

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



На правах рукописи

ФИЕВ КОНСТАНТИН ПАВЛОВИЧ

**КОНТРОЛЬ, ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА
ВБЛИЗИ АЭРОПОРТОВ**

1.3.7 – Акустика

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент,
профессор
Тюрина Наталья Васильевна

Санкт-Петербург
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	12
1.1. Объекты исследования	12
1.2. Нормирование авиационного шума в жилой застройке	14
1.3. Влияние авиационного шума на жилую застройку	21
1.4. Акустические характеристики самолетов и аэропортов	24
1.5. Расчеты влияния авиационного шума на жилую застройку	31
1.6. Снижение авиационного шума на местности	33
1.7. Основные задачи исследования	37
ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ЖИЛУЮ ЗАСТРОЙКУ ОТ ИССЛЕДУЕМОГО АЭРОПОРТА «ПУЛКОВО»	38
2.1. Описание трасс полетов	38
2.2. Методика определения шума в жилой застройке	43
2.3. Характеристики и оценка шума в жилой застройке аэропорта «Пулково»	47
Выводы по главе	61
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОПОРТОВ	63
3.1. Акустическое воздействие различных типов воздушных судов	63
3.2. Влияние траекторий полетов на шум вблизи аэропортов	77
3.2.1 Общие положения	77
3.2.2 Методика контроля авиационного шума за соблюдением установленных трасс полета	79
3.2.3 Применение методики контроля шума на примере аэропорта «Пулково»	82
3.3. Влияние основных режимов полета на воздействие шума в точках наблюдения	90
3.4. Изменения шума в зависимости от расстояния	98

3.4.1 Характер снижения авиационного шума с увеличением расстояния до летального аппарата в пределах приаэродромной территории	98
3.4.2 Снижение шума с увеличением расстояния до аэропорта	102
Выводы по главе	107
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА ШУМА С УЧЕТОМ ЭКРАНИРУЮЩЕГО ЭФФЕКТА СООРУЖЕНИЙ ПРИ РАЗБЕГЕ САМОЛЕТА	111
4.1 Разработка метода расчета шума на защищаемой территории с учетом экранирующего эффекта сооружений	111
4.2 Разработка метода расчета шума с учетом экранирующего эффекта у фасада здания на территории аэропорта	118
4.3 Теоретические исследования экранирующего эффекта сооружений	121
4.4 Экспериментальные исследования экранирующего эффекта зданий в аэропорту «Пулково»	125
Выводы по главе	128
ГЛАВА 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ АВИАЦИОННОГО ШУМА	130
5.1 Общие рекомендации по снижению шума аэропортов	130
5.2 Снижение шума установлением правильной траекторией полета	136
5.3 Определение экранирующего эффекта зданий	150
Выводы по главе	153
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	159
ПРИЛОЖЕНИЯ	174
Приложение А. Фотографии с мест проведения измерений	174
Приложение Б. Результаты проведения мониторинга	176
Приложение В. Акты внедрения	273

ВВЕДЕНИЕ

Повышенный шум был и остается одной из приоритетных, но сложных проблем охраны окружающей среды. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, здоровье населения на 17-20% зависит от состояния окружающей среды, включая уровни транспортного шума, как одного из доминирующих неблагоприятных факторов окружающей среды. На основании данных Роспотребнадзора количество жалоб на негативное воздействие шума ежегодно увеличивается [1]. При длительном воздействии повышенного шума ухудшается слух человека и возникает тугоухость (а иногда и полная потеря слуха), появляются заболевания сердечно-сосудистой, нервной и других систем. При этом шум распространяется на значительные расстояния, что существенно затрудняет борьбу с ним. Например, зона санитарного разрыва (ЗСР) от высоковольтной линии электропередач по фактору электромагнитного излучения составляет всего несколько десятков метров, а ЗСР для железной или автомобильной дороги по фактору шум может составлять многие сотни метров. Распространение шума на значительные расстояния объясняется не только высокой интенсивностью источников шума, но и особенностями его затухания в пространстве. Отметим также чрезвычайное обилие источников шума, которые «преследуют» человека во всех средах обитания.

Среди многообразных источников шума большую долю составляют средства транспорта: автомобильного, железнодорожного и авиационного. При этом, сравнивая различные виды транспортного шума, отметим, что наиболее трудно достичь снижения авиационного шума. Также, как автомобильный и железнодорожный шум воздействует на территории, расположенные вблизи магистралей, так и авиационный шум, воздействует, в первую очередь, на нормируемые объекты, расположенные вблизи аэропортов, в зоне тяготения взлетно-посадочных полос и маршрутов взлетов. Современный крупный аэропорт — это источник интенсивного акустического загрязнения на площади в многие

тысячи квадратных километров. По отечественным и зарубежным данным, эквивалентные уровни звука на территории жилой застройки, расположенной вблизи аэропортов, могут превышать допустимые нормы на 5-15 дБА (или в 1,5-3 раза по субъективному ощущению громкости) в дневное время [2]. В ночное время эти значения еще выше, поэтому в ряде зарубежных аэропортов пролёты в ночное время запрещены.

Приведенные примеры относятся к случаям, когда жилая застройка располагается на расстоянии нескольких километров от аэропорта. Значительно более серьезные цифры превышений (20-25 дБА и более) регистрируются, когда жилая застройка расположена в нескольких сотнях метров от взлётно-посадочной полосы (ВПП) аэропорта.

Примеров аэропортов, вблизи которых расположена жилая застройка на территории Российской Федерации, большое множество, назовем лишь некоторые из них:

1) жилая застройка у аэропорта «Пулково» в г. Санкт-Петербург базируется на расстоянии порядка 900 м от ВПП, что составляет около 40 м от границы территории аэропорта;

2) жилая застройка у аэродрома «Авиационно-ремонтный завод №123» в г. Старая Русса базируется на расстоянии 400 м от ВПП и на расстоянии порядка 50 м от границы территории аэродрома;

3) жилая застройка у аэропорта «Минеральные воды» в г. Минеральные воды базируется на расстоянии около 1000 м от ВПП и на расстоянии порядка 30 м от границы территории аэропорта.

Авиационная акустика – один из самых солидных разделов инженерной акустики, при этом проблема шума аэропортов, связанная с негативным воздействием авиационного шума на человека и его снижением, является чрезвычайно актуальной.

Степень разработанности темы исследования

Проблему снижения авиационного шума, в том числе, экранированием изучали известные отечественные учёные: М.В. Буторина, В.Ю. Захаров, М.О. Картышев, О.А. Картышев, В.В. Медведев, Н.К. Кирюшкина, Н.И. Николайкин, М.А. Пинигин, В.Ф. Самохин, А.Г. Мунин, В.Е. Квитко, Б.В. Мельников, В.И. Токарев, Е.В. Власов, Е.М. Малков, А.В. Стерликов, Ю.Д. Халецкий, Д.П. Шумков, Г.А. Личутин, И.А. Сухорукова, Э.В. Сазонов, А.Е. Шашурин, Н.В. Тюрина, а также зарубежные ученые: L.M. Lilley, A.L. McPike, M.R. Fink, J.L. Peters, C.D. Zevitas, C.J. Roof, G.A. Wellenius и другие.

Однако, на наш взгляд, дополнительного исследования требуют вопросы оценки и снижения авиационного шума в жилой застройке, расположенной вблизи аэропортов и в частности, взлетно-посадочных полос (ВПП), при таких наиболее шумных операциях, как разбег, взлёт воздушных судов (ВС). В данных операциях самолёты генерируют наиболее высокие уровни шума. В настоящее время достаточно полно изучен вопрос распространения шума в жилой застройке от автомобильных потоков и поездов, но специфика процессов образования шума в аэропорту и на территории вблизи расположенной жилой застройки, связанная с изменением положения ВС на ВПП и в воздушном пространстве, а также снижения шума зданиями и сооружениями в аэропорту требует специального изучения. Для решения поставленных задач необходимо изучить влияние основных режимов, траекторий движения и расстояния до ВС на акустическое воздействие на селитебную территорию, а также рассмотреть вопросы, связанные с особенностями экранирования авиационного шума в аэропортах.

Научно-техническая гипотеза:

Разработка расчетной модели и расчетных формул для определения шума с учетом эффекта экранирования зданиями и сооружениями, расположенными вблизи взлетно-посадочной полосы аэропортов, позволит уточнить и упростить оценку уровней шума на селитебной территории и в нормируемых помещениях на территории аэропортов, а также разработать наиболее эффективные шумозащитные мероприятия.

Цель диссертационного исследования: Оценка акустического воздействия вблизи аэропортов при изменении расстояния, режима и трасс полётов, а также снижение шума в жилой застройке и нормируемых объектах аэропорта.

Задачи исследования:

Основываясь на результатах аналитического обзора проблемы, были сформированы следующие задачи исследования:

1. Определить параметры шумового загрязнения в районах Санкт-Петербурга и Ленинградской области, подвергающихся действию авиационного шума, вблизи аэропорта «Пулково», разработать требования к шумозащите;
2. Определить акустическое воздействие, создаваемое различными типами воздушных судов, выделить наиболее шумные;
3. Разработать методику мониторинга авиационного шума, учитывающую отклонение воздушных судов от установленных маршрутов взлета, проанализировать результаты мониторинга с целью определения шумовой нагрузки в точках измерений при изменении трасс полетов воздушных судов на примере аэропорта «Пулково»;
4. Экспериментально уточнить закономерности снижения шума от воздушных судов с изменением расстояния, а также при различных режимах полетов;
5. Используя теорию, основанную на методе последовательного преобразования звуковых полей, получить формулы расчетов экранирующего эффекта в жилой застройке и на территории аэропорта в течении разбега по ВПП;
6. Выполнить теоретические исследования экранирующего эффекта сооружений и экспериментальную проверку полученных теоретических данных;
7. Разработать общие рекомендации по снижению шума вблизи аэропортов.

Объект исследования: в качестве объекта исследования выбран аэропорт «Пулково», находящийся в г. Санкт-Петербург.

Предмет исследования: характеристики шума вблизи аэропорта и требования к его снижению, закономерности шумообразования, а также пути его снижения.

Научная новизна:

- исследовано влияние основных режимов и траекторий полёта, а также расстояния, на шум вблизи аэропортов;
- при принятом допущении об аппроксимации самолёта при разбеге линейным источником шума исследован экранирующий эффект сооружений, расположенных вблизи ВПП;
- получены формулы для расчета шума с учетом экранирующего эффекта близрасположенных к ВПП зданий, теоретически изучена связь снижения шума с конструктивными параметрами зданий.

Практическая значимость (полезность):

- разработаны рекомендации по снижению шума вблизи аэропортов;
- получены численные зависимости снижения шума вблизи аэропортов с увеличением расстояния;
- получены численные значения связи акустических характеристик с траекторией полёта;
- экспериментально определен экранирующий эффект зданий в зависимости от их размеров;
- разработаны рекомендации по выбору траекторий полёта, обеспечивающих снижение шума вблизи аэропортов.

На защиту выносятся:

1. характеристики шума в жилой застройке вблизи аэропорта «Пулково», данные сравнения с санитарными нормами и требования к снижению шума;
2. экспериментальные данные об акустическом воздействии различных типов воздушных судов на селитебную территорию;

3. установленные значения влияния режимов полета самолета на шум аэропорта;
4. установление закономерностей снижения шума при увеличении расстояния от ВПП и аэропорта;
5. методика определения влияния траекторий полета на шум в жилой застройке и результаты измерений шума в контрольных точках при изменении траекторий полета самолета;
6. методика расчёта шума с учетом экранирующего эффекта близрасположенных к ВПП зданий и сооружений;
7. результаты теоретического исследования полученных зависимостей;
8. разработка общих рекомендаций по снижению шума в аэропортах;
9. результаты апробации предложенных решений.

Степень достоверности:

Достоверность диссертационного исследования подтверждается серией экспериментов, выполненных в натурных условиях с использованием высокоточной акустической аппаратуры, использованием современных методик испытаний и обработки информации, результатами апробации согласно теме диссертации.

Апробация результатов исследования:

Основные положения диссертационной работы, а также результаты проведенных научных исследований были обсуждены и представлены на заседаниях кафедр «Экология и БЖД», «Экология и производственная безопасность» БГТУ «ВОЕНМЕХ» в 2021, 2022 и 2024 годах.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на российских конференциях с международным участием³:

1. VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», 21–23 марта 2017 г. Санкт-Петербург;
2. Третьей Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов "Акустика среды обитания", 18 мая 2018 г. Москва;

3. VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», 19–21 марта 2019 г. Санкт-Петербург.
4. IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», 26–28 апреля 2023 г. Санкт-Петербург.

Внедрение результатов исследования:

Рекомендованные автором мероприятия внедрены в аэропорту «Пулково» и ООО «ПКФ Цифровые Приборы».

Личный вклад соискателя учёной степени в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в том, что автором выполнены: обзор литературных источников, теоретические и экспериментальные исследования. Диссертационная работа в полном объёме является самостоятельным исследованием. В работах, написанных в соавторстве, автор сформулировал принципы постановки задач, предложил решения поставленных задач, описал проводимые эксперименты и их результаты, сформулировал окончательные выводы по проведённым исследованиям.

Публикации:

По материалам диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 5 в списке журналов, рекомендованных ВАК.

Соответствие научно-квалификационной работы паспорту научной специальности:

Тема диссертации соответствует пункту 6 паспорта научной специальности 1.3.7 «Акустика», отрасль науки – технические науки: 6. Акустика газовых сред, аэроакустика, приём и обработка звуковых сигналов в воздухе, мониторинг источников акустического шума в атмосфере, акустическая экология.

Структура и объём работы:

Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и рекомендаций, списка использованных источников из 112 наименований, 3 приложений; изложена на 274 страницах машинописного текста, в т. ч. содержит 64 таблиц, 65 рисунков.

Автор приносит благодарность своим коллегам – сотрудникам кафедры «Экологии и производственной безопасности» Балтийского государственного технического университета (далее БГТУ) им. Д.Ф. Устинова, коллективу Испытательной лаборатории и Отделу акустики ООО «Институт акустических конструкций», научному руководителю доктору технических наук Н.В. Тюриной, за неоценимую помощь при подготовке в написании диссертации.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Объекты исследования

Исследование авиационного шума в настоящем исследовании выполнено на примере аэропорта «Пулково».

В территориальном отношении участок аэропорта «Пулково» расположен в Московском административном районе г. Санкт-Петербурга.

Территория аэропорта общей площадью около 1300 га граничит:

с севера — с производственными, транспортно-логистическими, общественно-деловыми и складскими территориями, жилой застройкой Авиагородка и садовыми участками;

с востока — с Пулковским шоссе и общественно-деловыми территориями, включая подъездные пути к аэровокзальному комплексу «Пулково-1»;

с запада — с незастроенной территорией города;

с юга — с землями Ленинградской области; с территорией, зарезервированной для развития аэропорта на долгосрочную перспективу; районом города Санкт-Петербурга Горелово [3].

Рельеф территории спокойный с абсолютными отметками от 16,0 м до 22,0 м с понижением рельефа от юго-восточной части территории к северной и восточной её частям.

В настоящее время к территории аэропорта подходят транспортные пути от Пулковского шоссе, к пассажирским терминалам «Пулково-1» и «Пулково-2».

На рисунке 1.1 представлена схема аэропорта «Пулково».



Рисунок 1.1. – Схема аэропорта «Пулково»

В структуру аэропорта «Пулково» в настоящее время входят следующие службы и подразделения: аэровокзалы «Пулково-1» и «Пулково-2», аэродромная служба с двумя взлетно-посадочными полосами, служба организации пассажирских перевозок, служба организации международных перевозок, база эксплуатации радиотехнического оборудования и связи, электро-светотехническое обеспечение производства, автобаза спецавтотранспорта, служба теплотехнического и санитарно-технического обеспечения, служба главного механика, экспериментальный цех, ремонтно-строительная база, мусоросжигательная станция, жилищно-коммунальный отдел, гостиница, цех приготовления бортового питания, административные корпуса штаба аэропорта и ряд других вспомогательных служб.

Характерной особенностью аэропорта «Пулково» является близкое расположение (от 850 до 920 м) по отношению к ВПП жилого района Авиагородка, а также наличие многочисленных зданий и сооружений внутри аэропорта, расположенных на незначительном расстоянии (от 120 до 200 м) от ВПП.

1.2. Нормирование авиационного шума в жилой застройке

Санитарными нормами, регламентирующими допустимые уровни шума в помещениях и на территориях, являются СанПиН 1.2.3685-21 [4] и СанПиН 2.1.3684-21 [5]. В таблице 1.1. приведены выборочные допустимые значения, установленные [4].

Таблица 1.1. Нормируемые параметры шума

№ п/п	Назначение помещений или территорий	Время суток	Для источников постоянного шума										Для источников непостоянного шума	
			Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со средне-геометрическими частотами, Гц									Уровни звука L(A), дБ А	Эквивалентные уровни звука L (Аэкв.), дБА	Максимальные уровни звука L (Амакс.), дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1	Жилые комнаты квартир, домов стационарных	с 7 до 23 ч.	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	40	55
	организаций социального обслуживания, организации для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, спальные помещения в школах-интернатах, дошкольных образовательных организациях, домов отдыха, пансионатов	с 23 до 7 ч.	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	30	45
2	Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов	-	93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	60	75
3	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	с 7 до 23 ч.	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	45	60
		с 23 до 7 ч.	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	35	50
4	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов, дошкольных образований и других образовательных организаций	с 7 до 23 ч.	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	55	70
		с 23 до 7 ч.	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	45	60

5	Границы санитарно-защитных зон	С 7 до 23 ч.	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	55	70
		С 23 до 7 ч.	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	45	60
6	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	С 7 до 23 ч.	93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	60	75
		С 23 до 7 ч.	86	71	61	54	49	45	42	40	39	50	50	65
7	Площадки отдыха, функционально выделенные на территории микрорайонов в групп жилых домов, домов отдыха... площадки дошкольных и других образовательных организаций	-	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	45	60

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления, дБ, и уровни звука, дБА, а непостоянного шума - эквивалентные уровни звука ($L_{A_{экв}}$), дБА, и максимальные уровни звука ($L_{A_{макс}}$), дБА.

Основным источником шума в аэропортах являются летательные аппараты (ЛА), в основном, самолеты. Авиационный шум имеет ярко выраженный непостоянный характер, а, следовательно, его акустическими характеристиками являются эквивалентный ($L_{A_{экв}}$) и максимальный ($L_{A_{макс}}$) уровни звука.

В отечественных нормах, в отличие от зарубежных, нормируются показатели для двух временных интервалов суток (день и ночь). Зарубежные нормы приняты для трех временных интервалов суток (день, вечер и ночь).

Согласно СанПиН 2.1.3684-21 уровень авиационного шума не должен превышать предельно допустимый уровень (ПДУ) эквивалентного уровня звука для дневного и ночного времени суток, определенный гигиеническими нормативами для территорий, непосредственно прилегающих к жилой застройке [5].

Отечественные нормы шума не зависят от типа источников транспортного шума. За рубежом принят иной подход: в силу установленных закономерностей

различного влияния на человека разных источников шума из-за времени их действия, спектрального состава и др., шум авиационного транспорта нормируется иначе, чем, например, шум железнодорожного или автомобильного [6,7,8,9].

Для примера в таблице 1.2. приведены нормы авиационного шума для разных стран мира, где нормируемый параметр $L_{Aэкв}$, дБА.

Таблица 1.2. Нормативные значения уровней авиационного шума для различных стран мира

Страна	Нормативное значение $L_{Aэкв}$, дБА
США	75
Австрия	75
Германия, Люксембург	75
Канада, Ган-Конг, Испания	77
Великобритания: гражданская авиация, военная авиация	72
Дания, Швеция	70
Франция	74
Новая Зеландия	75
Швейцария	78
Норвегия	70
Израиль	75
Нидерланды	75
Италия	73
Ирландия, Португалия	75
Япония	75
ИКАО	75
СССР	65
Украина	75

Нормируемые параметры лежат в широких пределах от 65 до 78 дБА. Зарубежные нормы гораздо менее жёсткие, чем отечественные, в этих нормах зачастую отсутствует допустимое значение $L_{Aмакс}$. Тем не менее, отечественные нормы непостоянного авиационного шума (можно предполагать, что при таковом

воздействии организм человека частично адаптируется к вредному шуму) должны быть менее жесткими, чем, например, автотранспортного.

В отечественном ГОСТ 22283-2014 приведены нормативные значения шума на территории жилой застройки вблизи аэропортов более высокие, чем в санитарных нормах (табл. 1.3.) [9].

Для наглядности в таблице 1.3 приведены также допустимые уровни непостоянного шума, принятые в Российской Федерации согласно [4,9].

Таблица 1.3 - Нормы авиационного шума на территории жилой застройки

Документ	Время суток	Допустимый $L_{Aэкв}$, дБА	Допустимый $L_{Aмакс}$, дБА
ГОСТ 22283	День	55	75
	Ночь	45	65
СанПиН 1.2.3685	День	55	70
	Ночь	45	60

Нетрудно заметить, что согласно ГОСТ 22283 допустимыми считаются на 5 дБА более высокие значения $L_{Aмакс}$, чем установлены СанПиН 1.2.3685, что, вероятно, оправдано.

Средневзвешенным показателем допустимых уровней авиационного шума, определяющих зону запрещения жилой застройки в западных странах, являются эквивалентные уровни звука для дневного времени суток 65 дБА и для ночного времени суток - 55 дБА. Значение максимального уровня звука используется как дополнительный показатель при расчете требуемой звукоизоляции ограждающих конструкций зданий [8].

Определенным разумным компромиссом, связанным с трудностью соблюдения жестких отечественных норм, предлагается введение зонирования территорий по уровням шума, представленное в таблице 1.4 [10, 11].

Таблица 1.4. Зонирование территории в районе аэропортов при эксплуатации воздушного транспорта

Время суток	Уровни шума, дБА			
	Территория А	Территория Б	Территория В	Территория Г
Время суток	Пригодность территории для жилой застройки	Разрешается использование территории для жилой застройки с повышенной звукоизоляцией наружных ограждений зданий		Запрещается использование территории для жилой застройки
07.00-23.00	$L_{АЭКВ} \leq 60$ при полетах	$61 \leq L_{АЭКВ} \leq 65$	$L_{АЭКВ} > 65$	$L_{АЭКВ} > 65$
	$L_{АЭКВ} \leq 55$ при опробовании двигателей			
	$L_{Амакс} \leq 80$	$81 \leq L_{Амакс} \leq 85$	$81 \leq L_{Амакс} \leq 85$	$L_{Амакс} > 85$
23.00-07.00	$L_{АЭКВ} \leq 50$ при полетах	$51 \leq L_{АЭКВ} \leq 55$	$56 \leq L_{АЭКВ} \leq 60$	$L_{АЭКВ} > 60$
	$L_{АЭКВ} \leq 45$ при опробовании двигателей			
	$L_{Амакс} \leq 70$	$71 \leq L \leq 75$	$76 \leq L \leq 80$	$L_{Амакс} > 80$

Согласно предложению, представленному в таблице 1.4, в зависимости от УЗ на селитебной территории в районе аэропортов пригодность территорий для размещения жилой застройки делится на:

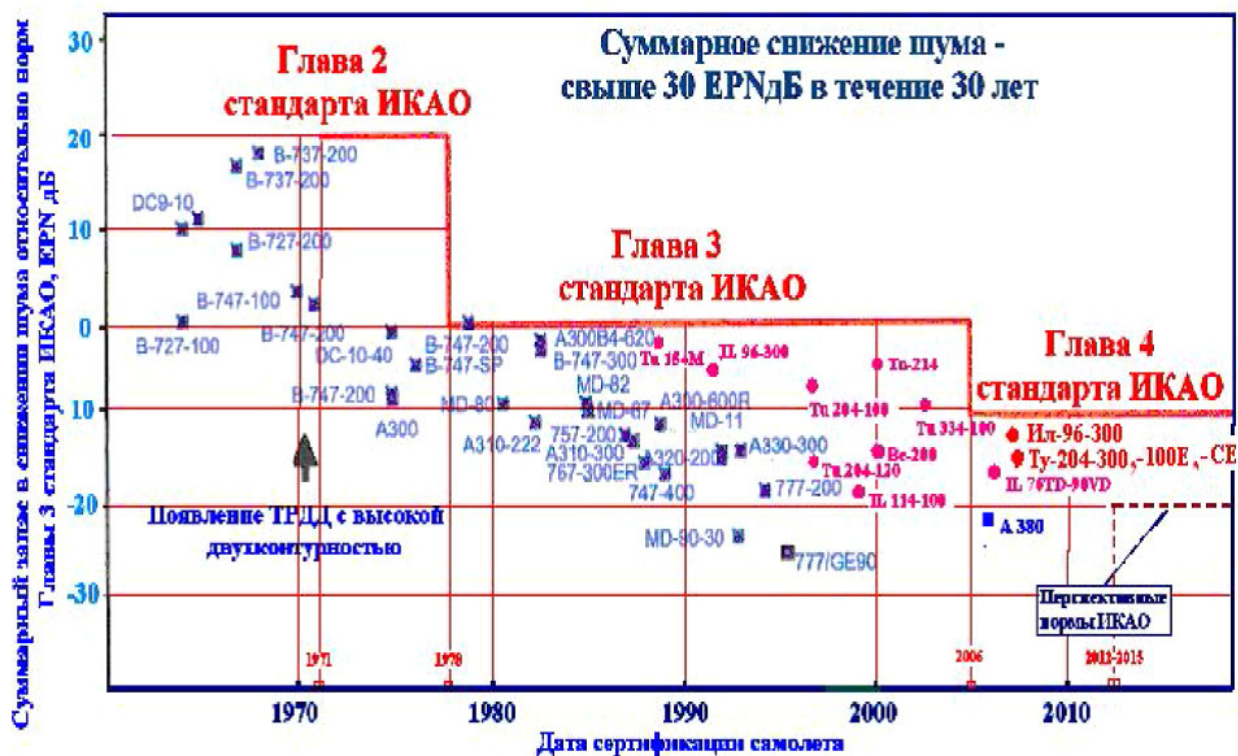
- территория категории А ($L_{АЭКВ} < 50$ дБА ночью) – строительство жилья разрешается без ограничений;
- территория категорий Б и В ($51 \text{ дБА} \leq L_{АЭКВ} \leq 60 \text{ дБА}$) – разрешается строительство зданий с повышенной звукоизоляцией наружных ограждений;
- территория категории Г ($L_{АЭКВ} > 60 \text{ дБА}$) – запрещается размещение жилых зданий.

