиационными двигателями разработаны рекомендации, связанные с эксплуатационными методами уменьшения эмиссии. Они направлены на снижение эмиссии в источнике, выбор режимов выполнения взлетно-посадочных операций, позволяющих уменьшить выброс загрязняющих веществ [24].

В настоящее время для уменьшения удельного содержания загрязняющих веществ в отработанных газах создаются новые двигатели с современными конструкциями камеры сгорания, системы впрыска топливно-воздушной смеси, компрессорами, обеспечивающими выгодное соотношение в смеси топливо-воздух, лучшее распыление и перемешивание смеси, подаваемой в камеру, и более полное ее сгорание. Производятся современные двухзонные камеры, где топливо сгорает в два этапа в разных местах камеры, причем одна из этих зон обеспечивает оптимальное сгорание топлива на режиме малой тяги, допустим, руления (в этом случае топливо во вторую зону не подается), а вторая зона совместно с первой позволяет оптимизировать процесс горения на режимах взлета, набора высоты и крейсерского полета. В последнем случае процесс горения во второй зоне

идет при меньшей температуре, что позволяет снизить выделение окислов азота. Еще одной существенной мерой является уменьшение объема расходуемого топлива [1,10]. Данная мера может быть достигнута при выполнении следующих мероприятий:

- Повышение степени заполнения самолетов полезной нагрузкой;
- Уменьшение пробега воздушных судов на аэродромах под собственной тягой, в частности, путем буксировки их тягачами на исполнительный старт (Рис. 4.10),
- Доставка пассажиров от самолетов в вокзал и на посадку автобусами или движущимися конвейерами с тем, чтобы самолет мог находиться на стоянке, максимально приближенной к взлетно-посадочной полосе.

Рис. 4.10 – Буксировка ВС тягачом на исполнительный старт [5]

Самым практичным методом снижения уровня атмосферного загрязнения является замена традиционного топлива – керосина на альтернативные виды топлива, такие как жидкий водород, биотопливо, сжиженный природный газ и другие. Но данный метод на сегодняшний день не является экономически выгодным [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ознакомившись с литературой об экологических проблемах городов, мы пришли к выводу, что во многих крупных городах мира физическое и химическое загрязнение селитебных территории за счет авиатранспорта является доминирующим звеном в загрязнении атмосферного воздуха передвижными источниками. Проблемы авиационного шума и эмиссии авиационных двигатели на территории жилой застройки типичны для города Белгорода. Основанием для проведения экспериментальных исследований так же послужила реконструкция аэропорта, способствовавшая увеличению количества рейсов, а, следовательно, и ухудшению экологической обстановки. Было принято решение об изучении шумового и химического загрязнения селитебных зон вблизи аэропорта города Белгород.

Основными регламентирующими документами настоящей работы явились: СН 2.2.4/2.1.8.562-96, ГОСТ 22283-2014, Федеральный закон №52–ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ГОСТ 17187-2010 Шумомеры. Технические требования, МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума», Федеральный закон № 257–ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации», Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

В вышеизложенных нормативных документах представлена методическая база нашего исследования, которая включала:

- методику оценки авиационного шума на местности;
- методику расчёта показателей авиационного шума относительно предельно–допустимых норм;
- методику расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации;

–методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий «ОНД-86».

Методические рекомендации определили список информации, который было необходимо собрать для исследования данной проблемы, который включал:

–сведения об объекте исследования (географическое положение, климатические показатели, технические данные об авиапредприятии, годовой план самолетовылетов, суточный план самолетовылетов);

–сведения об источниках шума: вид, тип, класса, группа воздушных судов, эксплуатируемых международным аэропортом Белгорода;

–сведения об источниках выбросов загрязняющих веществ на предприятии;

–сведения о режиме работы предприятия, эксплуатационных особенностях ВПП, местах стоянки и апробирования авиационных двигателей;

–сведения об эмиссии вредных веществ конкретными авиационными двигателями;

–градостроительные, демографические сведения об исследуемой территории;

– сведения о мероприятиях, связанных с минимизацией авиационного шума «Белгородавиа» после реконструкции;

–сведения о мероприятиях, связанных с минимизацией химического загрязнения территории, прилегающей к авиапредприятию.