В нашей стране немало аэропортов («Пулково», «Адлер», «Домодедово», «Шереметьево» и т.д.), где жилая застройка вплотную приближена к аэропорту, при этом зачастую эквивалентные уровни звука, измеренные у фасадов зданий

превышают выбранный критерий. Исходя из этого положения, в диссертации рассматриваются, в основном, условия расположения жилой застройки вблизи аэропортов, а формализация определения «вблизи» определяется указанным критерием ($L_{A_{ЭКВ}} > 60$ дБА).

В заключении этого раздела надо отметить огромную роль ИКАО в создании технических норм шума пассажирских самолетов. Действительно, появление первых пассажирских реактивных самолетов (ТУ-104, Boeing – 707 и др.) вызвало резко негативную реакцию жителей ближайших к аэропорту поселков и городов. Этот шум был невыносим, максимальный УЗ достигал нередко более 110 дБА. Уже в начале 60-х годов прошлого столетия в ИКАО пришли к необходимости регламентировать шум самолетов на местности. В ИКАО был создан комитет по авиационному шуму самолетов и в 1971 году были приняты первые нормы по шуму самолетов (приложение 16 Чикагской конвенции).

С тех пор регулярно нормы шума ужесточаются (рисунок 1.2).



В 70-е годы, в связи с внедрением в гражданскую авиацию турбореактивных двигателей с высокой степенью двухконтурности, произошло снижение шумности самолетов. Это позволило ужесточить нормы и в 1978 году появились новые, более жесткие требования к уровням шума, сформулированные в Главе 3 тома 1 Приложения 16. В настоящее время приняты ИКАО в 2001 году новые нормы, известные как нормы Главы 4 стандарта ИКАО [12]. Эти нормы жестче норм “Главы 3” на 10 EPN дБ в сумме по трем контрольным точкам на местности. Динамика ужесточения норм ИКАО рассмотрена на рисунке 1.1. За 34 года, прошедшие после появления в 1971 г первых норм, ужесточение нормативных требований ИКАО к уровням шума на местности самолетов транспортной категории составляет 30 EPNдБ в сумме по трем контрольным точкам на местности. Это можно характеризовать, как ужесточение на 30 дБА. Указанная мера привела к тому, что современные самолеты не менее чем на 40-50 дБА менее шумные, чем первые образцы (табл.1.5) [12].

Таблица 1.5. Изменение шума самолётов фирмы «Боинг».

Тип самолёта	Год выпуска	Эффективный уровень воспринимаемого шума, дБ FPNL
B707-300	1960	123
B747-210	1970	105
B767-210R	1985	91
B777	1999	85

Рост числа взлетов и посадок ведет к увеличению пропускной способности, постройке дополнительных взлетно-посадочных полос (или реконструкции старых) с каждым годом приводит к тому, что сфера влияния аэропортов на прилегающую территорию увеличивается. Эту проблему усугубляет еще и тот

фактор, что города ведут строительство жилых домов все ближе и ближе к территории аэропортов.

Затраты на борьбу с авиационным шумом составляют значительные суммы. Например, программы звукоизоляции зданий в районе аэропортов в Сиднее и Аделаиде составляют \$ 470 000 000, в Бостонском аэропорту \$ 140 000 000, в Сан-Франциско \$ 153 000 000 и в Детройте \$ 118 000 000 [13].

Решена ли проблема воздействия авиационного шума на население? Этому вопросу посвящен следующий раздел настоящей работы.

1.3 Влияние авиационного шума на жилую застройку

В освещении вопросов влияния авиационного шума на жилую застройку, выбора мест мониторинга авиационного шума, оценку ущерба здоровью человека от воздействия авиационного шума и др. в нашей стране особая роль принадлежит О.А. Картышеву, которым (чаще всего в соавторстве) опубликовано большое число работ, посвященных проблеме авиационного шума на местности [14-28].

Автор указывает, что на приаэродромных территориях 30 аэропортов Российской Федерации с наибольшей интенсивностью движения воздушных судов до 6,5 млн человек проживают в условиях сверхнормативного воздействия авиационного шума ($L_{A_{экв}} > 45$ дБА). [7]. Жители этих населенных пунктов жалуются на повышенный шум, требуют запретить полеты в ночное время, компенсировать ущерб здоровью, а также требуют переселения в более благоприятное жилье. К сожалению, последняя (кардинальная) мера зачастую невыполнима, так как в отечественном законодательстве отсутствует правовой механизм решения этого вопроса. Для примера, численность населения, подвергающегося в дневное время сверхнормативному воздействию (больше 55 дБА) на территориях 90 европейских аэропортов составило около 5 млн человек [10].

Такой контраст с ситуаций в отечественных аэропортах объясняется тем, что во многих европейских аэропортах запрещены полеты в ночное время.

Упомянутый автор приводит очень яркие значения превышений норм шума. Приведенными им измерениями авиационного шума на преддомовой территории

и в жилых помещениях зафиксированы превышения предельно допустимых эквивалентных УЗ на 25-35 дБА и максимальных УЗ на 25-40 дБА [14].

Некоторое представление об абсолютных значениях УЗ можно получить из работ [15,16]. Так жители поселка «Красный путь» вблизи аэропорта «Домодедово» подверглись воздействию шума, уровни которого составили 86-92 дБА, что значительно превысило нормы [16]. При измерениях шума вокруг аэропорта «Саратов-Центральный» было выявлено, что в зоне повышенного воздействия шума оказались сотни жилых домов и многие десятки школ, лечебных и др. заведений [16].

При этом автор отмечает, что современный аэропорт характеризуется множеством источников шума, но основным и преобладающим фактором является авиационный шум, возникающий при полетах ВС [17].

В работе [18] указывается, что эквивалентные УЗ в районе аэропорта «Пулково» в отдельных точках превышают допустимые нормы на 5-7 дБА в дневное время и на 9-13 дБА в ночное.

Перечисленные факторы подтверждают, что, несмотря на успехи авиационной акустики, проблема снижения авиационного шума остается актуальной.

Как воздействует авиационный шум на человека? Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) предложила 3 основных критерия оценки воздействия шума на человека:

- воздействие на сердечно - сосудистую систему;
- влияния шума на сон;
- вызываемое шумом раздражение.

Известный немецкий ученый Т. Шульц представил интегральные кривые воздействия шума от различных источников (Рисунок 1.3) [29].

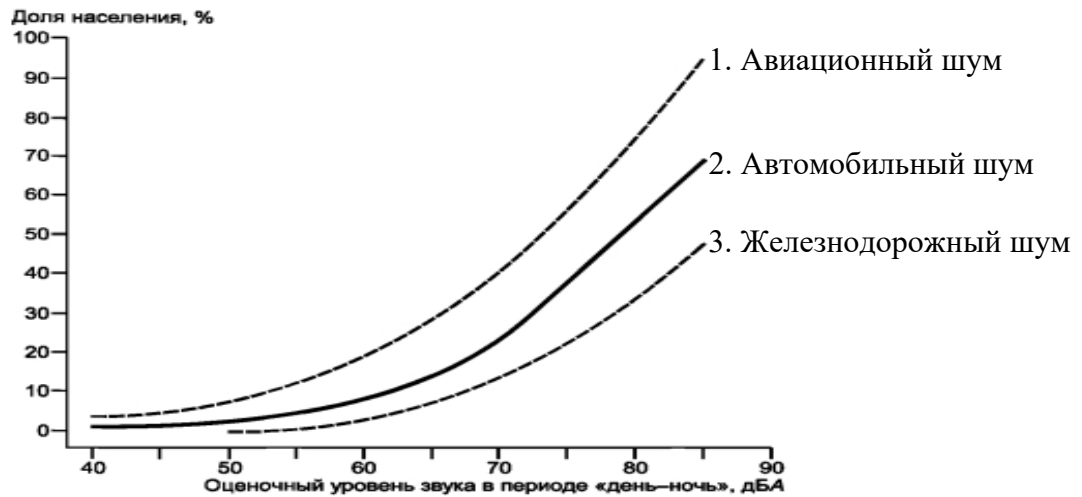


Рисунок 1.3 – Интегральные кривые воздействия шума из различных источников Т. Шульца.

По представленным им данным авиационный шум оказывает наиболее вредное действие на организм человека [29].

Таким образом, для исследуемого аэропорта «Пулково» следует провести измерения УЗ и, сравнив с СН, определить величины его требуемого снижения.

1.4 Акустические характеристики самолетов и аэропортов

Вопросами образования шума самолётов, а также вопросам шумообразования на местности посвящена обширная литература [10-110].

Процессы шумообразования. Основным источником шума самолётов является двигательная установка [30, 31]. Источники шума реактивного двигателя самолёта: вентиляторы, компрессор, камера сгорания, турбина. Эти источники характеризуются шумом аэродинамического происхождения: шум, возникающий из-за образования вихрей у твердых границ потока; шум, возникающий из-за периодических изменений потока на лопатках и лопастях. Влияние этих источников на шумообразование самолёта может фиксироваться на отдельных режимах полёта самолёта. Основным источником шума двигателя является струя выхлопных газов, генерирующая турбулентный шум вдали от твердых границ при перемешивании потоков (шум свободной струи).

В настоящее время применяются только двухконтурные двигатели с высокой степенью двухконтурности. При повышении степени двухконтурности двигателя уровни шума могут быть снижены до 15 дБА [32]. При посадке, когда мощность двигателя снижается, на фоне шума реактивной струи прослеживается шум вентилятора. Определенную роль в снижении шума реактивного двигателя играет звукопоглощение [30]. На Рисунке 1.4 показан вклад основных источников шума с звукопоглощающими конструкциями с разной степенью двухконтурности.

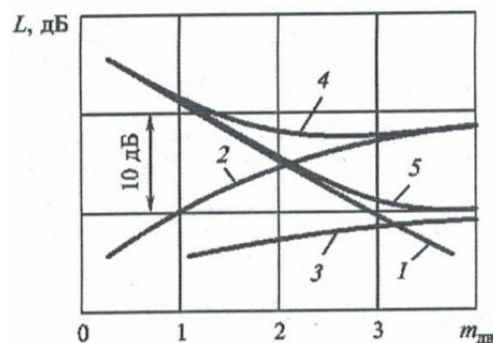


Рисунок 1.4 – Относительный вклад источников шума реактивных двигателей: 1-струя; 2- вентилятор, турбина; 3-вентилятор, турбина со звукопоглощением (ЗПК); 4-суммарный шум двигателя без ЗПК; 5-то же с ЗПК ($m_{дв}$ -степень двухконтурности)

Из рисунка 1.4 виден эффект ЗПК (более 10 дБА), а также превалирование шума вентилятора при высокой степени двухконтурности. Здесь: $m_{дв} = G_1/G_2$, где G_1 , G_2 – расход воздуха через внешний и внутренний контуры двигателя соответственно. Основное влияние на шум струи оказывает её скорость. По теории Д. Лайтхилла, акустическая мощность струи зависит от её скорости в 6й (для скорости ниже 150 м/с) или в 8й (для скорости выше 150 м/с) степени [33-34]. Чем выше степень двухконтурности, тем меньше скорость струи и ниже уровни, излучаемого её, шума.

Шум реактивного двигателя зависит от его мощности, увеличиваясь почти на 10 дБА при увеличении мощности в 4 раза (Рисунок 1.5).

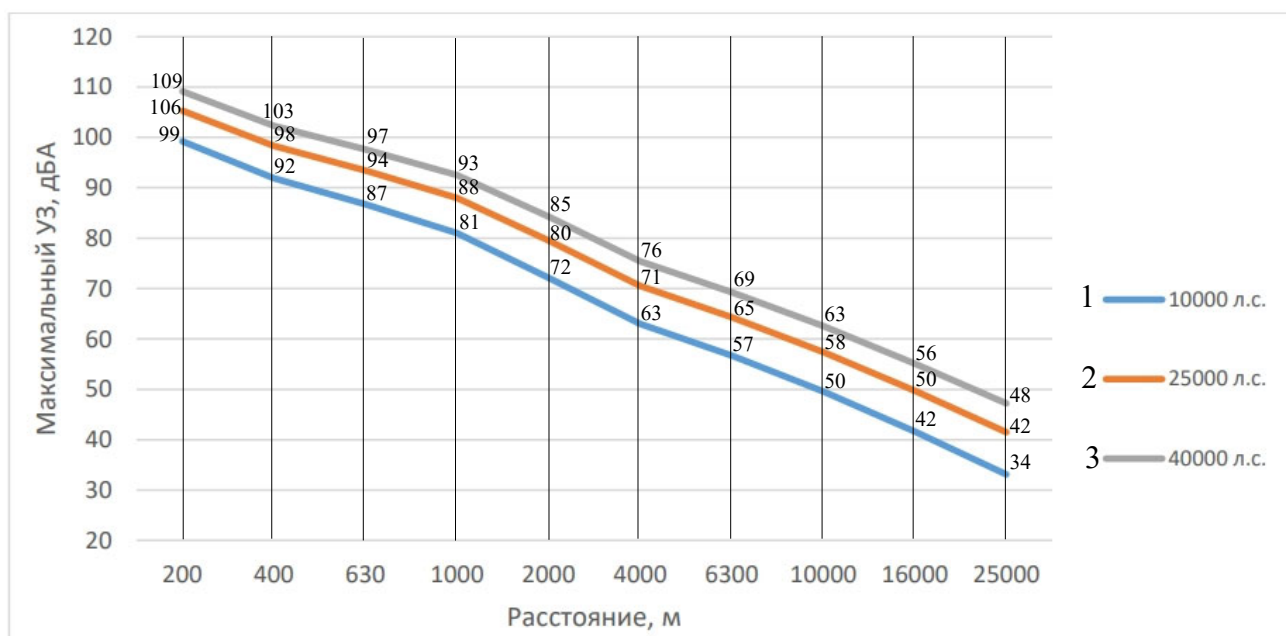


Рисунок 1.5 – Зависимость максимального уровня звука от мощности [29].

Шум винтовых и турбореактивных самолётов (за исключением легкомоторных) на 5-10 дБА выше, чем реактивных. [31]. Шум винта определяется образованием вихрей, а также периодическим изменением потока. Если для шума свободной струи характерен высокочастотный шум, то для вращающихся пропеллеров характерны основные составляющие в низкочастотной области спектра. Обобщая все сказанное об основных источниках шума самолётов и зависимости его от типа самолётов (винтовой, реактивный и др.), мощности двигателя, числа двигателей, режима их работы, конструкции (степени

двухконтурности), можно утверждать, что необходимо выполнить работу по установлению сравнительных акустических характеристик самолётов, обслуживающих исследуемый аэропорт.

Помимо перечисленных основных источников шума, при определённых режимах полёта может возникать и другой характер шумообразования. Так при разбеге, сопровождаемым отражением звука о поверхность ВПП, излучаемый в полупространство шум на 3-4 дБА выше, чем при режиме, когда самолёт отрывается от ВПП. Определенную роль при посадке самолёта играет шум обтекания элементов планера [31]. На рисунке 1.6 показаны участки, где возникает шум обтекания планера.

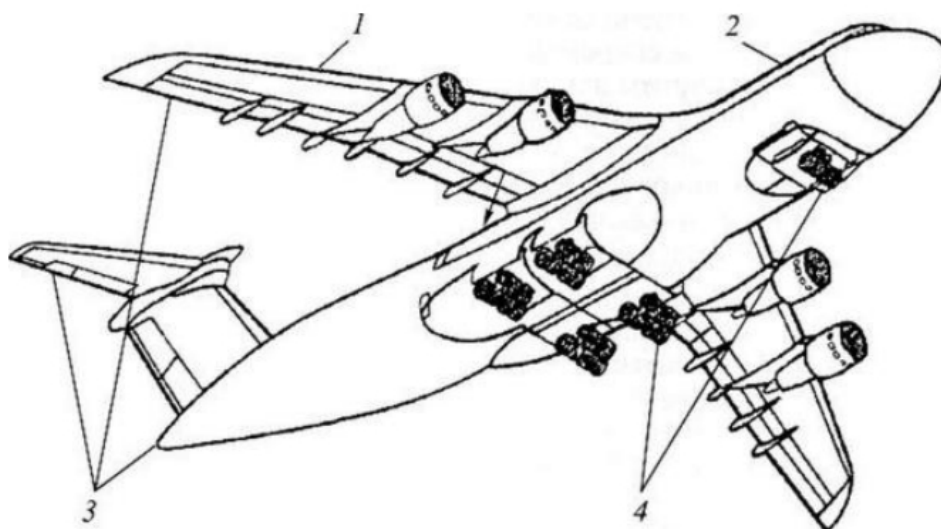


Рисунок 1.6 – Шумы обтекания самолёта [29], [33]:
1-предкрылки; 2-фюзеляж; 3-задняя кромка крыла, закрылков, фюзеляжа и хвоста; 4-шасси

К ним относятся: пограничный слой на поверхности фюзеляжа, турбулентные образования за задней кромкой крыла, закрылками, хвостовым оперением и т.д. В проанализированной нами литературе нет данных о величине шума обтекания, но, учитывая разницу в шуме при режимах посадки и взлёта, этот фактор, можно не принимать во внимание.

В литературе достаточно подробно уделяется внимание процессам шумообразования при различных режимах [6,8,27,35,36,37-39]. Везде отмечается, что шум при взлёте самолёта значительно выше, чем при посадке, т.к. реализуется различная мощность двигателей. При этом данные о разнице противоречивы: так в

работе [31] показана разница 3-4 дБА, в [4] показано, что разница может достигать 10 дБА. Этот вопрос требует специального изучения.

Большой интерес представляет информация об изменениях акустических характеристик самолётов при отклонении их от стандартных режимов при взлёте [3, 40, 41]. Совершенно понятно, что изменение акустических характеристик отдельных воздушных судов связано с рядом факторов, из которых выделим главный – расположение аэропорта и трасс полёта по отношению к близрасположенным жилым застройкам, т.е. для каждого аэропорта изменения (т.е. отклонения от стандартных маршрутов маршрутов) будут различные (в районе от 2-3 до более 10 дБА). Таким образом этот вопрос также требует специального изучения для исследуемого аэропорта.

Для реактивных самолётов при измерениях или расчетах шума в выбранных контрольных (расчётных) точках необходимо учитывать фактор направленности ИШ. В литературе [8, 31] показано, что в зависимости от направления выхлопной струи УЗ в расчётной точке может изменяться до 6 дБА.

Влияние расстояния. Важнейшим фактором, влияющим на шум в контрольной (расчётной) точке, является расстояние от ВПП или до летательного аппарата. Эти процессы определяются дивергенцией, молекулярным затуханием звука в воздухе при расстояниях приблизительно свыше 200-300 м, пространственным углом излучения звука, поглощением звука подстилающей поверхностью (при излучении в полупространство), а также метеорологическими условиями (последний фактор в работе не рассматривается, т.к. методика измерений предусматривает ограничение на скорость ветра, осадки и пр.). Данные, приводимые в литературе по данному вопросу, чрезвычайно противоречивы. Достаточно для примера сравнить данные снижения шума с расстоянием из работы [33] и данные снижения шума, приведенные на рисунке 1.7, изложенные в [42].

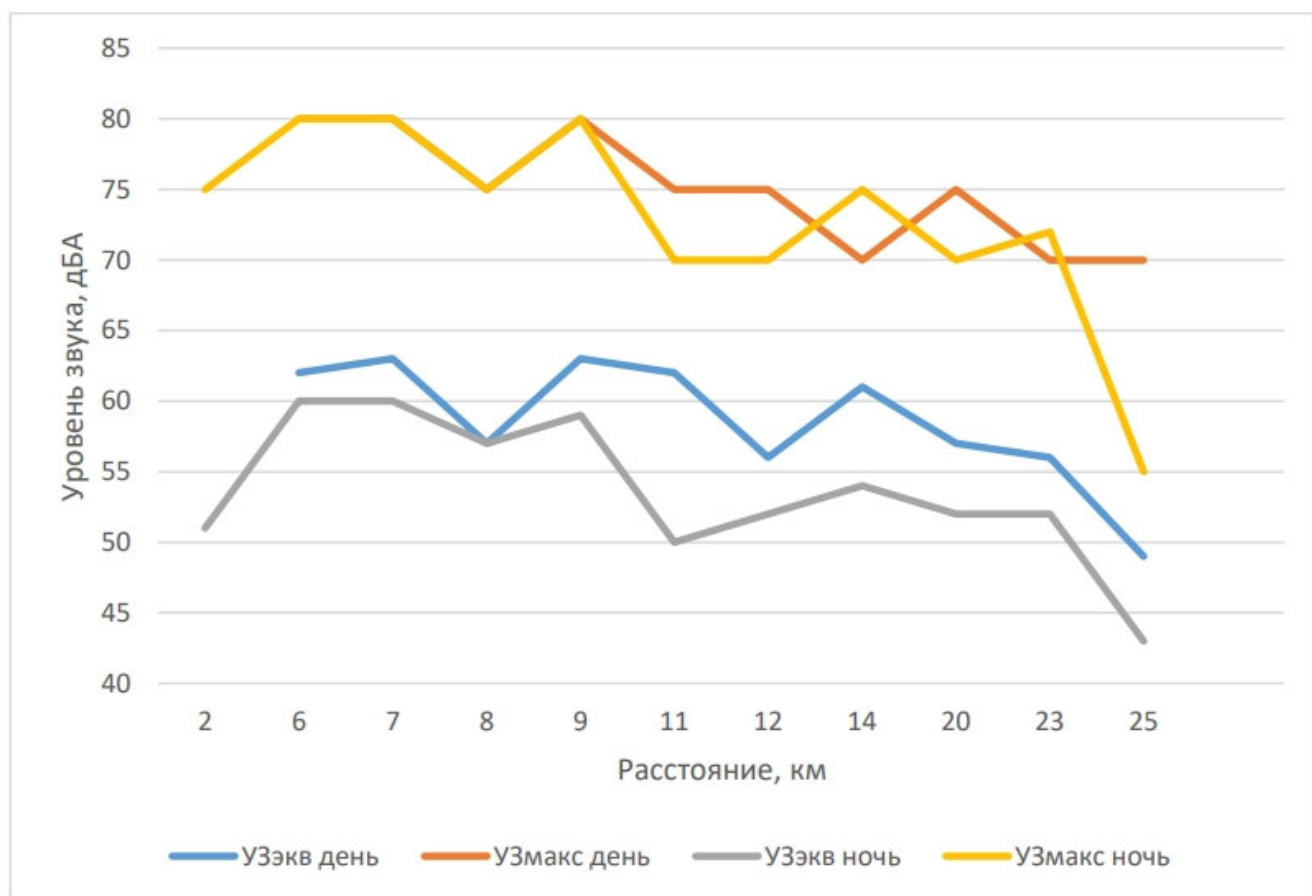


Рисунок 1.7 – Результаты измерений уровней звука авиационного транспорта на различном расстоянии от аэропорта Пулково.

Если в первом случае прослеживается ярко выраженная закономерность снижения УЗ приблизительно на 7 дБА с удвоением расстояния, то во втором случае это снижение едва достает 2-3 дБА. Этот вопрос также требует дополнительного изучения, особенно на расстояниях вблизи исследуемого аэропорта.

Акустические характеристик аэропортов. В литературе, описывающей авиационный шум применительно к аэропортам, рассматривается шум самолётов в зависимости от типа самолёта, местонахождения в пространстве, режима полёта и др. Определяются эквивалентные и максимальные УЗ в жилой застройке, но эти данные не связаны с акустическими характеристиками аэропортов. Ближе всех в своих исследованиях подошла к решению М.В. Буторина. В своих работах [42], [43], [44] она предложила классифицировать аэропорты в зависимости от их шумности. Так внеклассные аэропорты характеризуются эквивалентными УЗ при

посадке 70,6 дБА, при взлёте 74,8 дБА., I класса 65,9 и 70,7 дБА соответственно и т.д. (Таблица 1.6).