Расчеты уровня химического загрязнения атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории позволили нам сделать следующие выводы:

1. Исследуемая территория входит в пределы санитарно–защитной зоны аэропорта, в её пределах проживает 1100 жителей. Средний возраст населения на исследуемой территории составляет 39 лет.

2. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха предприятия ОАО «Белгородавиа» является: стоянка автотранспорта; котельная; взлетно–посадочная полоса; стоянка для апробации двигателей;
3. общий вклад в загрязнение атмосферного воздуха воздушными судами составляет 90 %, от общего вклада всех представленных источников;
4. больше всего атмосферный воздух в районе аэропорта загрязнен NO, его вклад составляет 58 %, CO – 35%, CnHm – 23 %;
5. концентрация CnHm и CO достигает наибольших значений в местах апробирования авиационных двигателей, а наибольшая эмиссия NO отмечена при взлете воздушных судов;
6. в пределах исследуемой точки 1 концентрация загрязняющих веществ находится в пределах санитарно–гигиенической нормы, однако близка к максимуму концентрации загрязняющих веществ у воздушного судна ЯК–42 при апробировании двигателя. Среднесуточная концентрация CnHm и NO находится в пределах нормы. Среднесуточная концентрация CO превышает допустимую норму на границе санитарно–защитной зоны;
7. В пределах исследуемой точки 2 среднесуточная концентрация CnHm и CO находится в пределах санитарно–гигиенической нормы. Имеется небольшое превышение концентрации NO на границе СЗЗ
8. В пределах исследуемой точки 3 среднесуточная концентрация CnHm и CO находится в пределах санитарно-гигиенической нормы. Имеется превышение концентрации NO на границе СЗЗ.
9. Полученные данные послужили основанием для выработки рекомендаций по снижению эмиссионных выбросов, а именно:
 - необходимость создания современных «Экологически чистых» двигателей;
 - повышение степени заполнения самолетов полезной нагрузкой;

–уменьшение пробега воздушных судов на аэродромах под собственной тягой, в частности, путем буксировки их тягачами на исполнительный старт;

–доставка пассажиров от самолетов в вокзал и на посадку автобусами или движущимися конвейерами с тем, чтобы самолет мог находиться на стоянке, максимально приближенной к взлетно–посадочной полосе;

–замена традиционного топлива – керосина на альтернативные виды топлива, такие как жидкий водород, биотопливо, сжиженный природный газ и другие.

После сбора необходимой информации были проведены измерения авиационного шума в пределах селитебной территории, прилегающей к международному аэропорту города Белгорода. Данные показатели были методически оценены и обобщены. Сформулированы следующие выводы о шумовом загрязнении селитебной территории в окрестностях аэропорта Белгорода:

1. Исходя из измеренного уровня шума, мы пришли к выводу, что воздушные суда, имеющие реактивные двигатели (Boing–734, Boing–735, Boing–738, CRJ–200) являются более шумными.

2. В пределах территории исследования достаточно высокий уровень фонового шума, создаваемый на местности, источниками, не зависящими от деятельности аэропорта, имеет градацию от 3 дБА до 32 дБА.

3. В итоге сравнения измерений уровня шума в 2015г. и 2017г. мы пришли к выводу, что уровень максимального авиационного шума в точке 1 по-прежнему остается превышенным в среднем на 5 дБА, что связано с небольшим расстоянием, в 400 метров, от источника шума до исследуемой точки, находящейся в пределах территории жилой застройки, которая в свою очередь расположена внутри СЗЗ по фактору «авиационный шум», и это, несмотря на шумозащитный экран, находящейся между источниками шума и точкой измерения.

4. Полученные выводы дали нам основание для выработки предложений по снижению уровня авиационного шума, показатели которого незначительно завышены в пределах территории, находящейся на небольшом расстоянии от источника шума. Данные мероприятия подразделяются на технические, политические, экономические, организационные.

К техническим мерам относится установление станций контроля авиационного шума. К экономическим—увеличение сбора за прием «шумных» воздушных судов, к правовым—соблюдение нормативов авиационного шума и организация контроля за их выполнением.

Наибольшую группу составляют организационные методы, которые включают:

—мероприятия, ограничивающие количество рейсов в ночное и вечерние время;

—изменения графика, режима эксплуатационных двигателей на этапе их апробирования;

—ограничение приема тяжелых реактивных самолетов в ночное время;

—исключение возможности использования средств малой авиации для внутриобластных перевозок.

Исследование показало, что экологическое состояние атмосферного воздуха в целом в районе аэропорта удовлетворенное, так как показатели доминирующего источника выбросов в пределах исследуемой территории не превышено или превышено не значительно с учетом времени воздействия на окружающую среду. Несмотря на растущий пассажирооборот, а, следовательно, и увеличивающееся количество рейсов, шумовая нагрузка на территорию не изменилась и потенциальной опасности не несет. Тем не менее, необходимо придерживаться рекомендаций по снижению уровня физической и химической нагрузки на прилегающую к аэропорту территорию жилой застройки, так как к 2030 г. в аэропорту планируется во много раз повысить количество рейсов, что может неблагоприятно сказаться на экологической обстановке, и, следовательно, и на здоровье населения.

Список используемой литературы

1. Андреев В. А., Солобозов В. Топливо для летательных аппаратов XXI века // Наука и жизнь. 2001. № 3. С. 23-25.
2. Беспмятников Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – М.: Наука, 2014. – 55с.
3. Бордунов В.Д. Правовой механизм деятельности международных авиационных организаций. – М.: Наука, 1989. – 41 с.
4. Гигиенический норматив ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» М.: Роспотребнадзор: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – 31с.
5. Горковенко В. Аэропорт «Белгород» – лучший региональный аэропорт России // Воздушные ворота Белогорья. – 2013. – № 3. С. 2-3.
6. Горковенко В. Аэропорт «Белгород» перешел на летнее расписание // Воздушные ворота Белогорья. – 2013. – № 3. С. 3-5.
7. Горковенко В. Новое здание аэропорта «Белгород» официально открыли в годовщину Прохоровкой битвы // Воздушные ворота Белогорья. – 2013. – № 2. С. 1-2.
8. ГОСТ 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. Введ. 01.12.2009. – 18 с. – Группа Т34.
9. ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. Введ. 01.01.80. – 14 с. – Группа Т58.
- 10.ГОСТ 10227-86 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия. Введ. 01.01.87. - 19 с. – Группа Б 17.
- 11.ГОСТ 22283-88. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. Введ.01.01.90

- до 01.01.2000. – 16 с. – Группа Д10.
- 12.ГОСТ 22283-2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. – Взамен ГОСТ 22283-88; Введ.01.01.2015. –16 с. – Группа Д11.
 - 13.ГОСТ 17187-2010. Шумомеры. Часть 1. Технические требования. Введ. 01.11.2012. – 36 с. – Группа Т34.
 - 14.Дмитриев В.Г. О приоритетах в гражданской авиации // Полет – 2009. –№10. С. 5-8.
 - 15.Ененкова В.Г. Защита окружающей среды при авиатранспортных процессах. – М.: Транспорт, 1986 – 76 с.
 - 16.Жулина Е.С. Шумовое загрязнение селитебных зон города Белгорода / Жулина Е.С; Лебедева М.Г; Кухарук С.А. Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и сопредельных странах//Материалы V Междунар. науч. конф. Белгород: КОНСТАНТА, 2013. С. 258 -261.
 - 17.Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Человек и шум. – М.: ГЕОТАР-МЕД, 2001. – 384 с.
 - 18.Картышев О.А. Изучение наличия связи влияния авиационного шума на заболеваемость населения города Перми //Авиационный экологический вестник. – 2009. – №2. С. 7-9.
 - 19.Картышев О.А. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации. – М.: ФГУП ГосНИИ ГА, 2013. – 18 с.
 - 20.Картышев О. А. Установление санитарно-защитной зоны аэропорта по неблагоприятному фактору «авиационный шум». – М.: Наука, 2006. – 21 с.
 - 21.Квитка В.Е., Карпин Б.Н. Загрязнение атмосферы при эксплуатации самолетов // Воздушный транспорт. – 2013. – № 2. С. 38-98.
 - 22.Копьев В.Ф. Проблемы экологии в авиации. – М.: ЦАГИ, 2011. – 65 с.