Таблица 1.6 Классификация аэропортов по эквивалентным уровням звука.

Класс	Тип	Средняя расчетная интенсивность, взл-пос/ч	Эквивалентный УЗ, дБА		Параметры ВПП (длина х ширина), м	Поправка на длину полосы, дБА	С учетом поправки, дБА		Расстояние обеспечения ПДУ, км	
			по-садка	взлет			по-садка	взлет	по-садка	взлет
внеклассные	-	22	70,6	74,8	3500-4000	0,0	70,6	74,8	19	30
I	A	19	66,5	70,7	3200 х 60	-0,6	65,9	70,1	11	18
II	B	17	62,5	66,7	2600 х 45	-0,7	61,8	66,0	7	11
III	B	16	58,7	62,9	1800 х 42	-1,0	57,7	61,9	4,2	7
	Г	14	58,2	62,4	1300 х 35	-1,4	56,8	61,0	3,8	6
IV	Д	10	53,2	57,4	1000 х 28	-1,9	51,3	55,5	2	3,3
V	-	5	46,7	50,9	-	-2,5	44,2	48,4	0,9	1,4
неклассифицированные	Е	4	42,2	46,4	500 х 21	-3,5	38,7	42,9	0,5	0,75

Эта интересная идея, в тоже время, не связана с расположением жилой застройки вблизи аэропорта. Это может привести к тому, что при дальнем расположении жилой застройки аэропорта I класса оказывает меньшее негативное влияние на население, чем, например, аэропорт IV класса (при формальной разнице

их характеристик (при взлете) около 15 дБА). Таким образом шумность аэропорта должна быть каким-то образом связана с расположением жилой застройки. Мы предлагаем считать акустической характеристикой аэропорта эквивалентные УЗ в близрасположенном жилье. И тогда, согласно таблице 1.7, если жилье оказывается в зоне Г-аэропорт имеет характеристику «недопустимо, высокий шум», Б и В – «высокий» и «очень высокий» соответственно. Наше исследование в основном посвящено решению оценки и снижения шума для аэропортов первого наименования.

Таблица 1.7 Допустимые значения максимальных и эквивалентных уровней звука, создаваемых на селитебных территориях в районе аэропортов при эксплуатации воздушного транспорта.

Время суток	Допустимые уровни шума в зонах, дБА			
	А	Б	В	Г
Пригодность территории для жилой застройки	Разрешается	Разрешается с повышенной звуко-изоляцией наружных ограждений		Запрещается
День	$L_{\text{ЭКВ}} \leq 60$ при пролетах	$61 \leq L_{\text{ЭКВ}} \leq 65$	$61 \leq L_{\text{ЭКВ}} \leq 65$	$L_{\text{ЭКВ}} > 65$
	$L_{\text{ЭКВ}} \leq 55$ при опробовании двигателей			
	$L_{\text{МАКС}} \leq 80$	$81 \leq L_{\text{МАКС}} \leq 85$	$81 \leq L_{\text{МАКС}} \leq 85$	$L_{\text{МАКС}} > 85$
Ночь	$L_{\text{ЭКВ}} \leq 50$ при пролетах	$51 \leq L_{\text{ЭКВ}} \leq 55$	$56 \leq L_{\text{ЭКВ}} \leq 60$	$L_{\text{ЭКВ}} > 60$
	$L_{\text{ЭКВ}} \leq 45$ при опробовании двигателей			
	$L_{\text{МАКС}} \leq 70$	$71 \leq L_{\text{МАКС}} \leq 75$	$76 \leq L_{\text{МАКС}} \leq 80$	$L_{\text{МАКС}} > 80$

1.5. Расчеты влияния авиационного шума на жилую застройку

Действующие документы по расчету авиационного шума, в частности, основополагающие «Руководство по рекомендуемому методу расчета контуров шума вокруг аэропортов» [45] содержат подробную информацию о расчетах УЗ при единичном воздействии и суммарных УЗ, расчетах контура шума и др. Эти расчеты позволяют смоделировать величину и характер акустического загрязнения в районе жилой застройки. В отечественном нормативном документе ГОСТ 22283-2014 [9] изложены приближенные методы вычисления эквивалентного УЗ при известных максимальных уровнях для реактивных и винтовых самолетов. В нормативных документах не уделяется внимание оценке авиационного шума в жилой застройке, например, экранирующего эффекта зданий.

Влияние шума на жилую застройку и распространение звука в жилой застройке рассмотрено в ряде трудов [3, 7, 10, 21-27, 31, 36-44]. Авторами достаточно подробно описан экранирующий эффект зданий на основании оптико-дифракционной теории [8, 46-50]. Применение этих методов, как показывают результаты натурных измерений, приводит нередко к расхождению между расчетными и экспериментальными данными от 5 до 15 дБ в широком диапазоне частот [497]. Подход, основанный на оптико-дифракционной теории, не позволяет учитывать поглощающие и отражающие свойства различных поверхностей, характер плоской, цилиндрической или квазицилиндрической волны ИШ (звуковая волна принимается сферической, а ИШ – точечным). Этих недостатков лишена теория, в основу которой положен метод последовательного преобразования звуковых полей. Основы этой теории разработаны и применены для решения различных задач в БГТУ «ВОЕНМЕХ» докторами технических наук М.В. Буториной, Н.И. Ивановым [44], Н.В. Тюриной [51-53] и А.Е. Шашуриным [54-57].

Описаны особенности распространения звука (дивергенция, дифракция, поглощение и отражение звука)

В аэропорту наибольший шум фиксируется при разбеге и взлёте в близрасположенной жилой застройке. При разбеге в процессе шумообразования, кроме самого летательного аппарата, участвует и сама ВПП, являясь вторичным источником звука. При этом звук отражается от заметной части длины ВПП. Учитывая также значительную скорость разбега ЛА, за время фиксации происходящего процесса фиксируется источник звука, который обладает определённой длиной. Можно предполагать, что фронт звуковой волны этого сложного излучателя близок к цилиндрическому, а тогда интенсивность звука в РТ может быть определена по формуле [48].

$$I_{\text{РТ}} = \frac{W_{\text{ист}}(2-\alpha)}{2\pi l_{\text{ист}} * R_{\text{РТ}}} \arctg \frac{l_{\text{ист}}}{2R_{\text{РТ}}} \quad (1.1)$$

где $W_{\text{ист}}$ – акустическая мощность ИШ, Вт;

α – коэффициент звукопоглощения ВПП ($\alpha \leq 0,1$);

$l_{\text{ист}}$ – длина условного ИШ, м;

$R_{\text{РТ}}$ – расстояние от ИШ до РТ, м.

Необходимо проверить гипотезу о представлении ИШ при разбеге по ВПП линейным источником, а также установить какой характер имеет фронт звуковой волны этого условного излучателя звука. На наш взгляд, для использования для расчетов (разбег по ВПП) необходимо учитывать также фактор направленности ИШ (важный для реактивных самолетов). Формула приведена к виду-расчет УЗ, дБА. Для расчетов авиационного шума в большей степени подходит УЗД в нормируемых октавных полосах частот. С учетом этих и некоторых других факторов рассмотренную формулу необходимо преобразовать, а также использовать понятие длины звуковой тени за экранирующим сооружением.

При наборе высоты изменяется расположение ИШ в пространстве, а характер звуковой тени за экранирующим сооружением меняется, эта задача требует отдельного рассмотрения.

1.6. Снижение авиационного шума на местности

Литература, посвященная снижению авиационного шума на местности и снижению его воздействия на население, обширна [58-112]. Обратим внимание, что эти меры могут быть самые различные, но всех их можно разбить на несколько групп:

- конструктивные (в основном замена шумных самолетов менее шумными. Главное – эти меры относятся к ИШ);

- административные и организационные меры (введение платы за превышение допустимых УЗ, создание инструкции по пилотированию вблизи аэропорта и др.);

- эксплуатационные методы (оптимизация режима взлета самолета по критерию максимального шума на местности, соблюдение требований не отклонения воздушных судов от стандартных маршрутов взлета, приемы пилотирования, уменьшающие шум при заходе на посадку и т.д.);

- архитектурно-планировочные (размещение жилой застройки вдали от аэропортов, применение экранирующего эффекта для снижения шума в жилой застройке специальным расположением шумозащитных зданий или возведением акустических экранов и т.д.);

- законодательные (запрет строительства жилья вблизи аэропортов, строительство жилья с повышенными требованиями к звукоизоляции оконных проемов в районах действия повышенного шума, переселение жителей из жилых домов, расположенных вблизи аэропортов).

Остановимся на эффективности отдельных мер. В работе [31] приведены интересные данные об эффективности некоторых мероприятий (таблица 1.8).

Таблица 1.8 Эффективность мероприятий по снижению шума авиатранспорта.

Меры и конструкции шумозащиты	Эффективность, дБА
Замена устаревших самолетов новыми с большей степенью двухконтурности	8-14
Применение шумозащитных мероприятий в источнике	3-5
Смещение кромки ВПП	1-3
Уменьшение тяги (применение режима пилотирования на малой скорости и дросселирование тяги)	2-6
Запрет использования реверса тяги	5
Использование малой мощности	5 дБА на каждое снижение в 2 раза
Удаление траекторий пролета от нормируемых объектов	7 дБА на удвоение расстояния
Снижение шума в домах (шумозащитное остекление)	до 37

Исчерпывающий перечень мер снижения шума приведен в [8] на рисунке 1.8 приведен перечень эксплуатационных процедур снижения шума на местности [8].



Рисунок 1.8 – Основные пути совершенствования эксплуатационных процедур снижения шума

Для некоторых из этих процедур указаны значения их эффективности. Так шум, создаваемый при посадке при использовании торможения на стандартной глиссаде, может быть снижен на величину от 5 до 15 дБА. Снижение шума за счет дросселирования тяги двигателей на величину от 2-3 до 10-12 дБА. Замена прямолинейных трасс при снижении самолета криволинейными посадочными трассами поможет избежать повышенного воздействия шума на отдельные жилые поселки или районы. Здесь же показаны основные виды сборов в аэропортах, связанные с повышенным шумом (Рисунок 1.9).

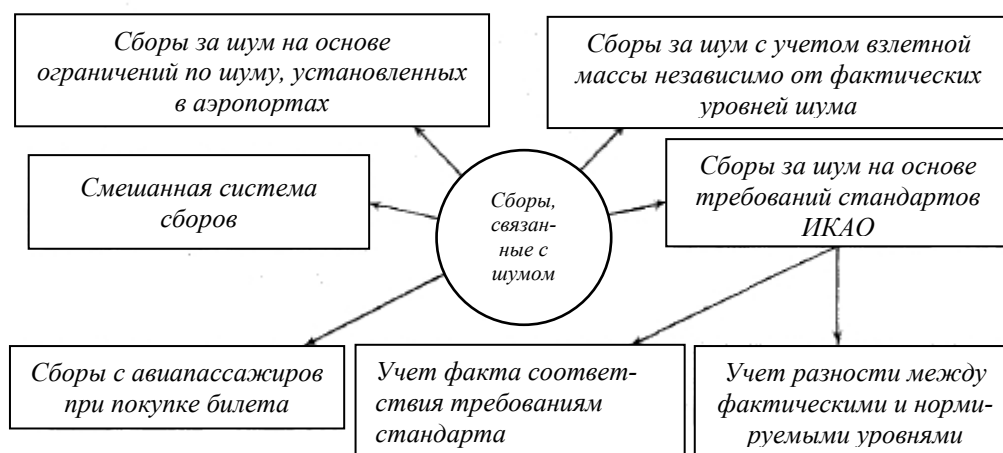


Рисунок 1.9 – Основные виды сборов в аэропортах, связанные с шумом эксплуатируемых самолётов

Большое внимание снижению шума в аэропортах уделено в работах О.А. Картышева [7, 10, 14-28, 72]. Ниже приводится перечень предлагаемых им мер.

Анализируя приведенную литературу, отметим, что некоторые приводимые числовые данные противоречивы. Нами выбраны для изучения такие меры, как эффект шумоглушения при создании звуковой тени экранирующими сооружениями, учет и ликвидация отклонений воздушных судов от стандартных маршрутов взлета и некоторые другие меры, которые относятся к аэропорту «Пулково». Эти меры будут в основном направлены на снижение авиационного шума на население, проживающее вблизи аэропортов.

Дополнительной сложностью при оценке уровней авиационного шума на селитебной территории является отсутствие требований к застройке приаэродромных территорий по фактору шумового воздействия, поэтому в

прошлом застраивались территории, заведомо расположенные в зонах сверхнормативного шумового воздействия.

В России установка шумозащитных экранов вдоль границ аэропортов не практикуется, однако в зарубежных странах это является стандартным мероприятием. Иллюстрации установленных ШЭ представлены на Рисунках 1.10-1.11.



Рисунок 1.10 – 11-метровый железобетонный шумозащитный экран в форме волны, установленный в аэропорту



Рисунок 1.11 – 11-метровый железобетонный шумозащитный экран в форме волны, установленный в аэропорту

Таким образом, экранирование следует признать перспективной мерой для снижения шума вблизи аэропорта. Этот вопрос должен быть исследован для аэропорта «Пулково».

1.7 Основные задачи исследования

Основываясь на результатах аналитического обзора проблемы, были сформированы следующие задачи исследования:

1. Определить параметры шумового загрязнения в районах Санкт-Петербурга, городах и поселках Ленинградской области, подвергающихся действию шума, в особенности, вблизи аэропорта, разработать требование к шумозащите;
2. Определить акустическое воздействие, создаваемое различными типами воздушных судов, выделить наиболее шумные ;
3. Разработать методику мониторинга авиационного шума, учитывающую отклонение воздушных судов от стандартных маршрутов взлета, проанализировать результаты мониторинга с целью определения шумовой нагрузки в точках измерений при изменении трасс полетов воздушных судов на примере аэропорта «Пулково»;
4. Экспериментально уточнить закономерности снижения шума от воздушных судов с изменением расстояния, а также при различных режимах полетов;
5. Используя теорию, основанную на методе последовательного преобразования звуковых полей и получить формулы расчетов экранирующего эффекта в жилой застройке и на территории аэропорта в течении разбега по ВПП;
6. Выполнить теоретические исследования экранирующего эффекта сооружений и экспериментальную проверку полученных теоретических данных ;
7. Разработать общие рекомендации по снижению шума вблизи аэропортов.

ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ЖИЛУЮ ЗАСТРОЙКУ ОТ ИССЛЕДУЕМОГО АЭРОПОРТА «ПУЛКОВО»

2.1. Описание трасс полетов.

Район аэродрома – часть воздушного пространства установленных размеров, предназначенная для организации и выполнения аэродромных полетов.

В районах аэродромов (аэропортов) устанавливаются воздушные коридоры входа и выхода, зоны взлета и посадки, ожидания и другие зоны.

Стандартные маршруты вылета по приборам должны связывать аэропорт или конкретную ВПП аэропорта с установленной основной точкой, в которой можно начинать этап маршрутного полета по установленному маршруту.

Стандартные маршруты прибытия по приборам должны позволять осуществлять переход от этапа полета по маршруту к этапу захода на посадку путем соединения основной точки на маршруте ОВД с точкой вблизи аэродрома, из которой:

можно начать выполнение полета по опубликованной стандартной схеме захода на посадку по приборам, или

можно выполнять заключительную часть полета по опубликованной схеме захода на посадку по приборам, или

можно начинать выполнение визуального захода на посадку на необорудованную ВПП, или

можно входить в аэродромный круг движения.

Каждый стандартный маршрут вылета и прибытия по приборам должен устанавливаться и опубликовываться как единое целое. Любое изменение постоянного характера должно опубликовываться в качестве отдельного маршрута.

Стандартные маршруты вылета и прибытия по приборам должны устанавливаться таким образом, чтобы позволять воздушным судам осуществлять

навигацию по этим маршрутам без радиолокационного наведения. В узловых районах с высокой интенсивностью движения, где преобладают сложные потоки движения с использованием нескольких аэродромов и ВПП, можно применять радиолокационные методы наведения воздушных судов на основную точку на опубликованном стандартном маршруте вылета или прибытия или от нее.

Согласно PANS-OPS (правила для разработки процедур захода на посадку и вылета по приборам) стандартный маршрут вылета по приборам (SID - Standard Instrument Departure) представляет собой схему вылета по приборам, которая, как правило, рассчитывается на максимально возможное число категорий воздушных судов. Схема вылета устанавливается для каждой ВПП, на которой предполагаются вылеты по приборам.

SID заканчивается в первой контрольной точке/местоположении первого средства/в первой точке пути этапа полета по маршруту, который следует за окончанием схемы вылета.

Существуют два основных типа SID: вылеты **по прямой** и вылеты **с разворотом**. Так же существует еще один тип SID - вылеты **в любом направлении**. SID основываются на наведении по линии пути, получаемом:

a) в пределах **10,8 мили (20 км)** от взлетного конца ВПП (**DER**) при вылетах **по прямой**;

b) в пределах **5,4 мили (10 км)** после выполнения разворотов при вылетах **с разворотом**.

Вылет по прямой.

Вылет по прямой — это вылет, при котором направление начальной линии пути вылета находится в **пределах 15°** относительно направления осевой линии ВПП.

Вылет с разворотом.

В тех случаях, когда на маршруте вылета необходимо выполнить разворот на угол **более 15°**, он называется вылетом с разворотом.

Полет по прямой выполняется до достижения абсолютной/относительной высоты по меньшей мере **394 фут** (120 м). Обычно схемы рассчитываются на развороты в точке, расположенной на расстоянии **600 м** от начала ВПП.

Развороты могут быть определены на абсолютной/относительной высоте, в контрольной точке или в месте расположения средства.

STAR - Standard Terminal Arrival Route - Схема стандартного маршрут прибытия.

Карта STAR содержит данные, которые необходимы для входа в зону ожидания, и данные для подхода ВС к точке начала инструментального захода на посадку.

В общем случае с точки зрения воздушной навигации, полоса, с которой осуществляется взлёт, имеет двухзначный номер (округлённый до десятков магнитный курс полосы). При наличии параллельных полос добавляется постфикс L/C/R (Left/Center/Right). Например, в Шереметьево сейчас всего 6 полос — 06/L/R/C и соответствующие им с обратным курсом 24L/C/R.

В период проведения мониторинга аэропорта Пулково были зафиксированы следующие направления взлета воздушных судов: 28L; 28R; 10L; 10 R (Рисунок 2.1 - 2.4).

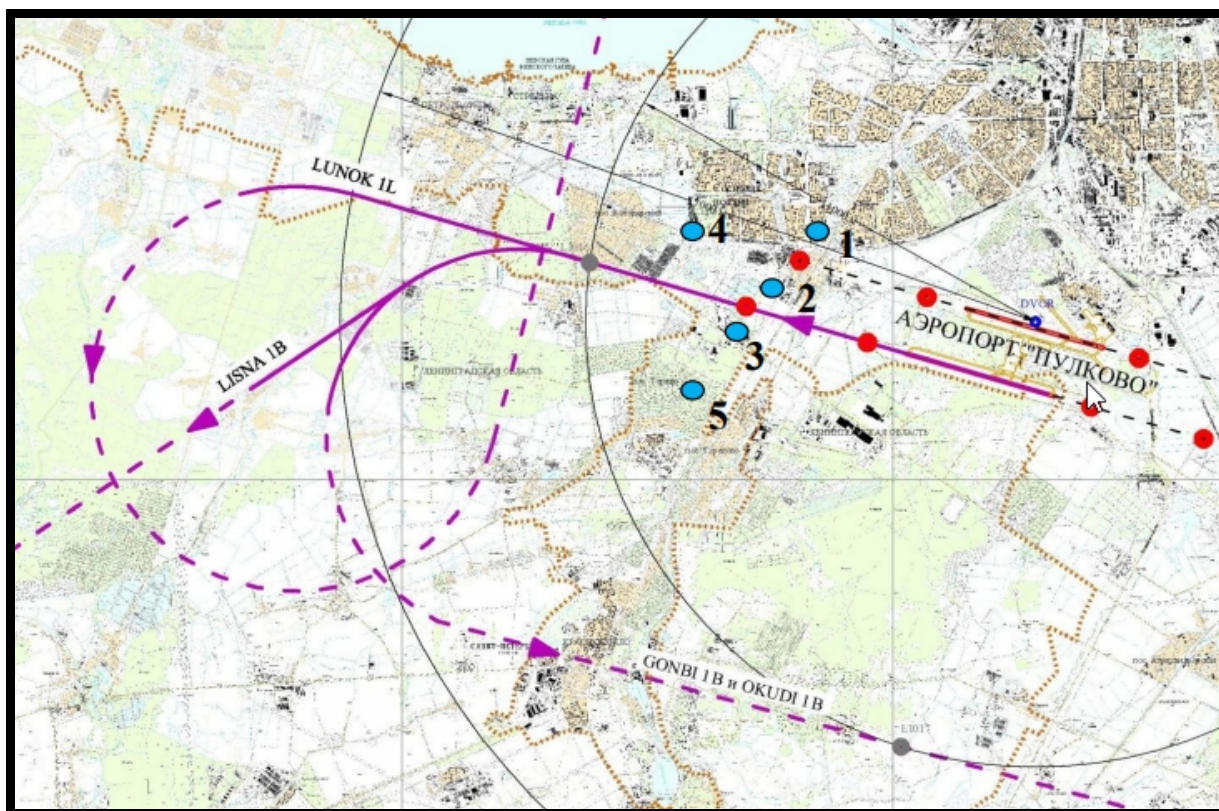


Рисунок 2.1 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 28L

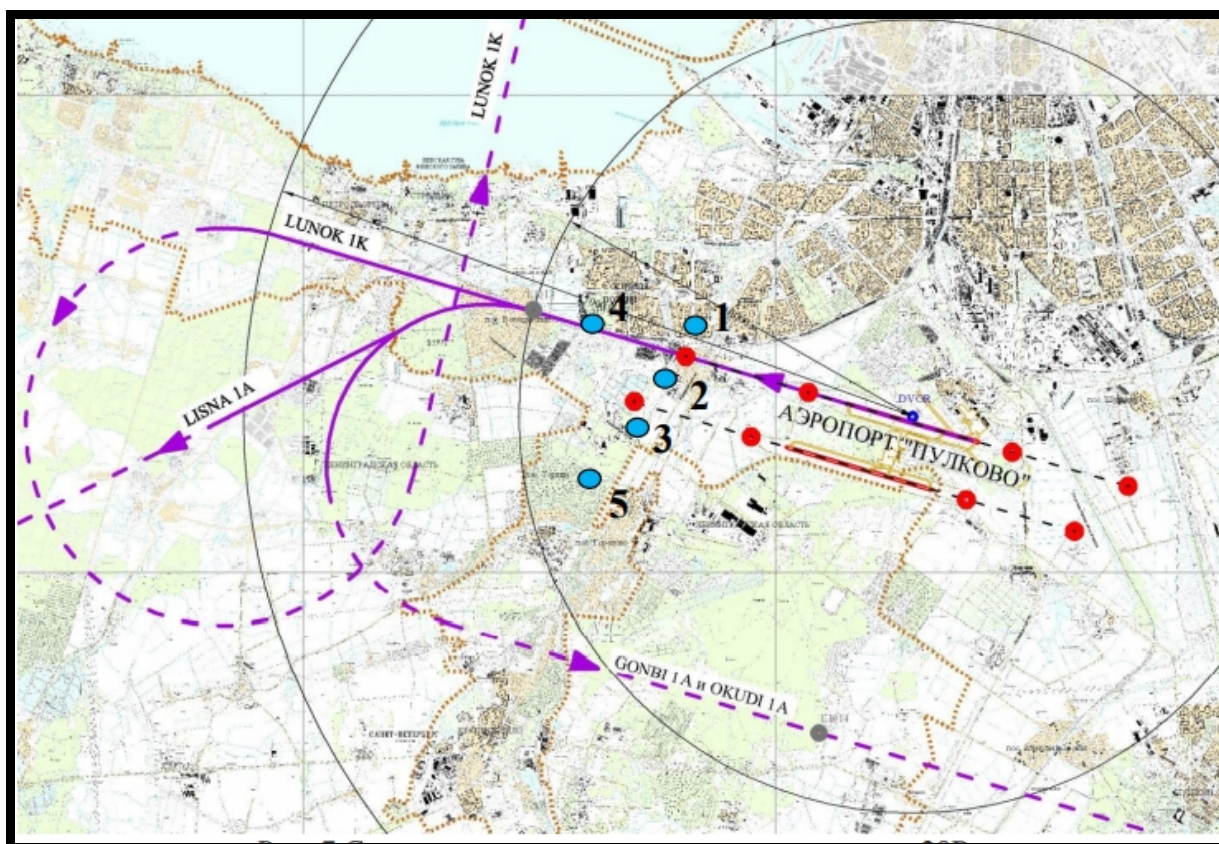


Рисунок 2.2 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 28R

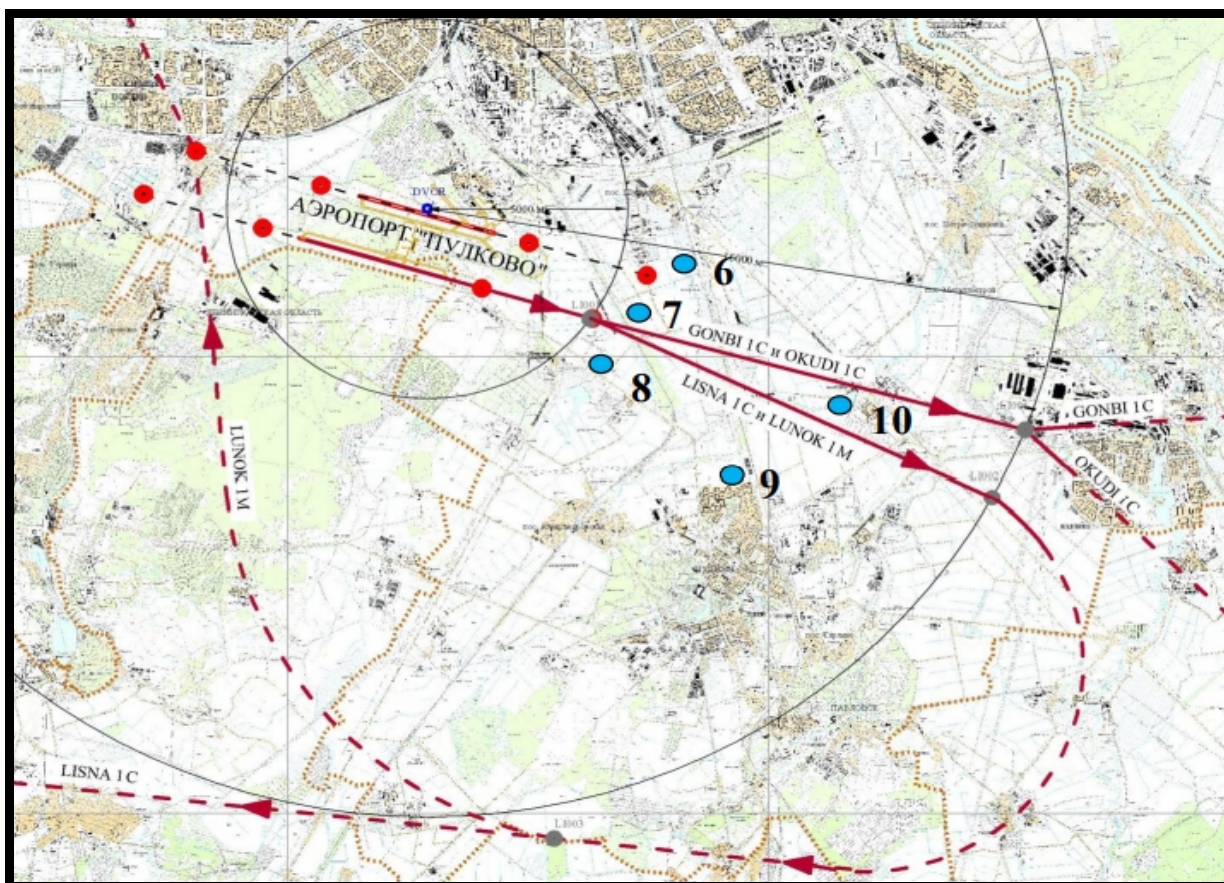


Рисунок 2.3 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 10R

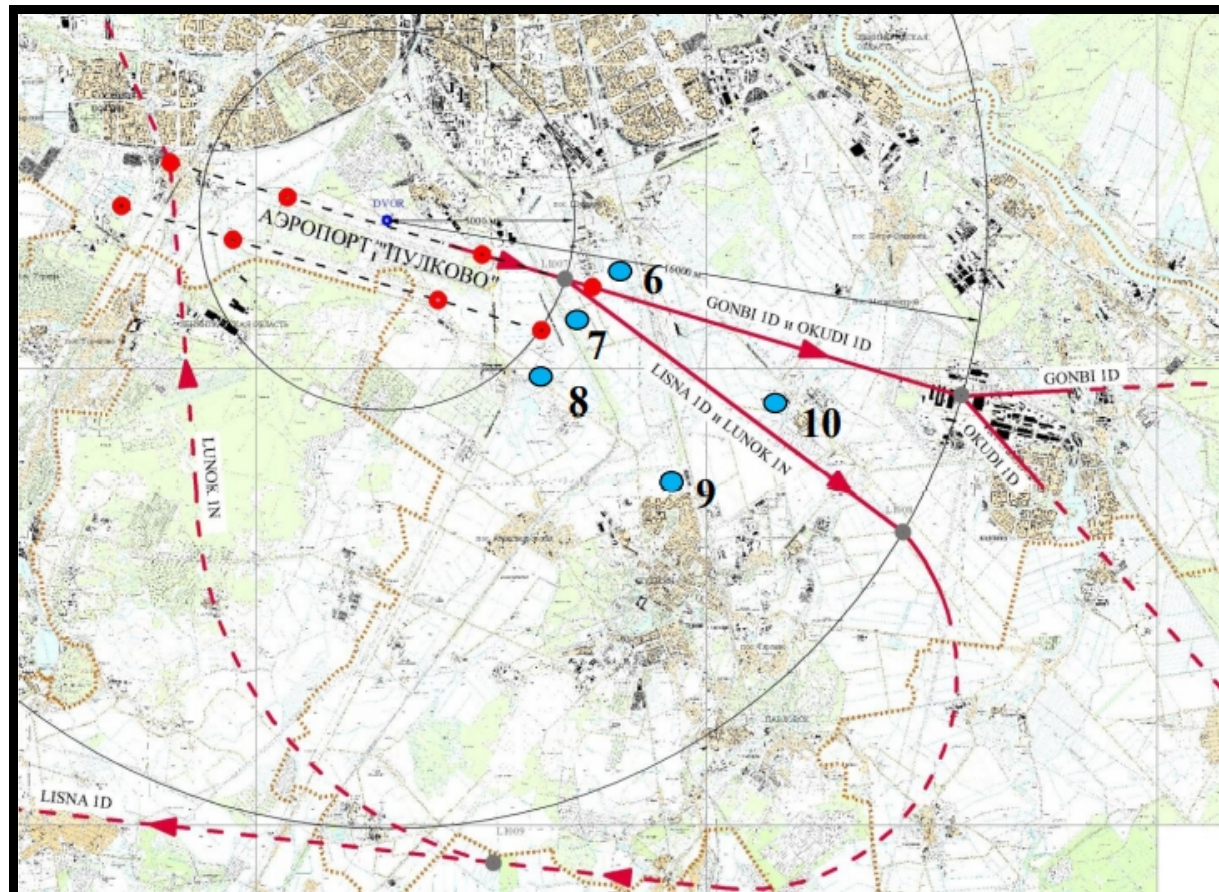


Рисунок 2.4 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 10L

2.2. Методика определения шума в жилой застройке

1. Перед началом проведения мониторинга уровней шума были проанализированы траектории полета воздушных судов (Рисунок 2.5), ближайшие селитебные территории, расположенные вокруг аэропорта, и установили точки измерений авиационного шума. Принцип выбора точек измерений основывался на условии, при котором на ближайших селитебных территориях от ВПП аэропорта $L_{A_{ЭКВ}} > 60$ дБА от воздействия авиационного шума.

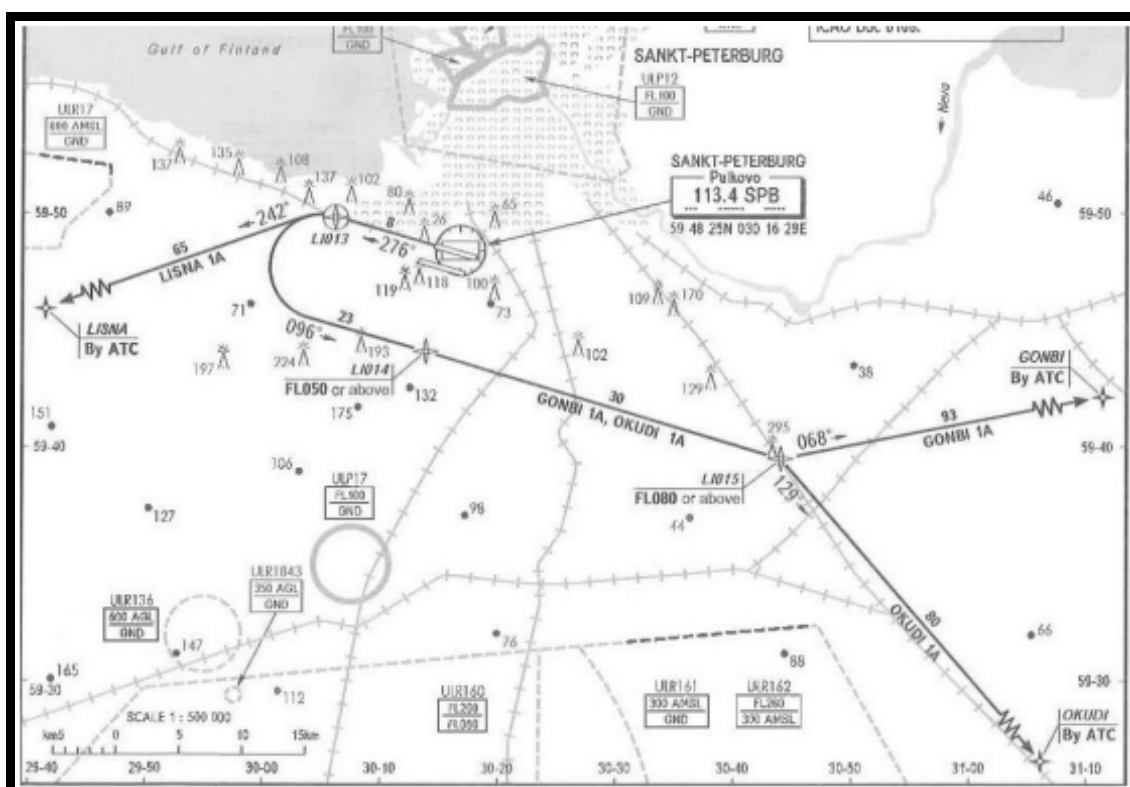


Рисунок 2.5 – Схематические обозначения стандартных трасс полёта воздушных судов.

2. В рамках проведения мониторинга шума от аэропорта измерялись эквивалентные и максимальные уровни звука.
3. В качестве средств измерений использовались портативные шумомеры-анализаторы спектра 1 класса точности, вспомогательное оборудование (ветрозащита, штативы и пр.).
4. Измерения авиационного шума (АШ) проводились при пролете воздушного судна (ВС) в регламентируемые интервалы времени суток. Чтобы получить достоверную оценку эквивалентного или максимального уровня звука,

на интервале, равном продолжительности измерений, должно быть задано минимальное число звуковых событий, в установленный интервал времени с учётом требований ГОСТ 31296.2-2006 [91]. При этом в каждой точке максимальные уровни звукового давления определяют предпочтительно по 20 или более, но не менее пяти, пролётам на наиболее шумных режимах полёта;

5. За установленное значение максимального уровня звука $L_{\text{Амакс}}$ конкретного типа ВС для данной точки измерений принимался наибольший скорректированный уровень звукового давления на заданном временном интервале.

6. За установленное значение $L_{\text{Аэкв}}$ эквивалентного уровня звука для данной точки измерений принималось измеренное значение за период измерений при максимальной интенсивности наземной и летной эксплуатации с обязательным учётом полётов всех ВС, оказывавших наибольшее воздействие шума на данную территорию.

7. Измерения авиационного шума в точке проводились по каждому режиму эксплуатации ВС (взлёт/посадка). В случае если один из режимов превалировал над другими по значению максимальных уровней звука в точке (взлёт над посадкой или наоборот), то предпочтение в оценке представлялось измерению и представлению результатов для режима с наибольшими уровнями звука.

8. Измерения проводились в теплые и холодные периоды времени года.

9. В процессе измерений проводились наблюдения за выполнением установленных схем полёта, различными сочетаниями метеоусловий и других факторов, которые необходимо отразить при анализе и обработке полученных данных.

10. В случае невозможности проведения измерений в определённой точке (полёты ВС с другим курсом, отсутствие полётов ВС в данное время на данном маршруте) в соответствии с ГОСТ 31296.2-2006 (п. 10) [91] допускалась экстраполяция измерений с аналогичного участка в другом месте, при условии соблюдения требований ГОСТ 31296.2-2006[91].

11. Микрофон шумомера располагался на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м над уровнем поверхности. Ось микрофона была ориентирована в сторону ожидаемого максимального излучения шума. Если скорость ветра превышала 1-2 м/с, то при измерениях использовался ветрозащитный экран для микрофона.

12. Измерения проводились при следующих атмосферных условиях: атмосферные осадки отсутствуют; температура воздуха от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$ (при применении средств измерений класса 1 при температурах от -10 до $+50^{\circ}\text{C}$); относительная влажность воздуха от 30 до 90%; скорость ветра на высоте 1,5 м (включая порывы) не более 5 м/с.

13. Измерения эквивалентного уровня звука в каждой точке проводились непрерывно в течение не менее 2-х часов (при этом отсекались внезапные источники шума, не являющиеся характерными для данной точки измерений, например, работа строительной техники и др.). Во всех случаях, измерение эквивалентных уровней звука производились во всех выбранных точках измерений одновременно.

14. При измерении АШ выделялся временной участок, достаточной продолжительности для того, чтобы включить всю акустическую энергию, относящуюся к пролету ВС. Перед этим проводилось измерение фонового шума в ТИ. Если УЗ отличался от фонового шума менее, чем на 10 дБА, то результаты измерений признавались неудавшимися и повторялись измерения при следующем пролете ВС. Учитывался участок измерений по времени, в котором УЗ отличался от максимального не более, чем на 10 дБА. (Рисунок 2.6)

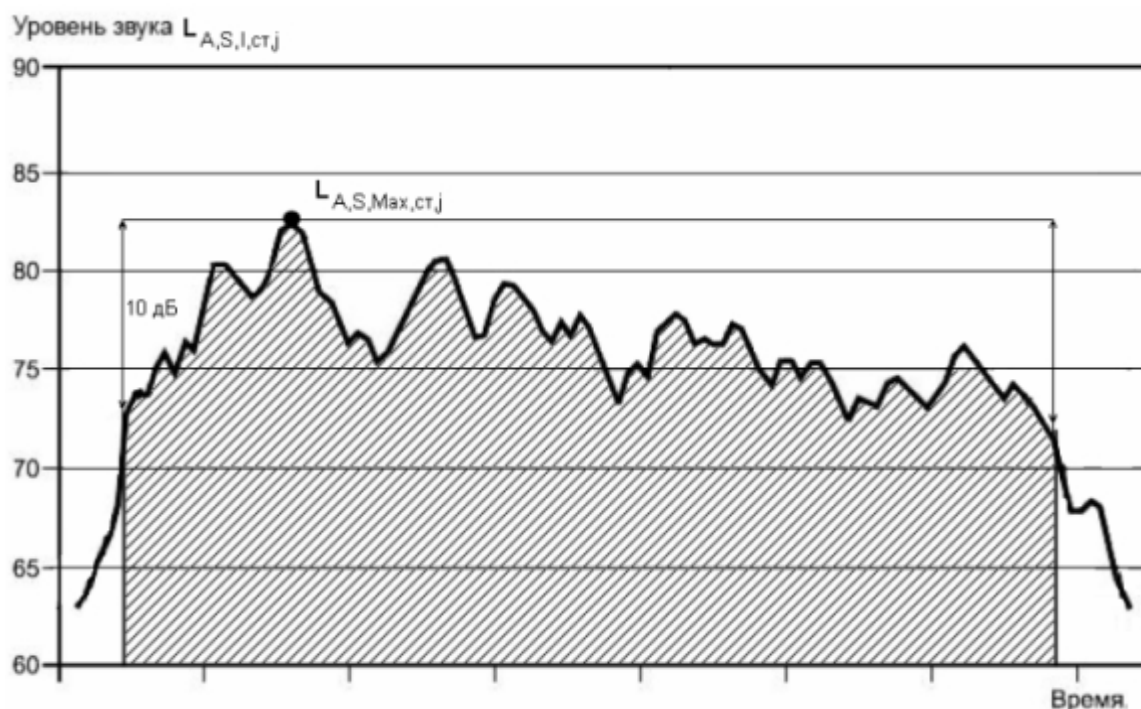


Рисунок 2.6 – Учитывающийся участок измерений уровней звука по времени во время пролета воздушного судна.

15. В каждой точке измерения проводились не менее 3 измерений для определения среднего значения эквивалентного уровня звука от воздействия авиационного шума на данную селитебную территорию.

16. По результатам нескольких аналогичных измерений эквивалентных уровней звука (максимальных уровней звука), выполненных в одной и той же точке измерения, одним и тем же прибором и по одной и той же методике вычислялось среднее значение $L_{A_{\text{экв}}}$, дБА (дБ), измеренных эквивалентных уровней звука (максимальных уровней звука) по формуле [103]:

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} - 10 \lg n \quad (2.1)$$

где L_i - значение измеренного и откорректированного уровня звука (уровня звукового давления), полученное для i -го измерения в данной точке измерения, дБА.

$i=1, 2, 3, \dots, n$ (n - общее количество измерений в данной точке).

2.3. Характеристики и оценка шума в жилой застройке аэропорта «Пулково»

Точки мониторинга аэропорта «Пулково» на территории жилой застройки выбирались исходя от близости к аэропорту «Пулково» и близости к стандартному маршруту взлёта/посадки. Мониторинг осуществлялся для следующих адресов:

1. Жилая застройка, прилегающая к границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) аэропорта «Пулково», по ул. Взлётная, д.18 (перед фасадом);
2. г. Санкт-Петербург, ул. Партизана Германа, д.28к2;
3. г. Санкт-Петербург, МО Горелово, 4-я линия, д.4;
4. г. Пушкин, Детскосельский б-р, д.10;
5. Жилой дом в пос. Ленсоветовский;
6. Координаты точки – (59.87006; 29.90653);
7. д. Верхняя Колония, д. 35а;
8. пос. Стрельна, ул. Нижняя Колония;
9. пос. Стрельна, вблизи ж/д станция «Стрельна»
10. пос. Новоселье, жилой дом по ул. Полевой;
11. Жилой дом в пос. Шушары;
12. Жилой дом в пос. Шушары;
13. Жилой дом в пос. Ленсоветовский, ЖК «Вариант»;
14. г. Колпино, Парк по ул. Красная;
15. г. Петергоф, Ропшинское шоссе, д.10;
16. д. Ольгино, жилой дом по ул. Полевой;
17. г. СПб, ул. Взлетная, д.13;
18. г. СПб, ул. Пилотов, д.16к2.

Точки мониторинга аэропорта «Пулково» представлены на рисунках 2.7–2.9.

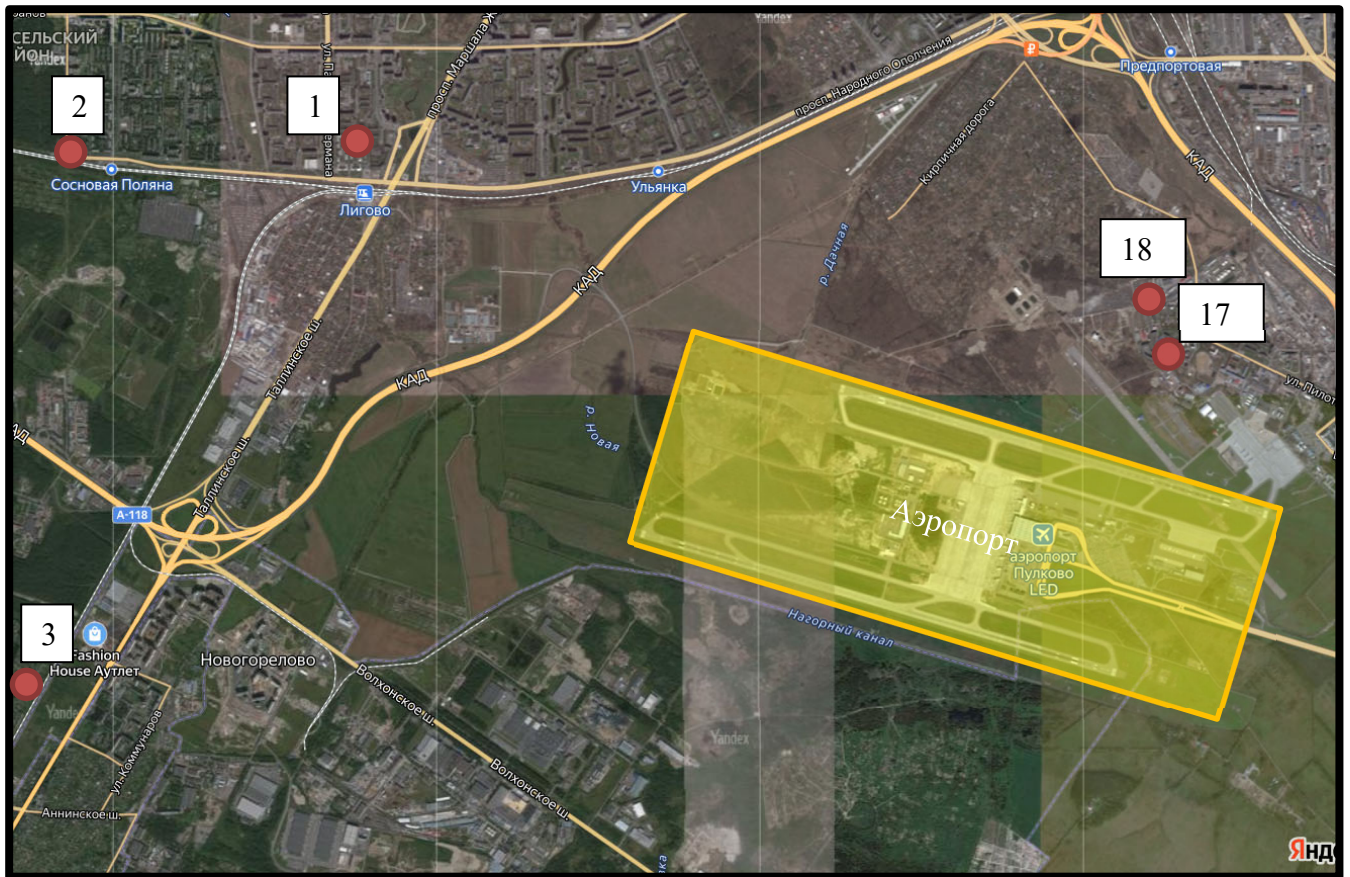


Рисунок 2.7 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 10L

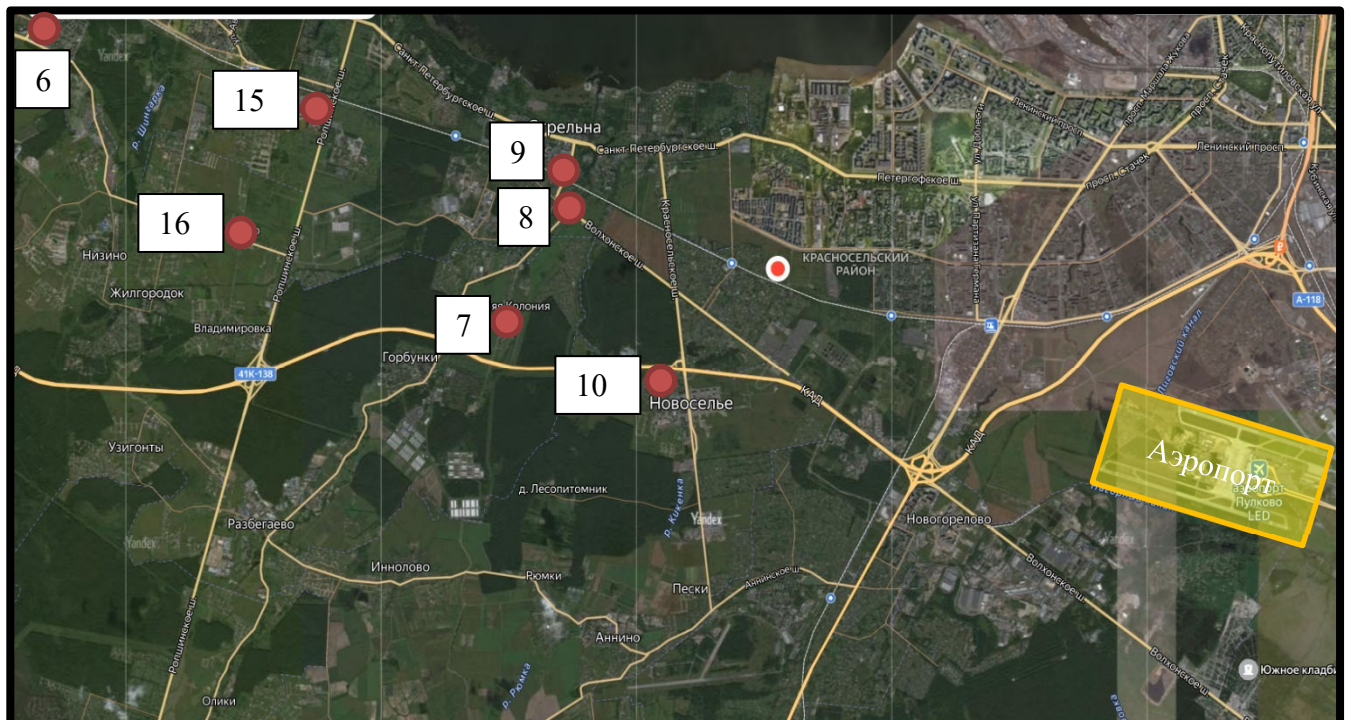


Рисунок 2.8 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 10L

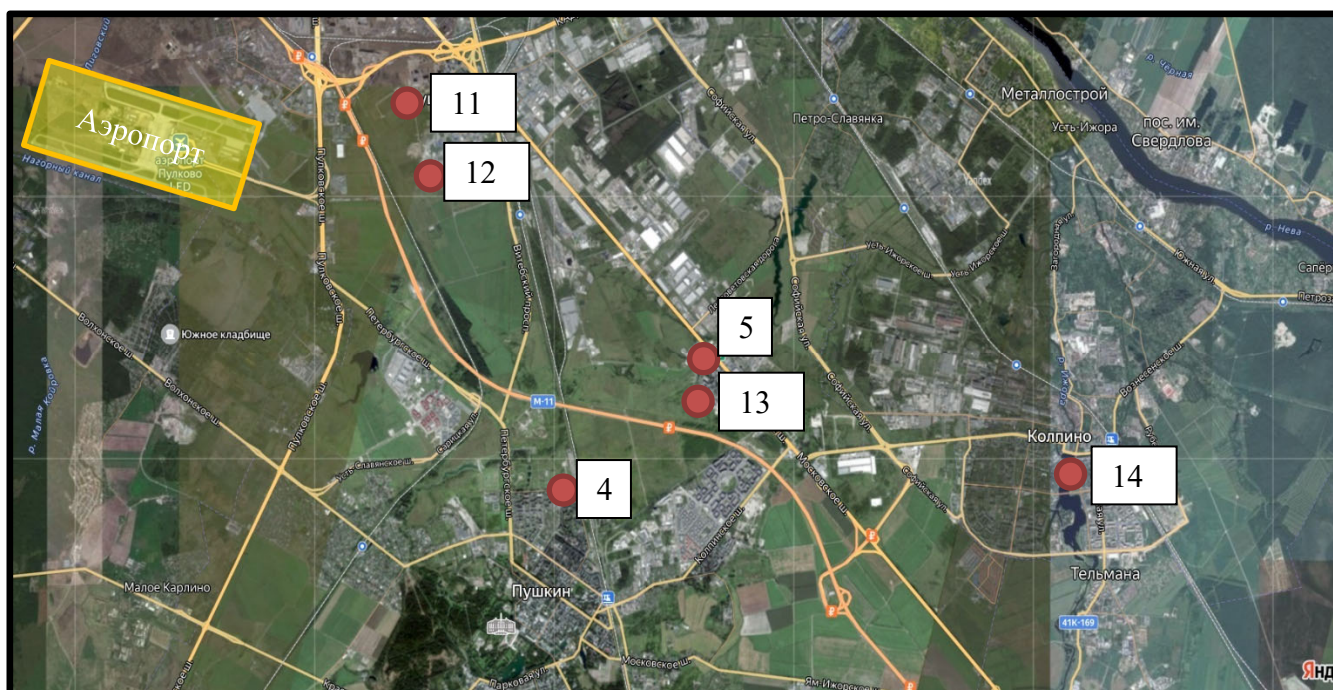


Рисунок 2.9 – Схема стандартного маршрута взлёта, курс 10R

В Приложении 1 представлены карты с точками контроля шума.