23. Копьев В.Ф., Мунин А.Г. Шум самолетов: можно ли его уменьшить // Полет – 2008 – №7. С. 26-30.
24. Кулагин Ю.Н. Методика контроля и рекомендации по снижению эмиссии двигателей воздушных судов в эксплуатации. Л.: Гидрометеиздат, 2013. – 33 с.
25. Методические рекомендации: МР 2.1.10.0059-12 Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. – М.: Роспотребнадзор: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 47 с.
26. Мунин А. Г. Авиационная акустика. В 2-х ч. / А.Г. Мунин В.Ф. Самохин Р.А. Шипов. – М.: Машиностроение, 1986. – 310 с.
27. Мунин А.Г., Дмитриев В.Г., Экологические проблемы гражданской авиации /Аэрокосмический курьер. – 2003 – №2. С. 57- 60.
28. Мунин А.Г., Кузнецов В.М. Аэродинамические источники шума. – М.: Машиностроение, 1981 – 128 с.
29. Мхитарян А.М. Снижение шума самолетов с реактивными двигателями. – М.: Машиностроение, 1975. – 263 с.
30. Николайкин Н.И., Смирнова Ю.В. Промышленная экология. – М.: МГТУ ГА, 2012. – 68 с.
31. Общесоюзный нормативный документ ОДН - 86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. (утв. Председателем Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 4 августа 1986 г. № 192). – Л.: Гидрометеиздат, 2013. – 25 с.
32. Осипов Г.Л., Прутков Б.Г. Градостроительные меры борьбы с шумом. М.: Стройиздат, 1975 – 45 с.
33. Охрана окружающей среды: Том I: Шум на местности: Приложение 16 к Конвенции о Международной гражданской авиации ИКАО / Международная организация гражданской авиации. – 4-е изд. –

ИКАО, 2005. – 169 с.

34. Охрана окружающей среды: Том II. Эмиссия авиационных двигателей: Приложение 16 к Конвенции о Международной гражданской авиации. ИКАО / Международная организация гражданской авиации. – 5-е изд. – ИКАО, 2010. – 201 с.
35. Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропорта гражданской авиации из условий шума. – М.: Стройиздат, 1987. – 32 с.
36. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36)
37. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. – М.: Альвис, 2014. – 48 с.
38. Соркина Л.И. Расчеты и измерения характеристик шума, создаваемого в дальнем звуковом поле реактивными самолетами. – М.: изд. МГУ, 1968 – 57 с.
39. Старик А.М., Фаворский А.Н. Авиация и атмосферные процессы // Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем. 2015. Т. 20, № 1 (40). С. 1-20.
40. Строительные нормы и правила СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» – М.: ДЕАН, 2003. – 78 с.
41. Строительные нормы и правила СНиП II-12-77 «Защита от шума» (утв. постановлением Госстроя СССР от 14 июня 1977 г. N 72).
42. Техническое руководство по окружающей среде. Том I: Методики сертификации воздушных судов по шуму: Дос 9501 / Международная организация гражданской авиации. – 1-е изд. – ИКАО, 2010. – 268 с.
43. Федеральный закон от 8 ноября 2007 г. N 257-ФЗ «Об

автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» – «Российская газета» от 14 ноября 2007 г. N 254, Собрание законодательства Российской Федерации от 12 ноября 2007 г. № 46. С. 55-61.

44. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» – «Российская газета» от 6 апреля 1999 г. N 64-65, Собрание законодательства Российской Федерации от 5 апреля 1999 г. № 14 – 55-60 с.

45. Фокин М.В., Новиков С.М. Оценка риска для здоровья населения от воздействия авиационного шума // Гигиена и санитария. – 2009. – № 5. С. 32-34.

46. Фондовые материалы «Белгородавиа»

47. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Объём выбросов ЗВ для стандартного ВПП при эксплуатации современных гражданских самолетов различной размерности и назначения, по данным документа CAEP/7-IP/10, 2007 [24]

Факторы эмиссии ЗВ для стандартного на самолёт (кг/ВПП САМОЛЕТ)				
Aircraft		CnHm	NO _x	CO
1		2	3	4
Региональные самолеты	RJ-RJ85	0,13	4,34	11,21
	BAE 146	0,14	4,07	11,18
	CRJ-100ER	0,06	2,27	6,70
	ERJ-145	0,06	2,69	6,18
	Fokker 100/70/28	0,14	5,75	13,84
	BAC111	0,15	7,40	13,07
	Як-42М	0,25	10,66	1 022
Магистральные самолеты	A300	0,12	25,86	14,80
	A310	0,63	19,46	28,30
	A319	0,06	8,73	6,35
	A320	0,06	9,01	6,19
	A321	0,14	16,72	7,55
	A330-200/300	0,13	35,57	16,20
	A340-200	0,42	28,31	26,19
	A340-300	0,39	34,81	25,23
	A340-500/600	0,01	64,45	15,31
	707	9,75	10,96	92,37
	717	0,01	6,68	6,76
	727-100	0,69	9,23	24,44
	727-200	0,81	11,97	27,16
	737-100/200	0,45	6,74	16,04
	737-300/400/500	0,08	7,19	13,03
	737-600	0,10	7,66	8,65
	737-700	0,09	9,12	8,00
	737-800/900	0,07	12,30	7,07
	747-100	4,84	49,17	114,59
	747-200	1,82	49,52	79,78
	747-300	0,27	65,00	17,64
	747-400	0,22	42,88	26,72
	757-200	0,02	23,43	8,06
	757-300	0,01	17,85	11,62
767-200	0,33	23,76	14,80	
767-300	0,12	28,19	14,47	

Aircraft	CnHm	NO _x	CO	Aircraft
1		2	3	4
Магистральные самолеты	777-200/300	0,07	52,51	12,76
	DC-10	0,24	35,65	20,59
	DC-8-50/60/70	0,15	15,62	26,31
	DC-9	0,46	6,16	16,29
	L1011	7,40	31,64	103,33
	MD-11	0,34	35,65	20,59
	MD-80	0,19	11,97	6,46
	MD-90	0,01	10,76	5,53
	Ту-134	1,80	8,68	27,96
	Ту-154М	1,32	12,00	82,88
	Ту-154Б	11,9	14,33	143,05
ТРДД с тягой <26.7 кН	Cessna 525/560	0,33	0,74	34,07
Самолёты с ТВД	Beech King Air	0,06	0,30	2,97
	DCNHM8-100	0,00	1,51	2,24
	ATR72-500	0,03	1,82	2,33

Характерные значения выбросов СО при работе ВСУ на типичных режимах для различных самолетов, по данным документа CAEP/7-WP28, 2007 [24]