Характеристики и оценка шума (в сравнении с допустимыми санитарными нормами согласно СанПиН 1.2.3685-2021 [4]) приведены в таблицах 2.1 и 2.2. В обеих таблицах значения, приведенные под чертой, показывают превышения норм. В таблице 2.1 даны значения акустических характеристик вблизи аэропорта «Пулково». Напомним, чтобы формализовать этот термин нами было принято согласно ГОСТ 22283-2014 [9] характеристика эквивалентного звука на территории жилой застройки в дневное время равным 60 дБА. Согласно СанПиН 1.2.3685-2021 [4] значения максимального УЗ могут быть приняты равными 75 дБА, а для ночного времени: эквивалентный УЗ - 50 дБА, максимальный 65 дБА.

В таблице 2.1 приведены характеристики шума в жилой застройке, где приведенные выше значения превышены, а также указаны адреса жилых застроек, которые находятся на наиболее близком расстоянии от ВПП.

Таблица 2.1 Значения и оценка уровней авиационного шума в жилой застройке вблизи аэропорта «Пулково».

№	Адрес расположения жилой застройки	УЗ, дБА				Значения превышения УЗ, дБА по СанПиН 1.2.3685-21				Значения превышения УЗ, дБА по ГОСТ 22283-14				Расстояние до ВПП, м
		День		Ночь		День		Ночь		День		Ночь		
		Эквивалентный УЗ, дБА	Максимальный УЗ, дБА	Эквивалентный УЗ, дБА	Максимальный УЗ, дБА	Эквивалентный УЗ, дБА	Максимальный УЗ, дБА	Эквивалентный УЗ, дБА	Максимальный УЗ, дБА	Эквивалентный УЗ, дБА	Максимальный УЗ, дБА	Эквивалентный УЗ, дБА	Максимальный УЗ, дБА	
1	Жилая застройка, прилегающая к границе СЗЗ, по ул. Пилотов, д.16к2 (перед фасадом)	63	65-80	54	70-75	8	до 10	9	10-15	3	до 5	4	5-10	920
2	Жилая застройка, прилегающая к границе СЗЗ, по ул. Пилотов, д.16к2 (перед торцом)	68	-	60	-	13	-	15	-	8	-	10	-	920
3	г. Пушкин, ул. Партизана Германа, д.28	60	60-80	53	50-80	5	до 10	8	до 10	-	до 5	14	до 5	4080
4	г. Санкт-Петербург, пересечение ул. Летчика Пилотова и пр. Народного Ополчения	61	64-86	49	50-65	6	до 16	4	до 5	1	до 11	-	-	5180
5	Посёлок Новоселье, ул. Полевая, д. 24	62	50-70	50	60-70	7	-	5	до 10	2	-	-	до 5	8300
6	г. Санкт-Петербург, ул. Взлётная, д. 13	61	65-80	58	70-75	6	до 10	13	до 10	1	до 5	8	до 5	850

Здесь же показано сравнение полученных характеристик с действующими санитарными нормами. Отметим, что во всех рассмотренных случаях эквивалентные УЗ или равны, или превышают взятый критерий и лежат в диапазоне 49-60 дБА. Отметим превышение выбранного критерия на 1-8 дБА в дневное время и на 1-14 дБА в ночное время. Максимальные УЗ в дневное и ночное время могут как не превышать выбранного соответственного критерия, так превышать его на 10-11 дБА.

Соответственно превышения санитарных норм составили:

- дневное время от 5-13 дБА эквивалентные УЗ и до 10-16 дБА максимальные УЗ;
- ночное время от 5 до 19 дБА эквивалентные УЗ и до 5-15 дБА максимальные УЗ.

Таким образом, превышение эквивалентных УЗ составило 1,5-2,5 раза в дневное время и в 1,5- почти 4 раза по субъективному ощущению громкости. Это очень серьезные превышения допустимых СН, а, следовательно, проблема снижения шума в жилой застройке, расположенной вблизи аэропорта актуальна.

Точки контроля №1 (Жилая застройка, прилегающая к границе СЗЗ, по ул. Пилотов, д.16к2 (перед торцом)), №2 (Жилая застройка, прилегающая к границе СЗЗ, по ул. Пилотов, д.16к2 (перед торцом)) и №6 (г. Санкт-Петербург, ул. Взлётная, д. 13) находятся на расстоянии от ВПП 850 – 920 м. В этих точках расположены многоквартирные дома, на которые авиационный шум воздействует на этапе разбега ВС по ВПП.

Проанализируем полученные и приведенные в таблице 2.3.1 результаты более подробно. В пунктах 1-2 приведены данные измерений в точках, наиболее близко расположенных к ВПП. Здесь фиксируется в основном шум, который связан с разбегом самолёта по ВПП. Превышения эквивалентных УЗ в дневное время 8 и 13 дБА. Это говорит о том, что при расположении зданий в небольшом расстоянии (до 1-1,5 км) от ВПП требуется рассматривать снижение шума от этой операции отдельно. Отметим также, большую роль экранирующего эффекта для снижения

шума при этой операции. Во-первых, этот дом расположен торцом по отношению к ВПП, поэтому разница эквивалентных УЗ в точках составила 5-6 дБА за счёт экранирующего эффекта. Во-вторых, эквивалентные УЗ перед зданием на расстоянии 920 м от ВПП составили, например, в дневное время 68 дБА. Нетрудно подсчитать, что, принимая снижение шума за счет дивергенции около 15 дБА и звукопоглощения подстилающей поверхности (около 4 дБА), а также учитывая молекулярное затухание звука в воздухе (6 дБА), ожидаемые УЗ в этой точке должны быть выше на 5-8 дБА. Дополнительное снижение шума обусловлено различными между ВПП и домом, которые обеспечивали определенный экранирующий эффект. Это показывает один из эффективных путей снижения шума от летательных аппаратов, движущихся по ВПП, если жилые здания расположены вблизи ВПП.

В заключении обратим внимание, что понятие «вблизи» не всегда связаны с расстоянием до аэропорта. Действительно значения эквивалентного УЗ от 60 дБА и выше (в дневное время) зафиксированы в жилой застройке, расположенной от 850 до 11600 м до ВПП. Очевидно, что это связано с трассами полёта, а увеличение (или уменьшение) фиксируемых УЗ при отклонениях самолётов от заданных трасс требует специального излучения.

В таблице 2.2 даны характеристики и даны те результаты измерений авиационного шума в жилой застройке, которые ниже выбранного критерия (60 дБА). Также в данной таблице приведены все точки контроля шума, которые анализировались на протяжении 8 лет проведения мониторинга авиационного шума и представлены адреса жилых застроек с выявленными превышениями шума при пролете ВС в радиусе 18 км в восточном и западном направлениях от ВПП аэропорта «Пулково».

Таблица 2.2 Характеристики и оценка авиационного шума, измеренного в отдельных точках в жилой застройке

№	Объект исследования	Локация точки измерения	УЗ, дБА				Описание ИПП (марка ВС)	Взлет (В)/Посадка (П)	Учет фона, дБА (+/-)	Расстояние до ВПП
			День		Ночь					
			Экв.	Макс.	Экв.	Макс.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	г. Пушкин; п. Новоселье; п. Ленсоветовский; п. Шушары; территория в непосредственной близости от траекторий полетов воздушных судов, совершающих взлет в аэропорту Пулково.	ТИ №1: г.СПб, ул. Партизана Германа, д.28к2	<u>56-63</u> 1-8	55-60 ¹ 60-65 ² 70-75 ³ 75-80 ⁴	<u>48-60</u> 3-15	55-60 ₁ 65-70 ₂	1 - GALX, GLF5, LJ60; 2 - CRJ2; 3 - A319, A320, A321,CRJ1, AN24, E170, B73W, B73H, B738; 4 - B735, B773	В	52-55	4080 м
							1 - CRJ2 ,DH8D; 2 – A320, A321		44-51	
		ТИ №2: г.СПб, пересечение ул. летчика Пилютова и пр. Народного Ополчения	<u>56-62</u> 1-7	55-60 ¹ 60-65 ² 65-70 ³ 70 -75 ⁴ 75-80 ⁵	<u>46-58</u> 1-13	50-55 ₁ 55-60 ₂ 60-65 ₃	1 – GALX, GLF5, LJ60; 2 – AN24, CRJ2; 3 – A320, A321, E170, CRJ1; 4 – A319, A320, A321, B735, B738, B773, B73H, B73W; 5 – A321, B735	В	45-47	5180 м
							1 – DH8D; 2 – A320, CRJ2; 3 – A320		43	
		ТИ №3: г.СПб, МО Горелово, 4-я линия, д.4	<u>56-57</u> 1-2	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴ 76-80 ⁵	<u>46-57</u> 1-12	50-55 ₁ 55-60 ₂ 60-65 ₃	1 – CRJ2, 2 – A320, A321, E170, B735, B3W; 3 – A319, A320; 4 – A320, B752; 5 – A321	В	40-42	4030 м
							1 – A321, E190, BE40; 2 – A319, A320, B763; 3 – A320		37-38	
		ТИ №4: г. Пушкин, Детскосельский б-р, д.10	47-55	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³	<u>47-52</u> 2-7	45-50 ₁ 50-55 ₂ 55-60 ₃ 60-65 ₄	1 – A319, A320, A321, B773, B772, CRJ2; 3 – A319, A320, B73H	В	45-46	8800 м
							1 – FA7X, B73H; 2 – A320, A321; 3 – E170; 4 – A319		36-51	

№	Объект исследования	Локация точки измерения	УЗ, дБА				Описание ИШ (марка ВС)	Взлет (В)/Посадка (П)	Учет фона, дБА (+/-)	Расстояние до ВПП
			День		Ночь					
			Экв.	Макс.	Экв.	Макс.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		ТИ №5: Пос. Ленсоветовский	<u>51-56</u> 1	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴ 70-75 ⁵	<u>44-52</u> 1-7	50-55 ₁ 55-60 ₂ 60-65 ₃	1 – А320, А321, В73Н, CRJ2; 2 – В772, А319; 3 – А319, А320, В773, CRJ2; 4 – А319, А320, А321; 5 – А321, В736	В	51-53	10700 м
							1 – А319, FА7Х; 2 – А321; 3 – А320, В73Н		45-48	
2		ТИ 6: Координаты точки – (59.87006; 29.90653)	<u>50-56</u> 1	50-55 ₁ 60-65 ₂ 65-70 ₃ 70-75 ₄	<u>50-52</u> 5-7	50-55 ₁ 60-65 ₂ 65-70 ₃ 70-75 ₄	1 – А319, А320, А321; 2 – А319, А320; 3 – А319, А321; 4 – А319	П	41-44	19100 м
3	г. СПб, г. Пушкин, п. Новоселье, п. Ленсоветовский, п. Шушары, д. Верхняя Колония. п. Стрельная, г. Колпино, г. Петергоф, д. Ольгино	ТИ 7-В: д. Верхняя Колония, д. 35а	51	45-50 ¹ 50-55 ² 55-60 ³ 60-65 ⁴ 65-70 ⁵	<u>50</u> 5	60-65 ₁ 65-70 ₂	1 – CL60, CRJ2, FА7Х; 2 – А319, CL30, GLF6; 3 – А319, А320, АN24, SU95, E145; 4 – А319, А320, А321, В735, E135, В73Н, В77W; 5 – В735, В73Н	В	41-46	11200 м
							1 – А319, А320, А321, В735; 2 – А319, А333		42-43	
		ТИ 8-В: пос. Стрельна, ул. Нижняя Колония	<u>57</u> 2	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴	<u>54</u> 9	60-65 ₁ 65-70 ₂ 70-75 ₃	1 – А319; 2 – А320, А321, FА7Х; 3 – А319, А320, А321, CRJ2, SU95, E145, GLF6; 4 – А319, А320, А321, В738, В735, E135, В73Н, CL60, АN24, CL30, В77W	В	55	11200 м
							1 – А319, А320, А321; 2 – А319, В735; 3 – А333		49-51	
		ТИ 9-В: пос. Стрельна, ж/д станция «Стрельна»	<u>60</u> 5	55-60 ¹ 60-65 ² 65-70 ³	<u>51</u> 6	55-60 ₁ 60-65 ₂	1 – А320, CL60; 2 – А319, А320, А321, CL30, CRJ2, FА7Х, SU95, E145, GLF6;	В	57-58	11600 м

№	Объект исследования	Локация точки измерения	УЗ, дБА				Описание ИПП (марка ВС)	Взлет (В)/Посадка (П)	Учет фона, дБА (+/-)	Расстояние до ВПП	
			День		Ночь						
			Экв.	Макс.	Экв.	Макс.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
							3 – А319, А320, А321, В738, В735, Е135, В73Н, АН24, В77W				
							1 – А320, А321, В735; 2 – А319, А333				43-45
							1 – А319, А320, А321; 2,3 – А319; 4 – А319, В735, А333				38-46
		ТИ 10-В: пос. Новоселье, ул. Полевая, д.24	<u>50-62</u> 7	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴ 70-75 ⁵	<u>50-52</u> 5-7	60-65 ₁ 65-70 ₂	1 – Е135, CRJ2; 2 – А319, А320, В738, Е145; 3 – А319, А320, А321, В728, В735, В73Н, CL60, АН24, CL30, FА7Х, SU95, GLF6; 4 – А320, А321; 5 – А319	В	57-59	8300 м	
							1 – А319, А321, В735; 2 – А319, А320, А333		43-44		
		ТИ 11-В: пос. Шушары	55	60-65 ¹ 65-70 ² 70-75 ³	<u>49</u> 4	50-55 ₁ 55-60 ₂ 60-65 ₃	1 – А319, Е170, Е135, А320, В733, CRJ2, GLEX, CL60, Е170; 2 – А333, А319, А320, А321, В772, В736, В735, Е190, CL35, В73Н, GLEX; 3 – F2TH, А320, В738, В735, 190, В73Н	В	48-51	3970 м	
							1 – А320; 2 – А320, В735, В738, В736; 3 – А319, А320, А321, В738				
		ТИ 12-В: пос. Шушары	<u>59</u> 4	60-65 ¹ 65-70 ² 70-75 ³	<u>52</u> 7	55-60 ₁ 60-65 ₂ 65-70 ₃	1 – Е170, Е135, А319, В733, CRJ2, CL35, GLEX, CL60; 2 – А333, А319, А320, А321, В772, В736, В738, Е190, GLEX; 3 – F2TH, А319, А320, В738, В735, Е190	В	52-53	4100 м	
							1 – А320, В736; 2 – А319, А320, А321, В735; 3 – А319, А320, А321, В738		49-50		

№	Объект исследования	Локация точки измерения	УЗ, дБА				Описание ИПП (марка ВС)	Взлет (В)/ Посадка (П)	Учет фона, дБА (+/-)	Расстояние до ВПП
			День		Ночь					
			Экв.	Макс.	Экв.	Макс.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		ТИ 13-В: пос. Лен-советовский, ЖК «Вариант»	52	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴ 70-75 ⁵	<u>52</u> 7	50-55 ₁ 60-65 ₂ 65-70 ₃	1 – CL60, E135, A319, CRJ2; 2 – E170, CL35, GLEX; 3 – A33, F2TH, A319, A320, A31, B772, B736, B733, B738, B735, E190, B73H, GLEX; 4,5 – A320;	В	47-48	10100 м
							1 – B736; 2 – A320; 3 – A319, A320, A321, B735, B738		46	
		ТИ 14-В: г. Колпино, Парк по ул. Красная	<u>54-57</u> 1-2	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴ 70-75 ⁵	<u>52</u> 7	55-60 ₁ 65-70 ₂	1 – A319, A321, E190; 2 – E170, CL60, E135, A319, A320, A321, CRJ2, CL35, GLEX; 3 – A319, A320, B733, CRJ2, B735, B73H, GLEX; 4 – A333, F2TH, A319, A320, A321, B772, B738, E190; 5 – A320, B735	В	51	17900 м
							1 – A320, B738; 2 – A319, A320, A321, B735		49-50	
		ТИ 15-П: г. Петергоф, Ропшинское шоссе, д.10	50	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³	<u>52</u> 7	50-55 ₁ 55-60 ₂ 60-65 ₃ 65-70 ₄	1 – A319, B73G; 2 – A319, A320, A321, B73H, B735, B73W, E175; 3 – A319, A320, A321, AT72	П	46-47	16100 м
							1 – A320, B735, AT72; 2 – A319, A320, A321, B738, B736; 3 – A319, B733, B73H	В	48-49	
		ТИ 16-П: д. Ольгино, ул. Полевая	51	50-55 ¹ 55-60 ² 60-65 ³ 65-70 ⁴	<u>48-54</u> 3-9	50-55 ₁ 55-60 ₂ 60-65 ₃	1 – A319; 2 – A321, B73W, AT72; 3 – A321, B73H, B735, E175, B73G	П	38-47	17100 м
							1 – A319, B733, B735, AT72; 2 – A320, A321, B738; 3 – A319, B73H, B736	В	43-46	

№	Объект исследования	Локация точки измерения	УЗ, дБА				Описание ИИШ (марка ВС)	Взлет (В)/ Посадка (П)	Учет фона, дБА (+/-)	Расстояние до ВПП
			День		Ночь					
			Экв.	Макс.	Экв.	Макс.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Селитебная территория существующей жилой застройки, прилегающая к границе СЗЗ аэропорта «Пулково»	ТИ17: г. СПб, ул. Взлетная, д.13	<u>61</u> 7	<u>65-80</u> 10	<u>58</u> 13	<u>70-75</u> 10-15	1 – А319, А320, Е145, CRJ7; 2 – А319, В736, CRJ2, YK18, А320, В735, В738, В73Н, Е190; 3 – А319, А320, А321, В735, В734	В	42-43	850 м
							1 – А319, А321; 2 – А320; 3 – А319, А320, В735, CRJ2; 4 – А319, А320, А321, В73Н, АТ72			
5	Селитебная территория существующей жилой застройки, прилегающая к границе СЗЗ аэропорта «Пулково»	ТИ18: г. СПб, ул. Пилотов, д.16к2	<u>63</u> 8	<u>65-80</u> 10	<u>54</u> 9	<u>70-75</u> 10-15	1 – А319, А320, Е145, CRJ7; 2 – А319, В736, CRJ2, YK18, А320, В735, В738, В73Н, Е190; 3 – А319, А320, А321, В735, В734	В	42-43	920 м
							1 – А319, А321; 2 – А320; 3 – А319, А320, В735, CRJ2; 4 – А319, А320, А321, В73Н, АТ72			

Отметим зафиксированные небольшие (1-4 дБА) превышения эквивалентных УЗ в дневное время в отдельных жилых массивах, поселках и пр. В то же время, значения превышения для ночного времени суток составляет от 1 до 12 дБА. Шум в ночное время имеет не только более значительное превышение, но эти превышения на величину от 2 до 8 дБА зафиксированы в большинстве исследованных жилых рекреаций. От воздействия авиационного шума пострадали районы г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области: территория Лигово, Красносельского р-на (превышения по эквивалентному УЗ до 15 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); исторического района Соснова поляна, Красносельского р-на (превышения по эквивалентному УЗ до 13 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); исторического района Горелова (превышения по эквивалентному УЗ до 12 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); город Пушкин, Пушкинского р-на Санкт-Петербурга (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 5 дБА ночное время суток); Территория Ленсоветовский, Пушкинский район (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 5 дБА в дневное и ночное время суток); Петергоф (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 15 дБА в дневное и ночное время суток); д. Верхняя Колония, Ломоносовского района (превышения по эквивалентному УЗ до 5 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в ночное время суток); п. Стрельна, Петродворцового района (превышения по эквивалентному УЗ до 9 дБА и по максимальному УЗ до 15 дБА в дневное и ночное время суток); п. Новоселье, Ломоносовский район (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); г. Колпино, Колпинского района г. Санкт-Петербурга (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); д. Ольгино, Ломоносовского района (превышения по эквивалентному УЗ до 9 дБА и по максимальному УЗ до 5 дБА в ночное время суток); территория Авиагородка (превышения по эквивалентному УЗ до 13 дБА и по максимальному УЗ до 15 дБА в дневное и ночное время суток).

Данные по результатам мониторинга в точках контроля представлены в Приложении 2. Контроль авиационного шума осуществлялся с 2012 года, но из-за большого количества данных, в диссертации показаны измерения авиационного шума с 2017 по 2022 года в точках контроля на селитебной территории. За период проведения контроля были зафиксированы 3181 самолет. В таблице 2.3 представлены ежеквартальные данные по количеству самолетов гражданской авиации, зафиксированных за период проведения измерений и процент превышений норм шума за данный период.

Таблица 2.3 Количество самолетов гражданской авиации, зафиксированных за период проведения измерений и процент превышений норм шума за данный период

Период	Количество самолетов гражданской авиации, шт.	Процент превышений установленных норм шума, %
2019 март	303	62
2019 май	366	67
2019 июнь	304	77
2019 декабрь	215	88
2020 март	184	30
2020 июнь	250	90
2020 август	325	39
2020 декабрь	117	88
2021 март	144	85
2021 май	218	89
2021 сентябрь	272	91
2021 декабрь	102	75
2022 апрель-май	211	80
2022 сентябрь	170	85

На Рисунке 2.10 представлен статистический график превышений шума на

селитебных территориях воздушными судами, зафиксированными в период проведения мониторинга.



Рисунок 2.10 – статистический график превышений шума на селитебных территориях воздушными судами, зафиксированными в период проведения мониторинга

В точках контроля за рассматриваемый период измерений были превышены 2326 из 3181 (73% из 100% превышений) событий пролетов над селитебными территориями.

Все рассмотренные объекты находятся вблизи от траекторий полётов воздушных судов. Снижение шума в ночное время требует определенного ограничения полётов воздушных судов. Также необходимо изучить влияние траекторий полётов на шум в жилых застройках.