Класс самолётов	Выбросы СО, кг/ч		
	Запуск ВСУ или режим холостого хода	Номинальный режим	Макс. нагрузка (запуск двигателя)
Самолеты бизнес-класса, региональные самолеты (менее 100 пасс.)	1,019	0,799	0,805
Небольшие самолеты новых типов (100-200 пасс.)	3,734	0,419	0,495
Небольшие самолеты старых типов (100-200 пасс.)	1,289	0,336	0,453
Средние самолеты всех типов (200-300 пасс.)	0,982	0,248	0,239
Тяжелые самолеты старых типов (более 300 пас.)	5,400	3,695	2,555
Тяжелые самолеты новых типов (более 300 пас.)	1,486	0,149	0,192
Самолеты бизнес-класса, региональные самолеты (менее 100 пасс.)	0,107	0,044	0,042
Небольшие самолеты новых типов (100-200 пасс.)	0,662	0,094	0,091
Небольшие самолеты старых типов (100-200 пасс.)	0,105	0,036	0,036
Средние самолеты всех типов (200-300 пасс.)	0,243	0,070	0,059
Тяжелые самолеты старых типов (более 300 пас.)	0,302	0,153	0,125
Тяжелые самолеты новых типов (более 300 пас.)	0,180	0,078	0,076
Самолеты бизнес-класса, региональные самолеты (менее 100 пасс.)	0,274	0,452	0,530
Небольшие самолеты новых типов (100-200 пасс.)	0,364	0,805	1,016
Небольшие самолеты старых типов (100-200 пасс.)	0,565	1,064	1,364
Средние самолеты всех типов (200-300 пасс.)	0,798	1,756	2,091
Тяжелые самолеты старых типов (более 300 пас.)	1,137	2,071	2,645
Тяжелые самолеты новых типов (более 300 пас.)	1,210	2,892	4,048

Поправка по шуму в зависимости от группы ВС [11]

Группа ВС	ΔI , дБА	K_i	
		При взлете	При посадке
1	+5	2,2	1,7
2	0	1	0,75
3	-5	0,45	0,35
4	-10	0,2	0,15
5	-15	0,1	0,07

Объём выбросов ЗВ для стандартного ВПЦ при эксплуатации конкретных типов ВС [34]

Тип ВС	Тип двигателя	Количество двигателей	Этап ВПЦ	Время	Расход топлива	СnН m	СО	NO
В 757- 200	PW2037	2	взлёт	0,7	1,538	0,05	0,40	31,1
			набор высоты	2,2	1,266	0,06	0,41	24,8
			заход на посадку	4,0	0,399	0,21	2,30	10,3
			малый газ	26,0	0,141	2,26	23,10	4,4
В 737- 500; В 737 - 800	PW2040	2	взлёт	0,7	1,761	0,026	0,4	34,3
			набор высоты	2,2	1,448	0,035	0,4	27,3
			заход на посадку	4,0	0,493	0,18	2,0	10,6
			малый газ	26,0	0,155	2,25	25,1	4,2
А 320, 321, 319.	CFM56- 3С1	2	взлёт	0,7	1,154	0,03	0,9	20,7
			набор высоты	2,2	0,954	0,04	0,9	17,8
			заход на посадку	4,0	0,336	0,07	3,1	9,1
			малый газ	26,0	0,124	1,42	26,8	4,3
CRJ - 200	CF6- 80С2А3	2	взлёт	0,7	2,457	0,08	0,59	34,4 4
			набор высоты	2,2	2,003	0,10	0,57	25,4 5
			заход на посадку	4,0	0,649	0,21	2,15	10,0 1
			малый газ	26,0	0,202	9,21	42,18	3,96
ЯК - 42	Д - 36	2	взлёт	0,7	0,634	0	0,5	26
			набор высоты	2,2	0,533	0	0,4	22
			заход на посадку	4,0	0,211	0	2,7	9
			малый газ	26,0	-	5,4	20,7	5,5
Е 145	АЕ 3007А	2	взлёт	1,80	0,25	0,70	33,71	1,80
			набор высоты	1,47	0,14	0,27	24,89	1,47
			заход на посадку	0,54	0,44	0,48	6,37	0,54
			малый газ	0,20	1,44	18,79	3,44	0,20