Выводы по главе:

1. Для проведения измерений авиационного шума на жилой застройке использовалась стандартная методика, в которой точки измерений выбирались в соответствии с расположением жилой застройки и трасс полётов.
2. Для формализации понятия жилой застройки «вблизи аэропортов» автором предложено рассматривать территорию, на которой эквивалентный уровень звука равен 60 дБА.
3. Измеренные значения УЗ вблизи аэропорта лежат в диапазоне 60-68 дБА (дневное время) и 49-60 дБА (ночное время); превышения полученных значений над санитарными нормами (согласно СанПиН 1.2.3685-2021) [3]) составили 5-13 дБА для дневного времени суток и 4-15 дБА для ночного времени. Это показывает, что проблема снижения авиационного шума в жилой застройке, расположенной вблизи аэропортов, является актуальной. Отметим, что если снижение шума в ночной период времени суток можно добиться уменьшением числа полётов в ночное время, то одним из способов снижения шума может быть строгая регламентация трасс полётов, но этот вопрос требует дополнительного изучения.
4. Значительное воздействие авиационного шума отмечено в районах г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области: территория Лигово, Красносельского р-на (превышения по эквивалентному УЗ до 15 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); исторического района Соснова поляна, Красносельского р-на (превышения по эквивалентному УЗ до 13 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); исторического района Горелова (превышения по эквивалентному УЗ до 12 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); город Пушкин, Пушкинского р-на Санкт-Петербурга (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 5 дБА ночное время суток); Территория Ленсоветовский, Пушкинский район (превышения по эквивалентному УЗ

до 7 дБА и по максимальному УЗ до 5 дБА в дневное и ночное время суток); Петергоф (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 15 дБА в дневное и ночное время суток); д. Верхняя Колония, Ломоносовского района (превышения по эквивалентному УЗ до 5 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в ночное время суток); п. Стрельна, Петродворцового района (превышения по эквивалентному УЗ до 9 дБА и по максимальному УЗ до 15 дБА в дневное и ночное время суток); п. Новоселье, Ломоносовский район (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); г. Колпино, Колпинского района г. Санкт-Петербурга (превышения по эквивалентному УЗ до 7 дБА и по максимальному УЗ до 10 дБА в дневное и ночное время суток); д. Ольгино, Ломоносовского района (превышения по эквивалентному УЗ до 9 дБА и по максимальному УЗ до 5 дБА в ночное время суток); территория Авиагородка (превышения по эквивалентному УЗ до 13 дБА и по максимальному УЗ до 15 дБА в дневное и ночное время суток).

5. В точках контроля за рассматриваемый период измерений автором отмечены превышения шума в 2326 из 3181 событий пролетов над селитебными территориями (73% превышений из 100%).

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОПОРТОВ

3.1. Акустическое воздействие различных типов воздушных судов

Акустическое воздействие различных типов воздушных судов измерения максимального уровня шума фиксировались по данным шумомера. Результаты мониторинга также отражены в статье [41]. Для анализа был выбран один из периодов проведения измерений в дневное и ночное время.

Список установленных точек измерений и их координаты представлены в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1 Координаты точек измерений

Номер точки	Расположение точки измерения	GPS координаты	
		широта	долгота
1-В/П	д. Верхняя Колония, д. 35а	59.82514	30.01139
2-В/П	пос. Стрельна, ул. Нижняя Колония	59.83583	30.02239
3-В/П	пос. Стрельна, ж/д станция «Стрельна»	59.84718	30.03366
4-В/П	г. Петергоф, Озерковая ул., д. 39	59.87006	29.90653
5-В/П	пос. Новоселье, ул. Полевая, д. 24	59.81461	30.06131
6-В/П	пос. Шушары	59.78091	30.47613
7-В/П	пос. Шушары	59.77055	30.47256
8-В/П	пос. Ленсоветовский, ЖК «Вариант»	59.75627	30.46178
9-В/П	г. Пушкин, Детскосельский бульвар, д.10	59.74949	30.41442
10-В/П	г. Колпино, Парк по ул. Красная	59.74521	30.60063

Всего за время измерений был отмечен 31 тип ВС (рисунок 3.1).

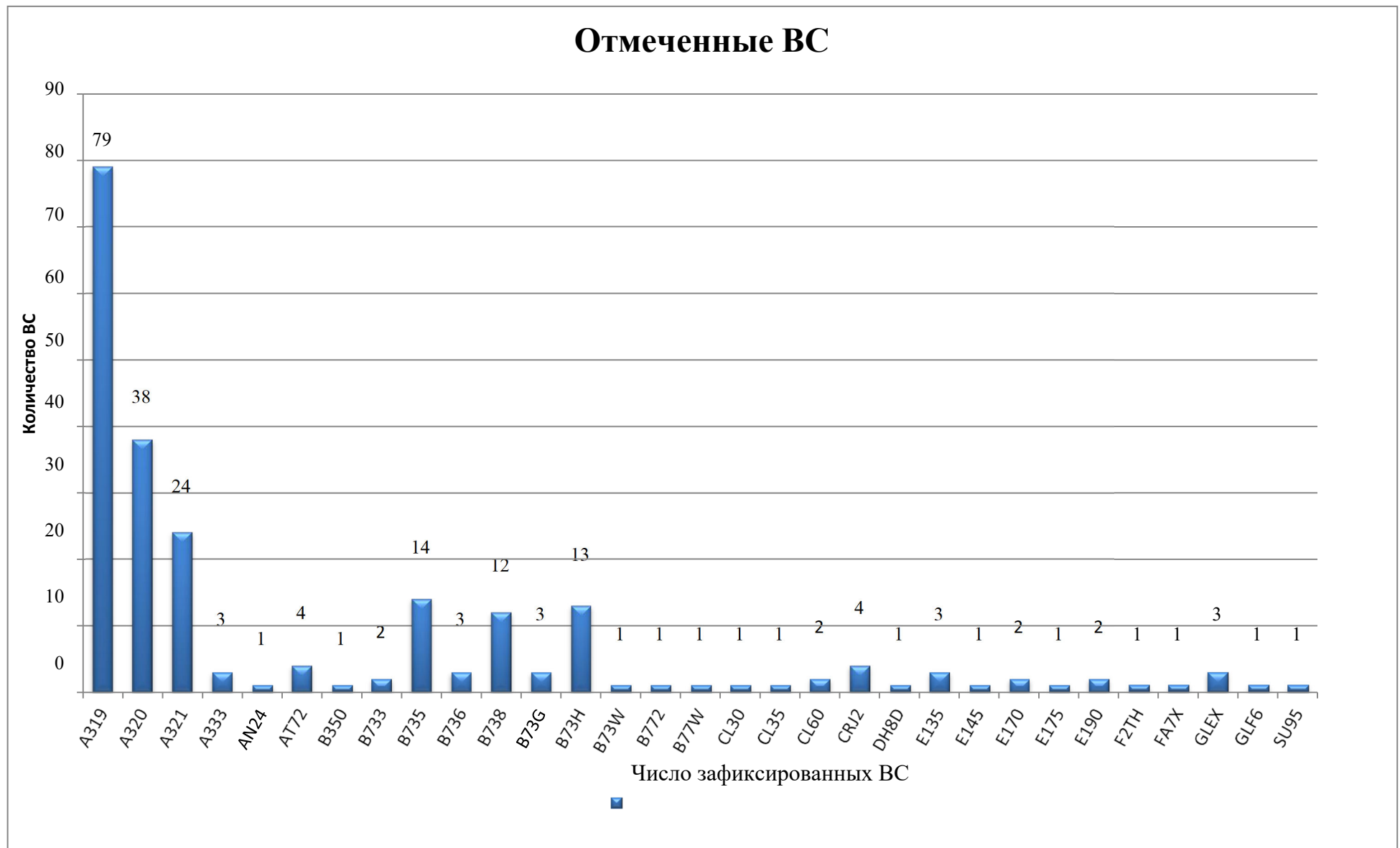


Рисунок 3.1 – Типы ВС, отмеченные за время измерений

Значительная часть типов ВС была отмечена при пролете малое количество раз. Исключив типы ВС, для которых невозможно провести сравнительный анализ шумового воздействия, гистограмма приобретет следующий вид (рисунок 3.2).

Данное исключение применяется для отображения корректной оценки основных типов ВС. В общем случае, исключению подвергнуты ВС, зафиксированные меньшее количество раз.

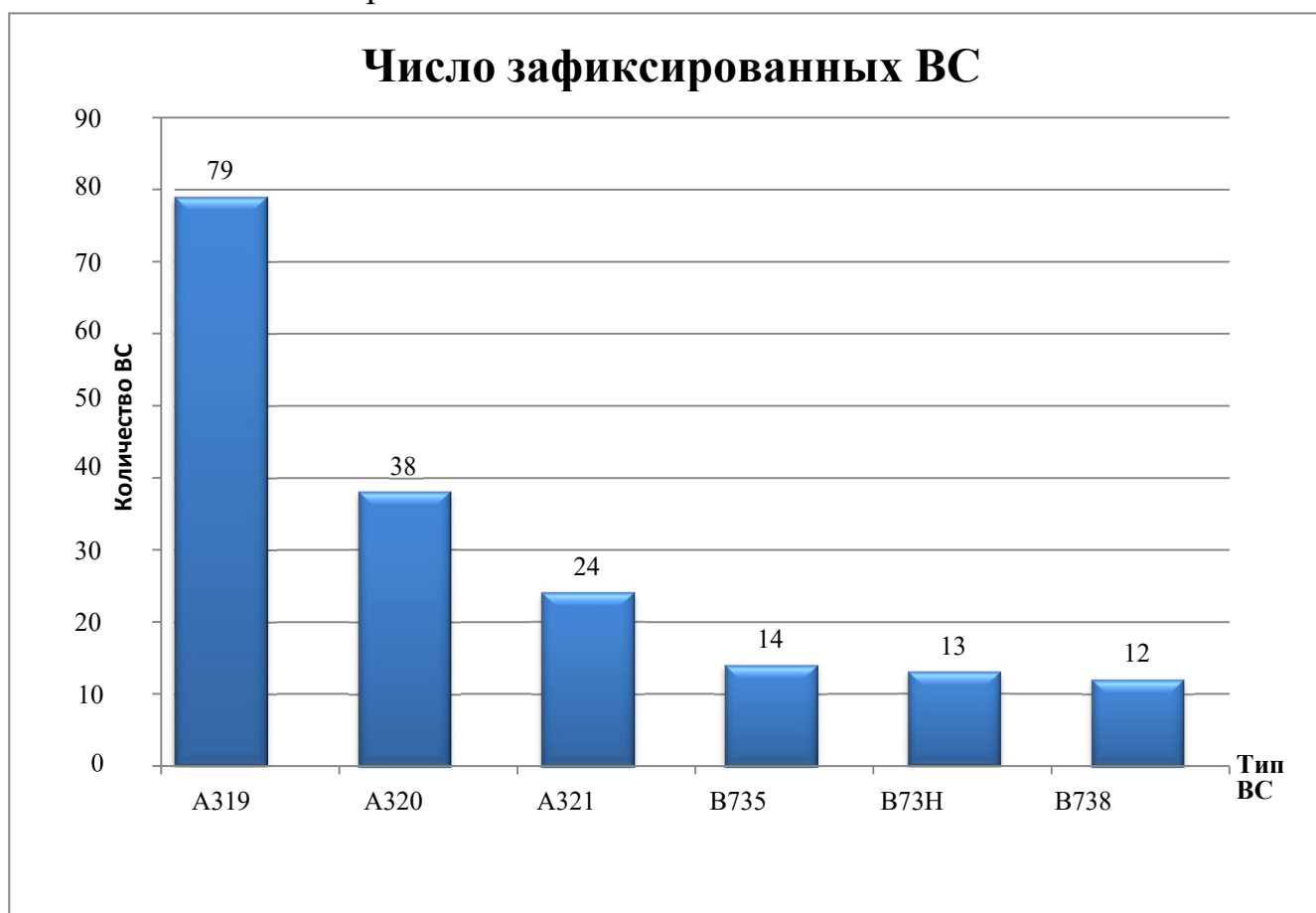


Рисунок 3.2 – Типы ВС, наиболее часто отмеченные за время измерений

Итоговая диаграмма позволяет сделать вывод о наиболее используемых на текущий момент типах ВС, для которых возможно проводить сравнительный анализ уровней шума: A319 – 79 ЛА, A320 – 38 ЛА, A321 – 24 ЛА, B735 – 14 ЛА, B73H – 13 ЛА, B738 – 12 ЛА.

Превышений по максимальному уровню шума в дневное время почти не было выявлено, большая часть превышений приходится на ночной период времени суток. В таблицах 3.2-3.7 приведены максимальные уровни звука,

зафиксированные в точках контроля на селитебной территории отдельными типами воздушных судов.

Таблица 3.2 Максимальные уровни звука ВС А319

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _А макс, дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А319			51-67 дБА	51-73 дБА	46-72 дБА	41-74 дБА	56-75 дБА	49-70 дБА	62-71 дБА	50-70 дБА	48-67 дБА	54-69 дБА
1	15:08 (день)	посадка	59	68	-	-	-	-	-	-	-	-
2	16:20 (день)	посадка	60	68	-	-	-	-	-	-	-	-
3	16:48 (день)	посадка	54	66	55	51	-	-	-	-	-	-
4	16:53 (день)	посадка	59	67	-	44	-	-	-	-	-	-
5	16:57 (день)	посадка	60	69	-	-	-	-	-	-	-	-
6	18:02 (день)	посадка	51	51	54	51	-	-	-	-	-	-
7	18:20 (день)	посадка	59	67	-	41	-	-	-	-	-	-
8	06:15 (ночь)	посадка	64	70	46	48	-	-	-	-	-	-
9	07:00 (ночь)	посадка	62	69	46	46	-	-	-	-	-	-
10	05:42 (ночь)	посадка	67	69	61	64	-	-	-	-	-	-
11	05:53 (ночь)	посадка	59	66	47	49	-	-	-	-	-	-
12	05:59 (ночь)	посадка	60	67	59	67	-	-	-	-	-	-
13	06:06 (ночь)	посадка	60	66	70	55	-	-	-	-	-	-
14	06:12 (ночь)	посадка	62	67	72	54	-	-	-	-	-	-
15	06:18 (ночь)	посадка	67	70	66	59	-	-	-	-	-	-
16	06:22 (ночь)	посадка	61	72	58	74	-	-	-	-	-	-
17	06:25 (ночь)	посадка	68	73	63	70	-	-	-	-	-	-
18	06:37 (ночь)	посадка	66	68	69	55	-	-	-	-	-	-
19	06:41 (ночь)	посадка	62	67	71	57	-	-	-	-	-	-
20	06:57 (ночь)	посадка	65	69	70	58	-	-	-	-	-	-
21	15:13 (день)	взлет	61	67	68	60	60	-	-	-	-	-
22	16:04 (день)	взлет	63	67	66	55	62	-	-	-	-	-
23	16:16 (день)	взлет	59	64	63	52	62	-	-	-	-	-
24	16:18 (день)	взлет	62	62	63	63	59	-	-	-	-	-
25	16:26 (день)	взлет	63	67	68	51	63	-	-	-	-	-
26	16:28 (день)	взлет	59	63	69	58	63	-	-	-	-	-
27	16:33 (день)	взлет	65	64	67	63	64	-	-	-	-	-
28	16:45 (день)	взлет	59	66	65	54	75	-	-	-	-	-
29	16:51 (день)	взлет	62	67	66	57	61	-	-	-	-	-
30	17:03 (день)	взлет	61	69	67	-	-	-	-	-	-	-

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А319			51-67 дБА	51-73 дБА	46-72 дБА	41-74 дБА	56-75 дБА	49-70 дБА	62-71 дБА	50-70 дБА	48-67 дБА	54-69 дБА
31	17:49 (день)	взлет	60	67	67	56	61	-	-	-	-	-
32	18:02 (день)	взлет	51	56	60	-	63	-	-	-	-	-
33	18:25 (день)	взлет	63	68	68	55	63	-	-	-	-	-
34	18:42 (день)	взлет	63	67	68	56	56	-	-	-	-	-
35	23:03 (ночь)	взлет	60	62	60	56	60	-	-	-	-	-
36	23:07 (ночь)	взлет	65	66	63	50	65	-	-	-	-	-
37	23:15 (ночь)	взлет	65	63	60	49	65	-	-	-	-	-
38	23:32 (ночь)	взлет	66	65	61	52	66	-	-	-	-	-
39	23:47 (ночь)	взлет	63	66	60	57	64	-	-	-	-	-
40	00:02 (ночь)	взлет	64	67	62	56	63	-	-	-	-	-
41	00:14 (ночь)	взлет	60	61	54	44	63	-	-	-	-	-
42	00:16 (ночь)	взлет	66	65	65	45	69	-	-	-	-	-
43	00:46 (ночь)	взлет	63	67	63	64	65	-	-	-	-	-
44	00:55 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	00:58 (ночь)	взлет	65	64	65	44	69	-	-	-	-	-
46	15:17 (день)	посадка	-	-	-	-	65	58	-	-	-	-
47	15:49 (день)	посадка	-	-	-	-	57	51	-	-	-	-
48	16:16 (день)	посадка	-	-	-	-	63	51	-	-	-	-
49	16:43 (день)	посадка	-	-	-	-	56	51	-	-	-	-
50	17:04 (день)	посадка	-	-	-	-	66	49	-	-	-	-
51	17:43 (день)	посадка	-	-	-	-	63	54	-	-	-	-
52	18:26 (день)	посадка	-	-	-	-	64	51	-	-	-	-
53	15:34 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	70	62	59	68
54	15:54 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	68	61	60	64
55	16:00 (день)	взлет	-	-	-	-	-	67	66	63	60	64
56	16:02 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	68	65	61	68
57	16:16 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	68	63	59	66
58	16:18 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	67	63	59	62
59	16:22 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	68	60	56	66
60	16:30 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	67	61	58	58
61	16:45 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	71	61	59	54
62	16:55 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	68	63	60	66
63	17:09 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	68	62	58	65
64	17:24 (день)	взлет	-	-	-	-	-	65	66	63	59	64
65	17:37 (день)	взлет	-	-	-	-	-	70	69	64	60	67
66	18:03 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	68	61	59	65
67	18:34 (день)	взлет	-	-	-	-	-	64	65	50	48	65
68	18:44 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	62	70	66	58

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А319			51-67 дБА	51-73 дБА	46-72 дБА	41-74 дБА	56-75 дБА	49-70 дБА	62-71 дБА	50-70 дБА	48-67 дБА	54-69 дБА
69	18:46 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	69	60	56	58
70	05:26 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	64	68	70	67	69
71	05:46 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	66	66	69	67	68
72	06:11 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	64	64	68	63	65
73	00:03 (ночь)	посадка	-	-	-	-	67	61	-	-	-	-
74	00:12 (ночь)	посадка	-	-	-	-	64	59	-	-	-	-
75	00:17 (ночь)	посадка	-	-	-	-	66	60	-	-	-	-
76	00:41 (ночь)	посадка	-	-	-	-	66	58	-	-	-	-
77	18:02 (день)	взлет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3.3 Максимальные уровни звука ВС A320

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A320			55-66 дБА	59-70 дБА	50-70 дБА	40-62 дБА	54-70 дБА	45-73 дБА	55-71 дБА	60-71 дБА	57-69 дБА	58-70 дБА
1	15:18 (день)	посадка	60	68	-	-	-	-	-	-	-	-
2	15:28 (день)	посадка	55	61	50	40	-	-	-	-	-	-
3	16:29 (день)	посадка	62	67	-	48	-	-	-	-	-	-
4	17:16 (день)	посадка	59	67	-	-	-	-	-	-	-	-
5	18:56 (день)	посадка	60	67	-	47	-	-	-	-	-	-
6	06:15 (ночь)	посадка	62	67	-	-	-	-	-	-	-	-
7	07:00 (ночь)	посадка	66	70	69	57	-	-	-	-	-	-
8	15:36 (день)	взлет	56	62	65	-	60	-	-	-	-	-
9	15:48 (день)	взлет	64	69	68	62	62	-	-	-	-	-
10	16:39 (день)	взлет	60	59	58	-	64	-	-	-	-	-
11	17:50 (день)	взлет	63	68	67	54	61	-	-	-	-	-
12	18:07 (день)	взлет	62	67	70	59	68	-	-	-	-	-
13	18:14 (день)	взлет	61	69	65	58	61	-	-	-	-	-
14	23:40 (ночь)	взлет	61	64	56	40	67	-	-	-	-	-
15	15:09 (день)	посадка	-	-	-	-	67	53	-	-	-	-
16	15:23 (день)	посадка	-	-	-	-	67	61	-	-	-	-
17	16:32 (день)	посадка	-	-	-	-	67	46	-	-	-	-
18	17:01 (день)	посадка	-	-	-	-	54	69	-	-	-	-

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	17:14 (день)	посадка	-	-	-	-	59	54	-	-	-	-
20	17:48 (день)	посадка	-	-	-	-	70	63	-	-	-	-
21	18:30 (день)	посадка	-	-	-	-	50	45	-	-	-	-
22	23:05 (ночь)	посадка	-	-	-	-	70	68	-	-	-	-
23	00:20 (ночь)	посадка	-	-	-	-	69	61	-	-	-	-
24	16:07 (день)	взлет	-	-	-	-	-	72	71	61	57	70
25	16:20 (день)	взлет	-	-	-	-	-	67	68	60	57	58
26	16:37 (день)	взлет	-	-	-	-	-	66	69	67	65	64
27	16:57 (день)	взлет	-	-	-	-	-	65	67	71	62	57
28	17:51 (день)	взлет	-	-	-	-	-	73	69	63	59	64
29	17:59 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	67	63	60	64
30	18:18 (день)	взлет	-	-	-	-	-	61	67	66	69	-
31	18:45 (день)	взлет	-	-	-	-	-	66	70	72	68	66
32	18:49 (день)	взлет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	05:17 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	53	63	60	60	61
34	05:32 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	53	55	63	67	-
35	06:01 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	58	62	69	64	65
36	06:18 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	61	66	68	63	64
37	06:20 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	64	67	69	65	59
38	06:31 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3.4 Максимальные уровни звука ВС А321

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А321			55-65 дБА	57-68 дБА	52-67 дБА	42-56 дБА	54-69 дБА	47-69 дБА	64-71 дБА	60-68 дБА	57-64 дБА	55-68 дБА
1	16:31 (день)	посадка	61	68	-	-	-	-	-	-	-	-
2	16:58 (день)	посадка	56	57	52	47	-	-	-	-	-	-
3	17:36 (день)	посадка	55	63	-	42	-	-	-	-	-	-
4	18:26 (день)	посадка	62	67	57	40	-	-	-	-	-	-
5	05:56 (ночь)	взлет	60	62	52	50	-	-	-	-	-	-
6	06:30 (ночь)	взлет	59	60	54	47	-	-	-	-	-	-
7	15:07 (день)	взлет	60	67	67	56	60	-	-	-	-	-
8	15:59 (день)	взлет	65	57	60	50	65	-	-	-	-	-
9	16:34 (день)	взлет	65	70	67	-	67	-	-	-	-	-
10	18:18 (день)	взлет	65	61	64	52	64	-	-	-	-	-
11	23:48 (ночь)	взлет	60	63	59	45	61	-	-	-	-	-

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _А макс, дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	15:20 (день)	посадка	-	-	-	-	69	64	-	-	-	-
13	16:24 (день)	посадка	-	-	-	-	54	49	-	-	-	-
14	16:38 (день)	посадка	-	-	-	-	59	47	-	-	-	-
15	17:29 (день)	посадка	-	-	-	-	64	50	-	-	-	-
16	18:39 (день)	посадка	-	-	-	-	64	52	-	-	-	-
17	23:09 (ночь)	посадка	-	-	-	-	66	61	-	-	-	-
18	15:15 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	69	62	57	58
19	15:22 (день)	взлет	-	-	-	-	-	69	71	64	60	68
20	15:25 (день)	взлет	-	-	-	-	-	65	67	60	56	68
21	18:28 (день)	взлет	-	-	-	-	-	66	69	62	60	55
22	06:06 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	61	64	68	62	56
23	06:30 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	61	64	67	64	62
24	06:32 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	62	67	68	64	60

Таблица 3.5 Максимальные уровни звука ВС В735

[illegible]

Таблица 3.6 Максимальные уровни звука ВС В73Н

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В73Н			50-66 дБА	63-70 дБА	51-68 дБА	40-59 дБА	61-68 дБА	50-74 дБА	67-70 дБА	61-62 дБА	58-60 дБА	62-65 дБА
1	15:27 (день)	посадка	56	66	51	41	-	-	-	-	-	-
2	15:45 (день)	посадка	50	66	-	40	-	-	-	-	-	-
3	18:47 (день)	посадка	56	64	-	51	-	-	-	-	-	-
4	06:06 (ночь)	взлет	61	63	54	51	-	-	-	-	-	-
5	15:13 (день)	посадка	-	-	-	-	63	50	-	-	-	-
6	15:32 (день)	посадка	-	-	-	-	67	62	-	-	-	-
7	15:45 (день)	посадка	-	-	-	-	61	46	-	-	-	-
8	16:12 (день)	посадка	-	-	-	-	68	45	-	-	-	-
9	17:18 (день)	взлет	-	-	-	-	-	70	68	61	58	62
10	17:27 (день)	взлет	-	-	-	-	-	74	70	62	60	62
11	18:58 (день)	взлет	-	-	-	-	-	68	67	61	59	65
12	15:43 (день)	взлет	66	70	67	51	64	-	-	-	-	-
13	17:20 (день)	взлет	62	67	68	59	65	-	-	-	-	-

Таблица 3.7 Максимальные уровни звука ВС В738

Тип ВС, п/н	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБА									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В738			57-63 дБА	56-70 дБА	49-69 дБА	47-62 дБА	58-61 дБА	50-72 дБА	66-72 дБА	63-70 дБА	60-65 дБА	55-65 дБА
1	05:05 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	05:14 (ночь)	взлет	57	56	49	-	-	-	-	-	-	-
3	06:11 (ночь)	взлет	60	59	51	47	-	-	-	-	-	-
4	15:03 (день)	взлет	60	66	65	58	61	-	-	-	-	-
5	15:09 (день)	взлет	63	68	67	56	60	-	-	-	-	-
6	17:39 (день)	взлет	61	70	69	62	59	-	-	-	-	-
7	18:55 (день)	посадка	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
8	00:42 (ночь)	посадка	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-
9	15:44 (день)	взлет	-	-	-	-	-	71	70	63	60	55
10	17:14 (день)	взлет	-	-	-	-	-	72	72	65	61	65
11	05:59 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	60	64	70	65	58
12	06:05 (ночь)	взлет	-	-	-	-	-	59	66	69	65	67

В таблице 3.8 приведен список наиболее шумных ВС, не вошедших в общий анализ при взлете ВС.

Таблица 3.8 Наиболее шумные ВС, не вошедшие в общий анализ

№	Марка ВС	Время по данным аэропорта	ВП П	L _{Амакс} в точке, дБА				
				Точка №1-В	Точка №2-В	Точка №3-В	Точка №4-В	Точка №5-В
Взлет								
1	E135	24/04/2017 15:32	28R	61	70	69	54	55
2	CL60	24/04/2017 16:06	28R	48	66	56	67	62
3	CL30	24/04/2017 16:30	28R	60	67	63	56	63
4	AN24	24/04/2017 16:47	28R	59	68	69	-	63
5	B77W	24/04/2017 16:59	28R	64	69	69	-	61
6	CRJ2	24/04/2017 17:09	28R	50	60	61	-	51
7	FA7X	24/04/2017 17:12	28R	50	59	61	-	62
8	B733	28/04/2017 05:19	28L	61	50	55	56	56
9	SU95	24/04/2017 18:16	28R	57	61	61	56	64
10	E145	24/04/2017 18:20	28R	57	62	62	58	59
11	GLF6	24/04/2017 18:29	28R	54	61	61	54	61
12	A333	12/05/2017 00:07	28L	70	71	65	63	70
13	E175	18/04/2017 17:20	10R	56	64	51	53	53
14	B73G	18/04/2017 17:51	10R	53	64	52	46	46
15	AT72	18/04/2017 18:50	10R	64	56	58	53	53
16	B772	16/05/2017 15:01	10L	61	58	69	-	-
17	E190	16/05/2017 16:40	10L	62	59	69	-	-
18	F2TH	16/05/2017 18:38	10L	61	58	66	-	-
19	B736	21/05/2017 06:42	10R	59	62	-	-	-
20	B350	11/04/2017 16:58	28L	71	47	-	-	-

На рисунке 3.3 приведены максимальные уровни звука разных типов ВС.

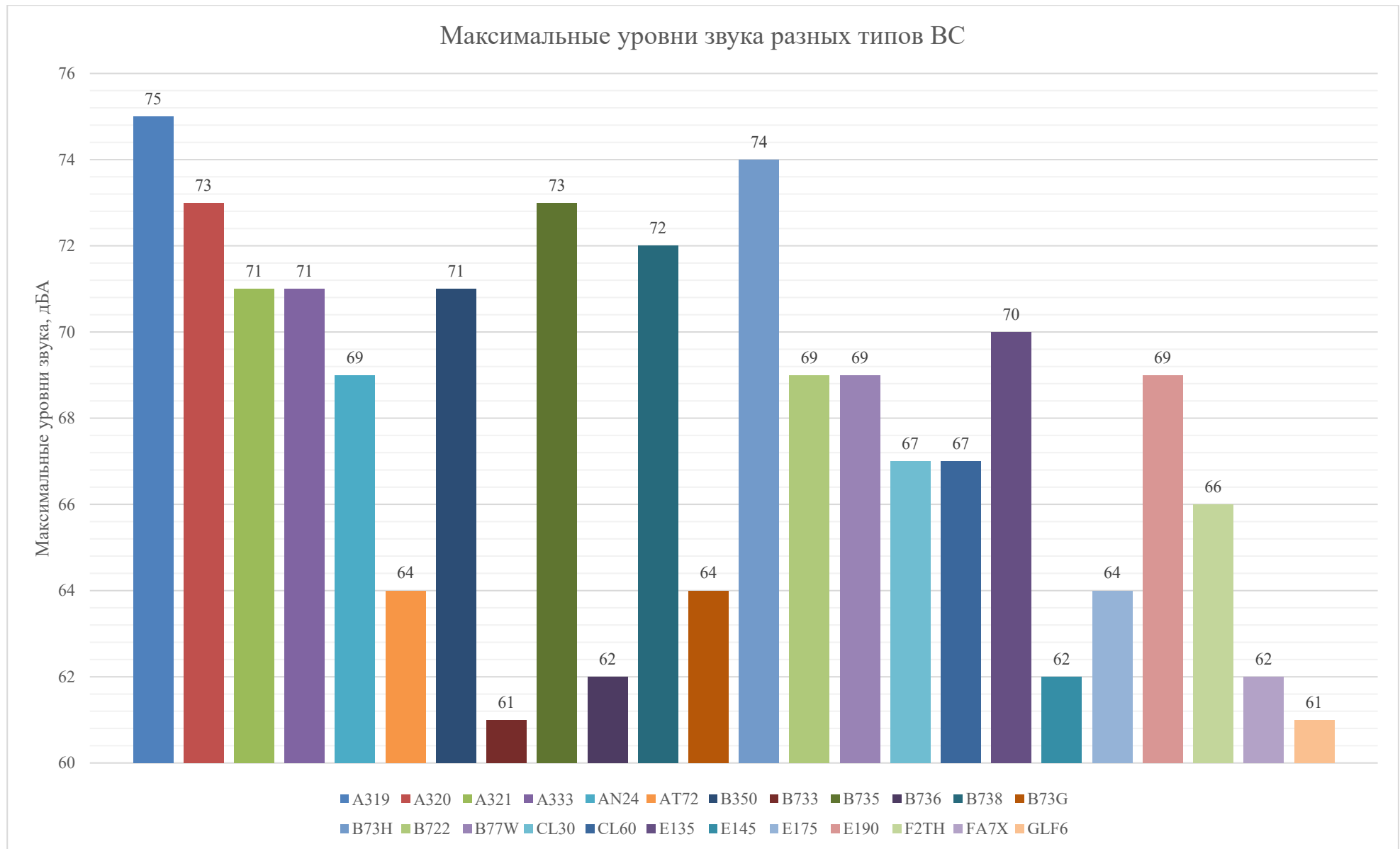


Рисунок 3.3 – Максимальные уровни звука, зафиксированные у разных типов ВС

Исходя из анализа рисунка 3.3, можно сделать вывод, что самыми шумными типами воздушных судов являются самолёты А319, А320, В735 и В73Н и статистически оценить, что шум воздушного судна на этапе взлёта значительно выше шума ВС на этапе посадки.

Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) ВС А319 в точках контроля за один период измерений были превышены в 54 событиях из 75 пролетов над селитебными территориями в ночной период времени (72% превышений из 100%), а также один раз из 109 пролетов в дневной период времени. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа А319. Диаграмма распределения событий показана на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Максимальные уровни звука, излучаемые самолетами гражданской авиации А319, превышающие нормы шума на селитебной территории за рассматриваемый период

Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) ВС А320 в точках контроля за один период измерений были превышены 39 из 58 (67% из 100% превышений), показаны на рисунке 3.5, событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток и 5 из 139 (4% из 100% превышений) в дневной период времени. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени самолетами типа А320.



Рисунок 3.5 – Максимальные уровни звука у типа самолета гражданской авиации A320, превышающие нормы шума на селитебной территории за рассматриваемый период

Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) ВС В735 в точках контроля за один период измерений были превышены 10 из 12 (84% из 100% превышений) событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток, показаны на рисунке 3.6, а также в 4 событиях из 33 (12% из 100% превышений) в дневной период времени суток. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа В735.



Рисунок 3.6 – Максимальные уровни звука у типа самолета гражданской авиации В735, превышающие нормы шума на селитебной территории за рассматриваемый период

Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) В73Н в точках контроля за один период измерений были превышены 2 из 4 (50% из 100%

превышений), рисунок 3.7, событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток и 1 из 43 (3% из 100% превышений) в дневной период времени суток. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа В73Н.



Рисунок 3.7 – Максимальные уровни звука у типа самолета гражданской авиации В73Н, превышающие нормы шума на селитебной территории за рассматриваемый период

3.2. Влияние траекторий полетов на шум вблизи аэропортов

3.2.1 Общие положения

Выдерживание установленных маршрутов полета является достаточно серьезным фактором, влияющим на акустическую нагрузку на приаэродромной территории. Анализ данных о фактической линии пути при взлете ВС показывает, что существуют отклонения от идеальной линии маршрута вылета – стандартного маршрута взлета. Это может существенно сказаться на акустической обстановке на территории, прилегающей к аэропорту и приводить к расхождению между расчетными и измеренными значениями на ближайшей селитебной территории. Установлено, что местоположение ВС в пространстве напрямую влияет на распространение шума на приаэродромной территории [2, 40, 41]. Альтернативные методы расчета (ИКАО doc. 9911) позволяют более детально оценить траекторию, разделив ее на элементарные участки, начиная от точки взлета, до высоты 3000 м. Типичный профиль набора высоты может включать до 10 характерных участков. Такой детальный подход к расчету шума от ВС позволяет оценить контуры шума с новой, более высокой, точностью. Нередко эти расчеты верны только на бумаге. Тому есть несколько причин: 1) разбег ВС не от торца полосы, а от места стыка рулежной дорожки с ВПП; 2) отклонение от выдерживания таких требований по управлению самолетом, как выпуск шасси, механизации крыла, режима работы двигателя и т.д.; 3) невыполнение требований по малошумным процедурам взлета; 4) невыдерживание стандартных маршрутов взлета и захода на посадку. Чтобы этого избежать, повышение требований к расчетам контуров авиационного шума должно непременно вести к увеличению требований к управлению самолетом и более строгому соблюдению всех элементов взлетно-посадочных процедур. К сожалению, отсутствие в аэропортах РФ контроля данных параметров позволяет экипажам ВС допускать вышеуказанные отклонения. Существующие методики измерений позволяют производить оценку уровней шума на прилегающей селитебной территории, тем самым позволяя оценить только динамику изменений уровней шума. Установить взаимосвязь влияния фактических линий пути ВС с

изменением шума на селитебной территории не представляется возможным. При наличии данных о ВС отклонившихся от стандартных маршрутов вылета и данных о шуме на ближайшей селитебной территории возможно аргументированно установить, что является причиной повышения уровней шума на приаэродромной территории, а также принять меры по его снижению. Для решения данной задачи предложена методика, которая позволяет контролировать отклонение ВС от стандартного маршрута взлета ВС. [2, 40]. Как правило наиболее заинтересованной в данном вопросе службами аэропорта является служба охраны окружающей среды, принимающая многочисленные заявки от жителей близлежащих к аэропорту населенных пунктов. Действующих механизмов и рычагов воздействия на контроль и соблюдение установленных процедур взлета и посадки, как правило, такие службы не имеют. Нередко встречаются ситуации, когда доказать этот факт является проблематичным даже на внутреннем уровне аэропорта. С этой же проблемой сталкиваются специалисты органов исполнительной власти, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.2.2 Методика контроля авиационного шума за соблюдением установленных трасс полета

Цель методики измерений. Для решения проблемы оценки влияния несоответствия установленных процедур полета реальным событиям автором разработана методика измерения авиационного шума, позволяющая без значительного объема исходных данных и привлечения сил органов управления воздушным движением количественно оценить масштабы различий расчетных и реальных значений авиационного шума на местности. Данная методика позволяет установить взаимосвязь влияния фактической линии пути (пролета ВС по определенной траектории) с изменением шума на селитебной территории.

Основные принципы разработанной методики:

1. **Выбор объекта исследования.** Проводится анализ территории аэропорта и близрасположенных от него нормируемых объектов: расположение аэропорта относительно городской застройки, как близко расположена селитебная территория, сколько взлетно-посадочных полос и как проходят стандартные маршруты взлета и посадки);
2. **Анализ траекторий полёта и алгоритм выбора расчётных точек.** Алгоритм выбора точек в большей степени основывается на анализе траектории стандартных маршрутов взлета и посадки ВС. Исходя из этого анализа, расставляются точки измерений на селитебной территории, которые находятся в близости от стандартных маршрутов взлета. Количество точек для измерения на селитебной территории выбирается исходя из количества жилых районов и населенных пунктов (села, деревни, поселки или городская черта) и также выбираются точки контроля за отклонениями ВС от стандартных маршрутов взлета и посадки исходя из количества этих стандартных маршрутов взлета/посадки. Две точки измерений располагаются строго симметрично между одним стандартным маршрутом взлета – это точки контроля для выявления отклонения ВС от стандартного маршрута взлета. Расстояние между ними выбирается исходя из того, чтобы

они (две точки) находились строго симметрично между стандартным маршрутом взлета/посадки, в зависимости от полосы и расстояние между точками контроля определяется экспериментально в зависимости от условий измерений: рельеф местности, расположение радиотехнических средств аэропорта (радары, позволяющие ВС совершать взлет и посадку с помощью автоматических средств находятся в пределах приаэродромной территории и их работа может существенно повлиять на работу средств измерений). В среднем расстояния между точками может быть 1-2 км;

3. **Критерий отклонения воздушного судна в точках контроля.** Критерием оценки траектории полетов ВС была разница максимальных уровней звука в 6 дБА, при которой звуковое давление в точках различается в 2 раза. Если разница в максимальных значениях УЗ в двух ТИ при пролете ВС превышает 6 дБА, то фактическая траектория полета ВС отклонилась от установленных процедур взлета, что в последствии можно отследить в точках, расположенных на селитебной территории.
4. **Требования к используемым техническим средствам.** В качестве средств измерений должны использоваться портативные шумомеры-анализаторы спектра 1 класса точности.
5. **Требования к условиям проведения измерений.** Измерения должны проводиться вне зоны неблагоприятных условий сочетания температуры и относительной влажности воздуха согласно ГОСТ 22283-2014 [8], атмосферные осадки должны отсутствовать, скорость ветра не превышать 5 м/с, если скорость ветра превышает 1 м/с на микрофон надевается ветрозащита. Рабочий центр микрофона должен располагаться на высоте 1,5 м над уровнем земной поверхности. Ось микрофона ориентирована вверх. Средства измерений установлены на штативы. Между микрофоном и ВС не должно быть препятствий, искажающих звуковое поле. Поверхность земли, в окрестностях точек измерений должна быть покрыта землей, либо прошлогодними травами, либо асфальтом.

- 6. Требования к условиям измерения авиационного шума.** Минимальное количество звуковых событий. Измерения авиационного шума (АШ) следует проводить при пролете воздушного судна (ВС) в регламентируемые интервалы времени суток. Чтобы получить достоверную оценку эквивалентного или максимального уровня звука, или уровня воздействия звука, на интервале, равном продолжительности измерений, должно быть задано минимальное число звуковых событий, в установленный интервал времени с учётом требований ГОСТ 31296.2-2006. При этом в каждой точке максимальные уровни звукового давления определять предпочтительно по 20 или более, но не менее пяти, пролётам на наиболее шумных режимах полёта [2, 40]. При измерении АШ следует выделить временной участок, достаточной продолжительности для того, чтобы включить всю акустическую энергию, относящуюся к пролету ВС. Перед этим проводится измерение фонового шума в ТИ. Если УЗ отличается от фонового шума менее, чем на 10 дБА, то результаты измерений признают неудавшимися и повторяет измерения при следующем пролете ВС. Учитывается участок измерений по времени, в котором УЗ отличается от максимального не более, чем на 10 дБА.
- 7. Требования к обработке результатов измерений.** После проведения измерений анализируется количество ВС, отклонившихся от стандартных маршрутов взлета (согласно критерию оценки отклонений от стандартных маршрутов движения), и ВС, которые соблюли установленные маршруты. Проводится анализ измеренных данных на селитебной территории и устанавливается взаимосвязь с ВС, отклонившихся от стандартных маршрутов взлета/посадки и ВС, которые соблюли данные маршруты.

3.2.3 Применение методики контроля шума на примере аэропорта «Пулково»

Разработанная методика контроля шума апробирована путем анализа авиационного шума вблизи аэропорта «Пулково». Аэродром аэропорта «Пулково» имеет две параллельные независимые взлетно-посадочные полосы, систему магистральных, соединительных и вспомогательных рулежных дорожек, пять перронов. Искусственные взлетно-посадочные полосы №1 и №2 предназначены для посадки в соответствии с категорией ИКАО без ограничений по взлетной массе. Аэродром соответствует сертификационным требованиям и пригоден для международных полетов. В территориальном отношении участок аэропорта «Пулково» расположен в Московском административном районе Санкт-Петербурга.

Территория аэропорта общей площадью около 1300 га граничит:

- с севера – с производственными, транспортно-логистическими, общественно- деловыми и складскими территориями, жилой застройкой Авиагородка и садовыми участками;
- с востока – с Пулковским шоссе и общественно-деловыми территориями, включая подъездные пути к аэровокзальному комплексу Пулково-1;
- с запада – с незастроенной территорией города;
- с юга – с землями Ленинградской области; с территорией, зарезервированной для развития аэропорта на долгосрочную перспективу; районом города Санкт-Петербурга - Погорелово.

Рельеф территории спокойный с абсолютными отметками от 16,0 м до 22,0 м с понижением рельефа от юго-восточной части территории к северной и восточной её частям.

В качестве средств измерений рекомендуется использовать портативные шумомеры-анализаторы спектра 1 класса точности [2, 37]. На примере аэропорта «Пулково» использовались приборы фирмы «ОКТАВА-Электрондизайн» с микрофонами ВМК-205 и ВМК-265, ноутбук с возможностью беспроводного

подключения к сети Интернет, вспомогательное оборудование (ветрозащита, штативы и пр.).

Измерения проводились вне зоны неблагоприятных условий сочетания температуры и относительной влажности воздуха согласно ГОСТ 22283-2014 [8], атмосферные осадки отсутствовали, скорость ветра не превышала 5 м/с, если скорость ветра превышала 1 м/с не микрофон надевалась ветрозащита. Следует уделять особое внимание размещению средств передающих радиотехнических объектов, т.к. радары, позволяющие ВС совершать взлет и посадку с помощью автоматических средств находятся в пределах приаэродромной территории и их работа может существенно повлиять на работу средств измерений.

Рабочий центр микрофона располагался на высоте 1,5 м над уровнем земной поверхности земли. Ось микрофона была ориентирована вверх. Средства измерений были установлены на штативы и соединены с ними посредством резьбового соединения. Между микрофоном и ВС препятствия, искажающих звуковое поле, отсутствовали. Поверхность земли, в окрестностях точек измерений была покрыта землей и прошлогодними травами [2, 40].

Алгоритм выбора расчетных точек в большей степени основывается на анализе траектории стандартных маршрутов взлета и посадки ВС. Исследуемый аэропорт имеет следующие магнитные курсы 097/277. Северная ВПП обозначается как 10L/28R (длина 3400 м), южная – 10R/28L (длина 3780 м). Основными направлениями для взлета используются OKUDI, LISNA, GONBI. Приведены схематичные обозначения стандартных трасс взлета (рисунок 3.8).

Алгоритм выбора расчетных точек в большей степени основывается на анализе траектории стандартных маршрутов взлета и посадки ВС. Исследуемый аэропорт имеет следующие магнитные курсы 097/277. Северная ВПП обозначается как 10L/28R (длина 3400 м), южная – 10R/28L (длина 3780 м).

Количество точек для измерения выбирается, исходя из количества стандартных маршрутов взлета и посадки ВС. Две точки измерений располагаются строго между одним стандартным маршрутом взлета. Расстояние между ними выбирается исходя из того, чтобы они (две точки) находились строго симметрично

между стандартным маршрутом вылета/посадки, в зависимости от полосы взлета. Расстановка точек измерения на примере аэропорта Пулково была проведена следующим образом (Рисунок 3.9). Три точки №1, №2, №3 были выбраны с целью контроля траектории полетов ВС. Данные точки были распределены в западном направлении от аэропорта Пулково. Для оценки уровней шума на ближайшей селитебной территории выбраны две точки №4 и №5.

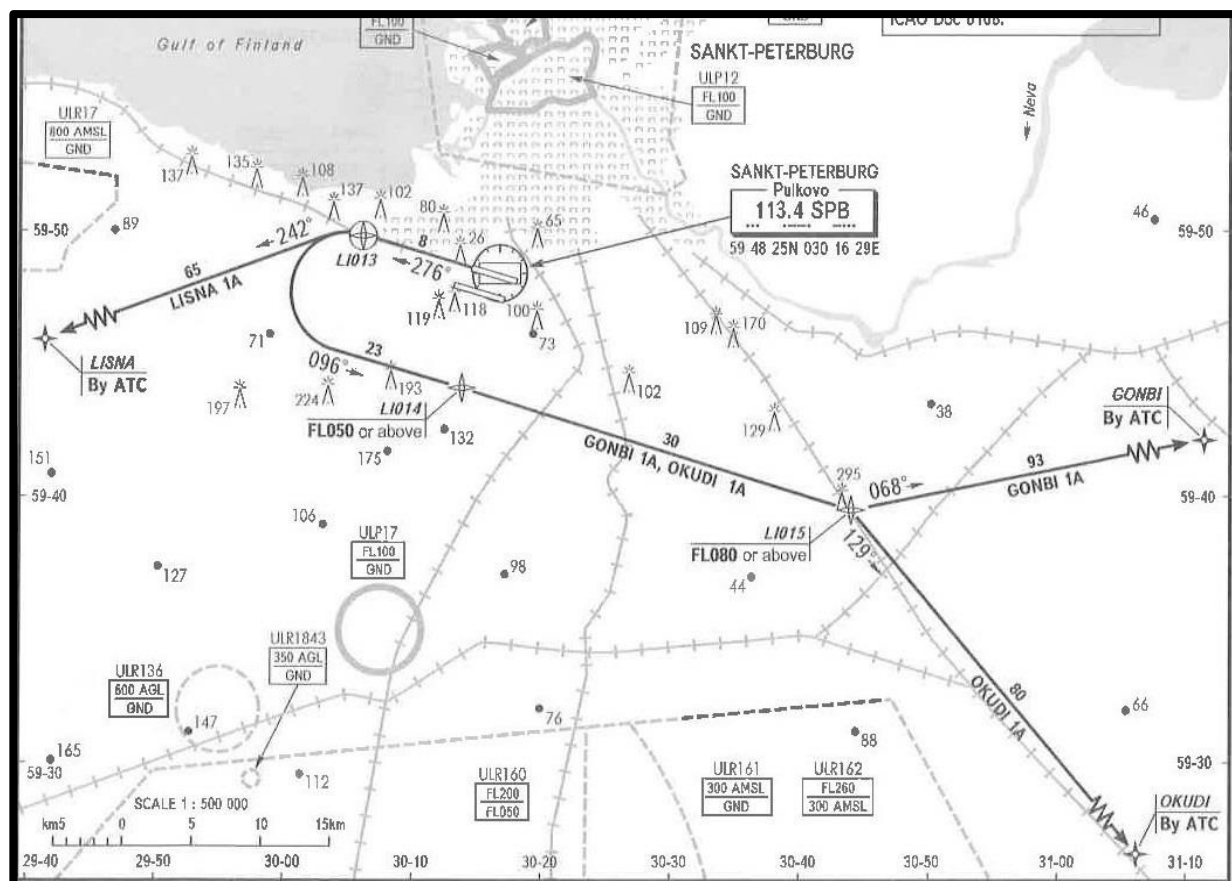


Рисунок 3.8 Схематические обозначения стандартных трасс взлета ВС

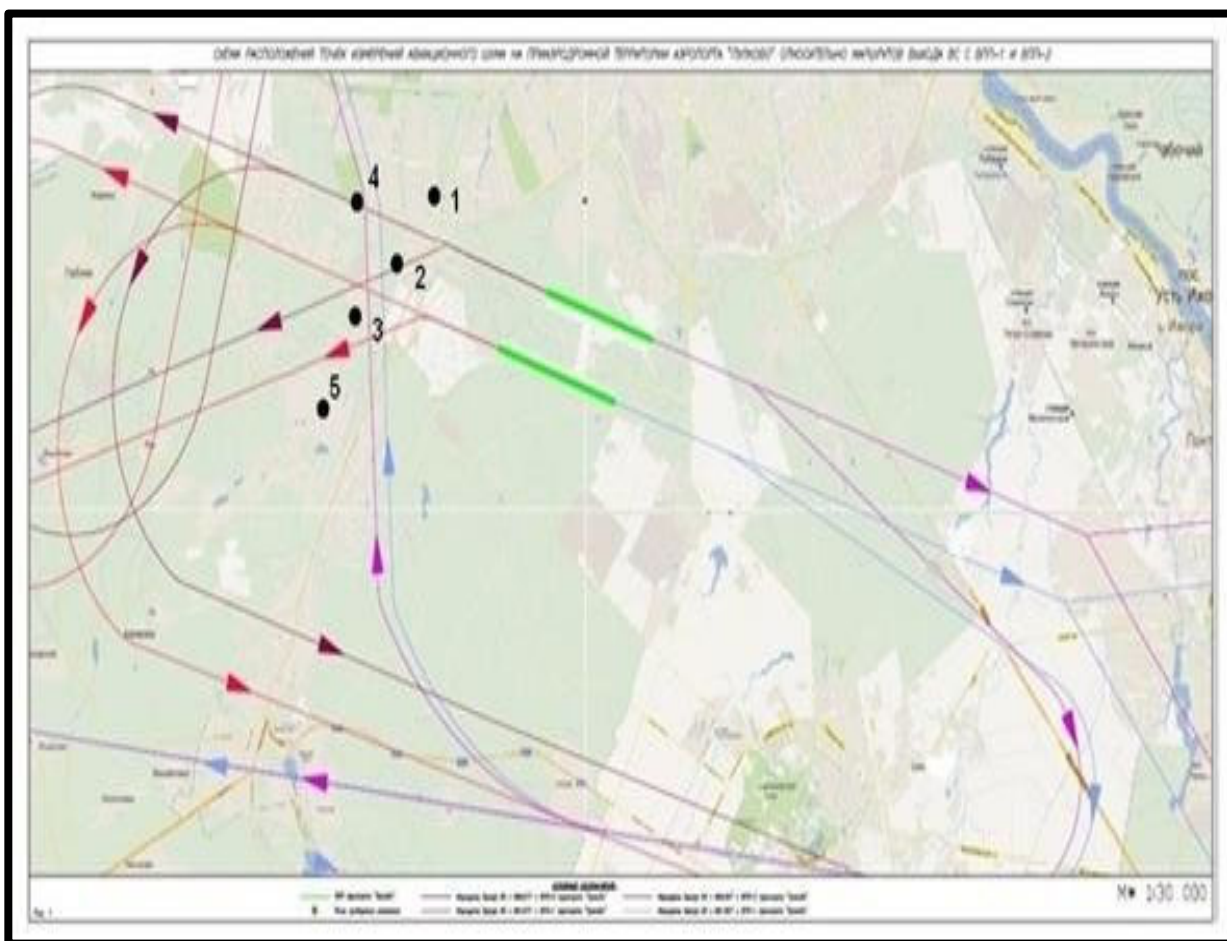


Рисунок 3.9 Расположение точек измерения между стандартным маршрутом взлета ВС на примере аэропорта «Пулково»