Информация об условиях выбросов СпНм воздушными судами

ВС	Максимально – разовая концентрация НС	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
В 757-200	2,26	2 м	1,5 м	29,76	+ 150	+ 25	200	1
В 737-500	2,25	2,5 м	2 м	31,55	+ 170	+ 25	200	1
В 737 - 800	2,25	2 м	2 м	31,55	+ 170	+ 25	200	1
А 320	1,42	3 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
321	1,42	2 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
319	1,42	2 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
CRJ - 200	0,21	2 м	2 м	64,07	+ 170	+ 25	200	1
ЯК - 42	5,4	2,5 м	2 м	31,6	+ 150	+ 25	200	1
Е 145	18,79	2 м	2 м	22,43	+ 160	+ 25	200	1

Информация об условиях выбросов СО воздушными судами

ВС	Максимально – разовая концентрация СО	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
В 757-200	23,10	2 м	1,5 м	29,76	+ 150	+ 25	200	1
В 737-500	4,2	2,5 м	2 м	31,55	+ 170	+ 25	200	1
В 737 - 800	4,2	2 м	2 м	31,55	+ 170	+ 25	200	1
А 320	26,8	3 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
321	26,8	2 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
319	26,8	2 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
CRJ - 200	42,18	2 м	2 м	64,07	+ 170	+ 25	200	1
ЯК - 42	20,7	2,5 м	2 м	31,6	+ 150	+ 25	200	1
Е 145	3,44	2 м	2 м	22,43	+ 160	+ 25	200	1

Информация об условиях выбросов NO воздушными судами

ВС	Максимально – разовая концентрация NO	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
В 757-200	4,4	2 м	1,5 м	29,76	+ 150	+ 25	200	1
В 737-500	4,2	2,5 м	2 м	31,55	+ 170	+ 25	200	1
В 737 - 800	4,2	2 м	2 м	31,55	+ 170	+ 25	200	1
А 320	4,3	3 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
321	4,3	2 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
319	4,3	2 м	1,5 м	32,52	+ 150	+ 25	200	1
CRJ - 200	3,96	2 м	2 м	64,07	+ 170	+ 25	200	1
ЯК - 42	5,5	2,5 м	2 м	31,6	+ 150	+ 25	200	1
Е 145	0,20	2 м	2 м	22,43	+ 160	+ 25	200	1

Расписание рейсов за 10.08.17 года [46]

Тип ВС	Время прилета	Место посадки	Время вылета	Место посадки
A 321	04.10	точка 2	02.55	точка 3
B 757 - 200	06.00	точка 2	07.40	точка 3
CRJ - 200	07.00	точка 3	08.15	точка 2
E -145	13.05	точка 3	14.20	точка 2
A 319	13.55	точка 2	15.40	точка 3
B 737 - 500	14.30	точка 3	18.45	точка 2
A 320	16.20	точка 3	15.10	точка 2
B 737 - 800	22.50	точка 2	21.20	точка 3
ЯК - 42	23.10	точка 3	16.20	точка 2

Приложение 9
Точка 1. взлет ВС

ВС	Максимально – разовая концентрация НС	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
CnHm								
В 737-500	0,026	2,5 м	2 м	71,32	+ 170	+ 25	200	1
А 320	0,03	3 м	1,5 м	21,63	+ 150	+ 25	200	1
CRJ - 200	0,08	2 м	2 м	35,11	+ 170	+ 25	200	1
ЯК - 42	0	2,5 м	2 м	26,5	+ 150	+ 25	200	1
Е 145	0,70	2 м	2 м	36,21	+ 160	+ 25	200	1
CO								
В 737-500	0,4	2,5 м	2 м	71,32	+ 170	+ 25	200	1
А 320	0,9	3 м	1,5 м	21,63	+ 150	+ 25	200	1
CRJ - 200	0,59	2 м	2 м	35,11	+ 170	+ 25	200	1
ЯК - 42	0,5	2,5 м	2 м	26,5	+ 150	+ 25	200	1
Е 145	33,71	2 м	2 м	36,21	+ 160	+ 25	200	1
NO								
В 737-500	34,3	2,5 м	2 м	71,32	+ 170	+ 25	200	1
А 320	20,7	3 м	1,5 м	21,63	+ 150	+ 25	200	1
CRJ - 200	34,4	2 м	2 м	35,11	+ 170	+ 25	200	1
ЯК - 42	26	2,5 м	2 м	26,5	+ 150	+ 25	200	1
Е 145	1,80	2 м	2 м	36,21	+ 160	+ 25	200	1

Приложение 10
Точка 2. Посадка ВС

ВС	Максимально – разовая концентрация НС	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
CnHm								
A 321	0,07	2,5 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 757-200	0,21	3 м	1,5 м	12,81	+ 150	+ 25	200	1
A 319	0,07	2 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 737-800	0,18	2,5 м	2 м	25,08	+ 150	+ 25	200	1
CO								
A 321	3,1	2,5 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 757-200	2,30	3 м	1,5 м	12,81	+ 150	+ 25	200	1
A 319	3,1	2 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 737-800	2,0	2,5 м	2 м	25,08	+ 150	+ 25	200	1
NO								
A 321	9,1	2,5 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 757-200	10,3	3 м	1,5 м	12,81	+ 150	+ 25	200	1
A 319	9,1	2 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 737-800	10,6	2,5 м	2 м	25,08	+ 150	+ 25	200	1

Приложение 11
Точка 3. посадка ВС

ВС	Максимально – разовая концентрация НС	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
CnHm								
CRJ - 200	0,21	2,5 м	2 м	12,37	+ 170	+ 25	200	1
Е - 145	0,48	3 м	1,5 м	7,39	+ 150	+ 25	200	1
В 737-500	0,18	2 м	2 м	19,76	+ 170	+ 25	200	1
А 320	0,07	2,5 м	2 м	12,27	+ 150	+ 25	200	1
ЯК -42	0	2 м	2 м	11,7	+ 160	+ 25	200	1
CO								
CRJ - 200	2,15	2,5 м	2 м	12,37	+ 170	+ 25	200	1
Е - 145	6,37	3 м	1,5 м	7,39	+ 150	+ 25	200	1
В 737-500	2,0	2 м	2 м	19,76	+ 170	+ 25	200	1
А 320	3,1	2,5 м	2 м	12,27	+ 150	+ 25	200	1
ЯК -42	2,7	2 м	2 м	11,7	+ 160	+ 25	200	1
NO								
CRJ - 200	10,01	2,5 м	2 м	12,37	+ 170	+ 25	200	1
Е - 145	0,54	3 м	1,5 м	7,39	+ 150	+ 25	200	1
В 737-500	10,6	2 м	2 м	19,76	+ 170	+ 25	200	1
А 320	9,1	2,5 м	2 м	12,27	+ 150	+ 25	200	1
ЯК -42	9	2 м	2 м	11,7	+ 160	+ 25	200	1

Приложение 12
Точка 3. Взлет ВС

ВС	Максимально – разовая концентрация НС	Высота источника (Н)	Диаметр устья (Д)	Объем выбрасываемой газовой смеси (V1)	Температура газовой смеси (Т1)	Температура окружающего воздуха (Т2)	Коэффициент температурной стратификации атмосферы (А)	Безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа.
CnHm								
A 321	0,3	2,5 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 757-200	0,05	3 м	1,5 м	12,81	+ 150	+ 25	200	1
A 319	0,03	2 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 737-800	0,026	2,5 м	2 м	25,08	+ 150	+ 25	200	1
CO								
A 321	0,9	2,5 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 757-200	0,40	3 м	1,5 м	12,81	+ 150	+ 25	200	1
A 319	0,9	2 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 737-800	0,4	2,5 м	2 м	25,08	+ 150	+ 25	200	1
NO								
A 321	20,7	2,5 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 757-200	31,1	3 м	1,5 м	12,81	+ 150	+ 25	200	1
A 319	20,7	2 м	2 м	12,27	+ 170	+ 25	200	1
B 737-800	34,3	2,5 м	2 м	25,08	+ 150	+ 25	200	1