При измерении АШ следует выделить временной участок, достаточной продолжительности для того, чтобы включить всю акустическую энергию, относящуюся к пролету ВС. Перед этим проводится измерение фонового шума в ТИ. Если УЗ отличается от фонового шума менее, чем на 10 дБА, то результаты измерений признают неудавшимися и повторяет измерения при следующем пролете ВС. Учитывается участок измерений по времени, в котором УЗ отличается от максимального не более, чем на 10 дБА. (Рисунок 3.10)

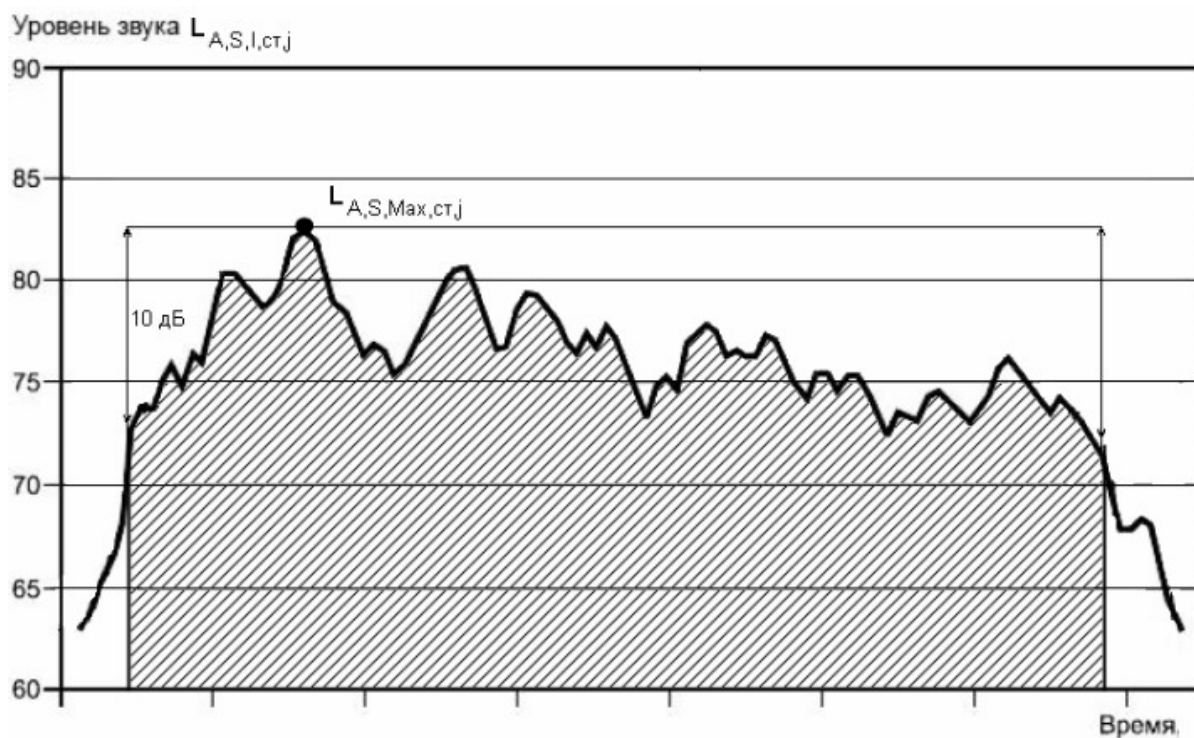


Рисунок 3.10 Учитывающийся участок измерений уровней звука по времени во время пролета ВС

Измерения авиационного шума (АШ) следует проводить при пролете воздушного судна (ВС) в регламентируемые интервалы времени суток. Чтобы получить достоверную оценку эквивалентного или максимального уровня звука, или уровня воздействия звука, на интервале, равном продолжительности измерений, должно быть задано минимальное число звуковых событий, в установленный интервал времени с учётом требований ГОСТ 31296.2-2006. При этом в каждой точке максимальные уровни звукового давления определяют предпочтительно по 20 или более, но не менее пяти, пролётам на наиболее шумных режимах полёта [2, 40].

Критерием оценки траектории полетов ВС была разница уровней в 6 дБА, при которой звуковое давление в точках различается в 2 раза. Если разница в максимальных значениях УЗ в двух ТИ при пролете ВС превышает 6 дБА, то фактическая линия пути ВС отклонилась от установленных процедур взлета. Данная методика может быть использована для любых аэропортов и аэродромов, находящихся в непосредственной близости от селитебных территорий.

При проведении мониторинга аэропорта Пулково были сделаны совмещенные схемы траекторий полета ВС за весь период проведения измерения. Схема одного из дней (Рисунок 3.11).

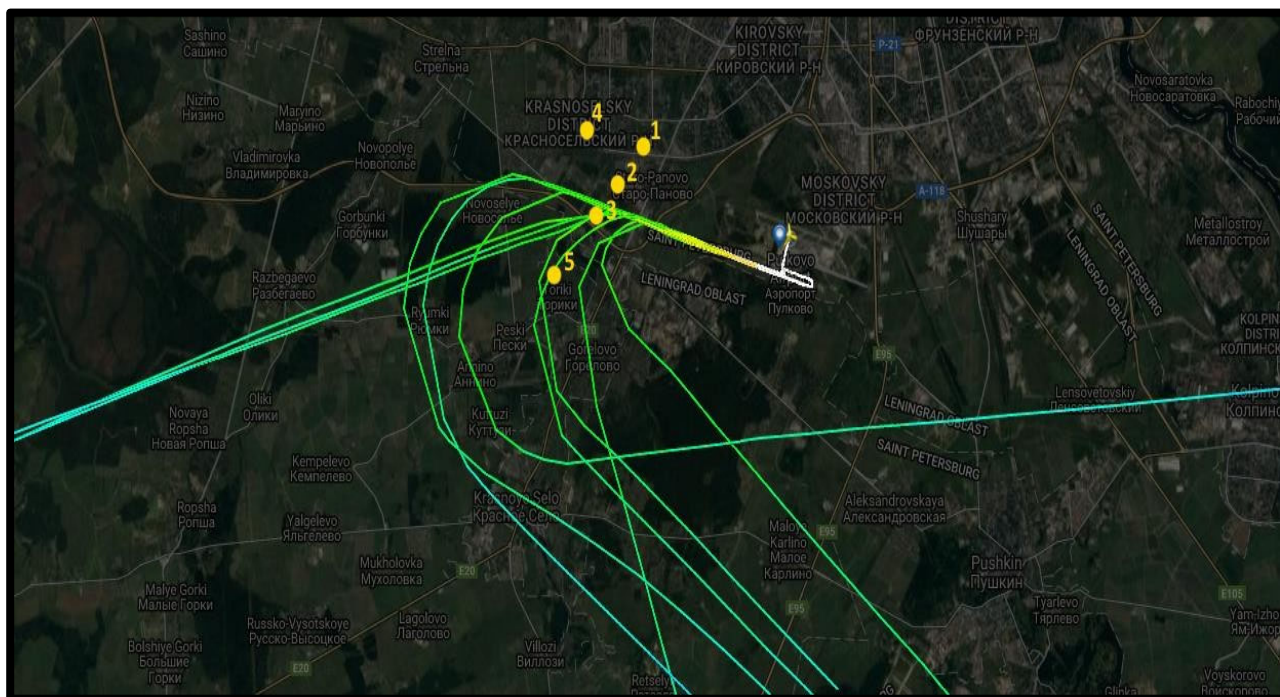


Рисунок 3.11 Совмещенная схема траекторий полета

Согласно разработанным критериям оценки отклонений от стандартных маршрутов движения сделаны следующие выводы:

- при взлете по курсу 28R строго соблюдали стандартные маршруты взлета 77% из 78 отмеченных ВС;
- при взлете по курсу 28L строго соблюдали стандартные маршруты взлета 70% из 24 отмеченных ВС.

Результаты мониторинга были сведены в таблицы, в которых прописывались максимальные уровни звука в момент пролета ВС, время пролета ВС и тип ВС. Т.к. данных получилось очень много и таблицы занимают большой объем, то приводится только часть полученных данных в качестве результатов проведенного мониторинга АШ вблизи аэропорта Пулково. В первой таблице записаны результаты мониторинга для точек контроля №1 и №2 (таблица 3.9).

Таблица 3.9 Результаты мониторинга для точек контроля №1 и №2

ТИ 1			ТИ 2			Разница L _{Амакс} , дБ(А), в точках
Тип ВС	Время со- бытия	L _{Амакс} , дБ(А)	Тип ВС	Время со- бытия	L _{Амакс} , дБ(А)	
A320	-	-	A320	-	-	
1	15:38	71	1	15:38	69	2
2	16:39	64	2	16:39	73	9
3	17:22	70	3	17:22	69	1
4	17:28	64	4	17:28	73	9

В таблице записаны результаты мониторинга для точек, расположенных на селитебной территории №4 и №5 (таблица 3.10).

Таблица 3.10 Результаты мониторинга для точек, расположенных на селитебной территории №4 и №5

ТИ 4			ТИ 5			Разница L _{Амакс} , дБ(А), в точках
Тип ВС	Время со- бытия	L _{Амакс} , дБ(А)	Тип ВС	Время со- бытия	L _{Амакс} , дБ(А)	
A320	-	-	A320	-	-	
1	15:38	66	2	16:39	65	1
2	16:39	64	1	15:38	71	7
3	17:22	62	4	17:28	64	2
4	17:28	64	3	17:22	71	7

Из полученных данных следует, что отклонившиеся ВС от установленных маршрутов взлета создают большее шумовое воздействие на близлежащие селитебные территории, чем ВС, которые соблюдают данные маршруты. За период мониторинга 8 лет и спектров шума на каждый пролет ВС (зафиксированных за данный период времени более 8-10 тысяч) число отклонившихся ВС достигает до 70 – 80%. Разница в точках контроля на жилых застройках может достигать в среднем до 9 дБА. Аэропорту Пулково рекомендуется обратить внимание на авиакомпании, чьи суда не соблюли установленные стандартные маршруты взлета ВС.

В Приложении 2 представлены данные по мониторингу и контролю ВС, отклонившихся от стандартных маршрутов взлета и посадки за период контроля с 2020 по 2022 года.

На рисунке 3.12 представлен статистический график отклонений воздушными судами от стандартных маршрутов взлета и посадки, зафиксированными в период проведения мониторинга.



Рисунок 3.12 – Статистический график отклонений воздушными судами от стандартных маршрутов взлета и посадки, зафиксированными в период проведения мониторинга

За данный временной промежуток было зафиксировано 1809 пролетов самолетов гражданской авиации, из них 73% отклонились от установленного стандартного маршрута взлета/посадки, а количество превышений по шуму на селитебной территории составили 78%.

3.3. Влияние основных режимов полета на воздействие шума в точках наблюдения

Для выявления шумовых характеристик ВС на различных режимах (этапах) полета было выбрано 6 точек контроля вдоль ВПП и сама ВПП была поделена на условные участки осуществления ВС различных режимов взлета и посадки.

Перечень используемого оборудования:

- Шумомеры-анализаторы спектра первого класса точности ОКТАВА-110А и ЭКОФИЗИКА-110А (6 шт.);
- Калибратор акустический АК-1000;
- Дальномер лазерный GLM 80 Professional;
- Метеометр;
- Штатив (6 шт.).

Описание процесса измерений в каждой точке контроля: В процессе установки системы измерения шума, оборудование устанавливается на высоте $(1,2 \pm 0,1)$ м - $(1,5 \pm 0,1)$ м на штатив над уровнем поверхности территории и на расстоянии не менее 2 м от зданий, сплошных заборов или других сооружений, препятствующих распространению шума. Устанавливаемая система измерения шума статична, без возможности ее неконтролируемого перемещения. Главная ось измерительного микрофона направлена в сторону основного источника шума (Взлётно-посадочная полоса). Измерялись эквивалентный уровень звука $L_{\text{АЭКВ}}$ и максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}$ за время t (1-3 часов) при воздействии авиационного шума в дневной период времени суток.

Взлёт самолета. Большинство современных самолетов способно совершать взлет лишь с разбегом.

На Рисунке 3.13 представлен этапы взлёта на примере аэропорта «Пулково» с точками контроля шума.

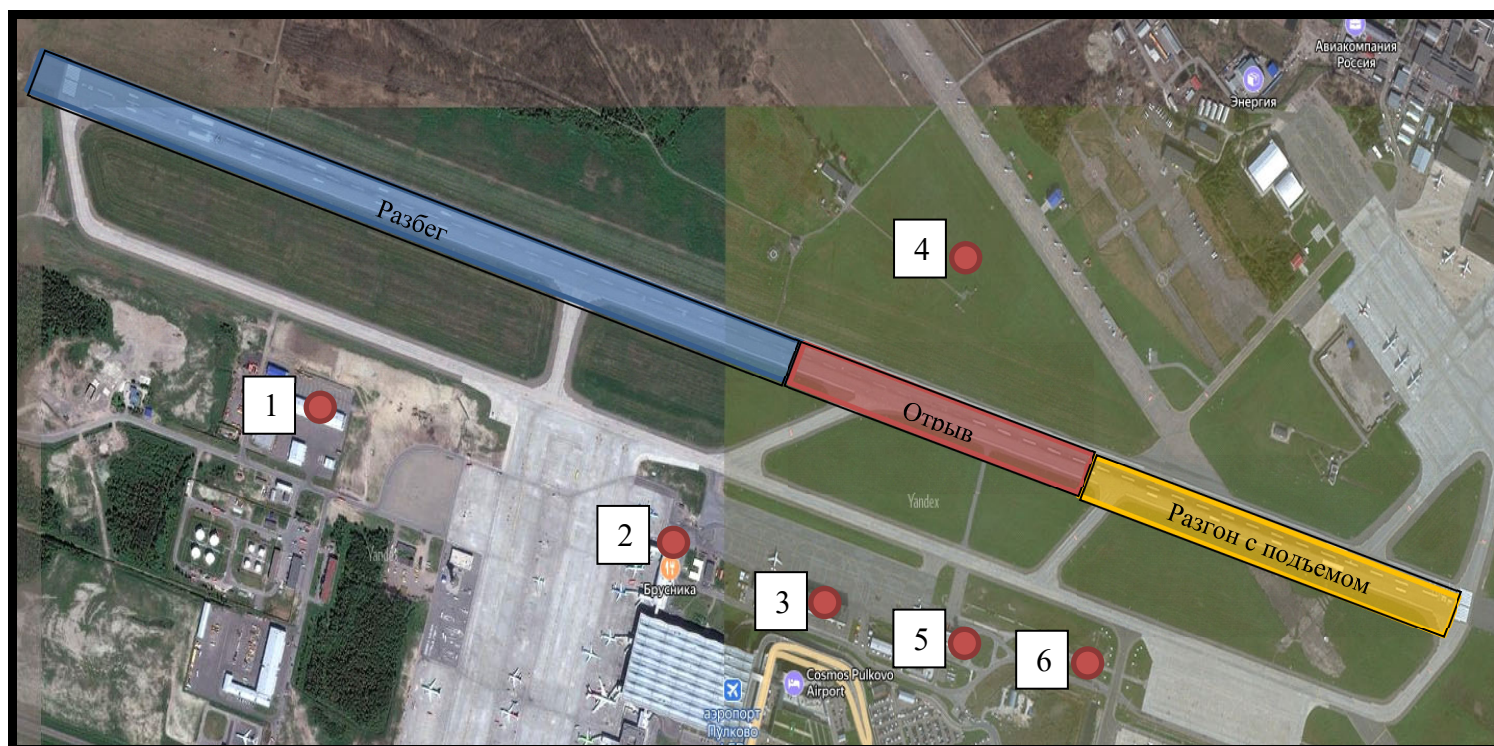


Рисунок 3.13 – Схема измерений уровней шума вдоль ВПП на этапах взлёта ЛА (1,2,3,4,5,6 – точки измерений).

Взлет воздушного судна разделен на три этапа: Разбег, Отрыв и Разгон с подъемом (воздушного участка).

Разбег – это первый этап взлёта воздушного судна, который представляет собой движение летательного аппарата с ускорением по ВПП, нужный для получения скорости, при которой крыло создаст подъемную силу, при помощи которой самолёт сможет оторваться от земли. На данном этапе воздушное судно движется прямолинейно, набирая скорость, до этапа «Отрыва» от ВПП.

Отрыв – момент отделения воздушного судна от ВПП (земли). После отрыва от ВПП, ЛА переходит к этапу «Разгона с подъемом», при котором самолет продолжает разгон скорости и переходит в набор высоты.

В таблице 3.11 представлены результаты измерений шума воздушного судна №1, №2 и №3 на различных этапах взлёта.

Таблица 3.11 измерений шума воздушного судна №1, №2 и №3 на различных этапах взлёта.

№ВС	№ Точки изме- рений	Уровни звукового давления, дБ, в октавных поло- сах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука/ эквива- лент- ные уровни звука, дБА	Рассто- яние до ВПП	Этап
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
№1	1	72	74	63	73	67	70	69	63	46	75	145 м	начало разбега
	2	74	76	79	83	86	78	73	66	58	85	140 м	разбег
	3	74	76	85	84	89	76	70	65	61	87	150 м	
	4	74	73	77	88	80	82	80	68	58	86	200 м	
	5	71	75	76	78	80	79	74	60	30	82	120 м	отрыв
	6	74	74	78	79	80	78	74	60	36	83	120 м	разгон с подъ- емом
№2	1	76	70	70	70	71	70	68	51	31	74	145 м	начало разбега
	2	76	74	82	83	80	75	72	57	53	81	140 м	разбег
	3	79	75	85	86	83	78	73	59	50	84	150 м	
	4	79	73	83	84	83	77	74	62	48	83	200 м	
	5	75	77	75	77	76	75	67	56	45	78	120 м	отрыв
	6	79	79	77	78	79	74	69	63	56	79	120 м	разгон с подъ- емом
№3	1	72	72	66	70	71	72	70	58	22	76	145 м	начало разбега
	2	76	75	83	82	81	75	71	52	47	81	140 м	разбег
	3	78	75	85	86	84	76	71	58	46	83	150 м	
	4	77	76	86	85	81	73	69	55	43	82	200 м	
	5	74	74	79	80	76	70	67	54	41	77	120 м	отрыв
	6	72	69	76	77	77	72	70	52	38	78	120 м	разгон с подъ- емом

На рисунке 3.14 показано, как меняется УЗ воздушного судна №1 с изменение этапов (режимов) взлёта.

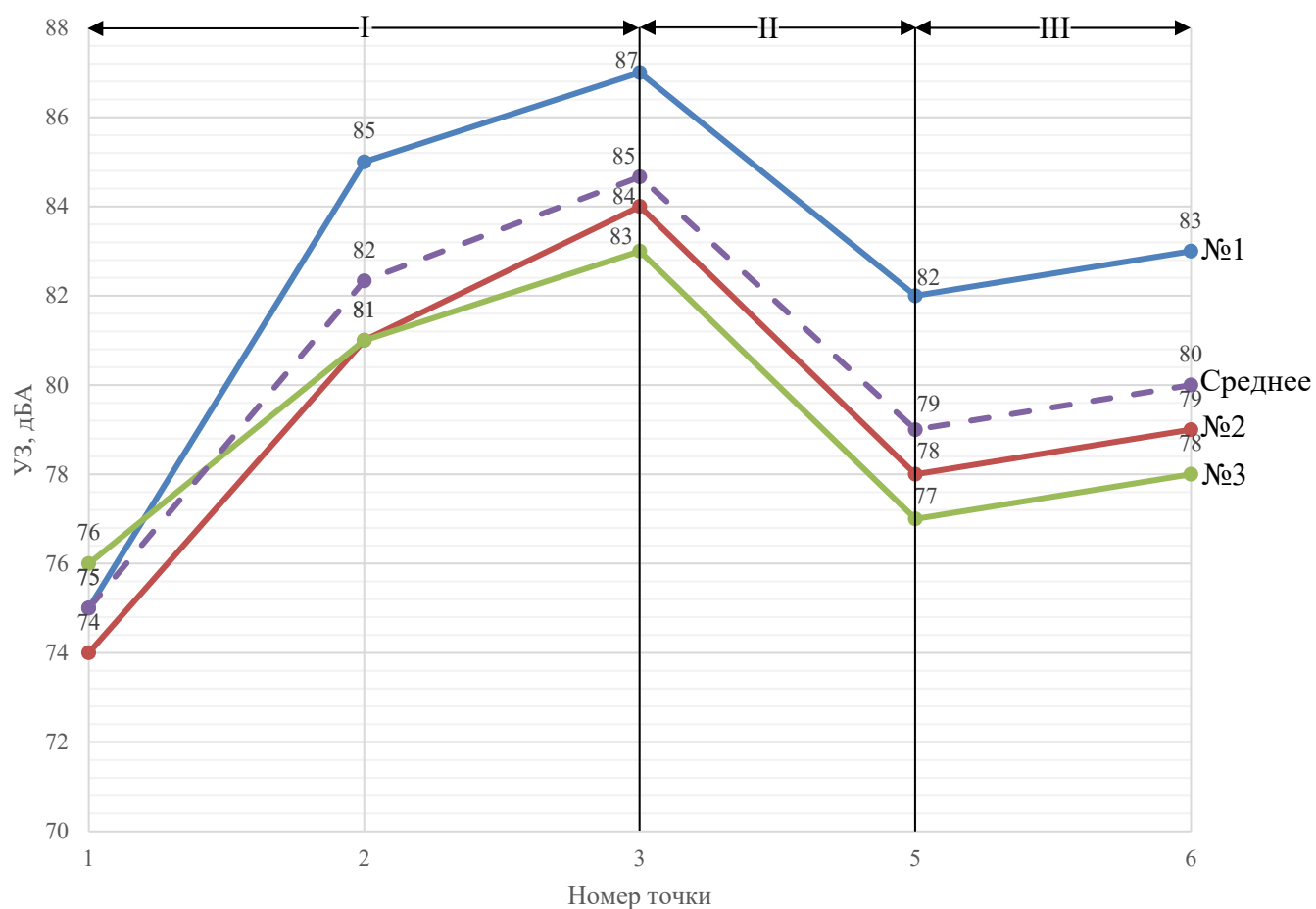


Рисунок 3.14 – График зависимости УЗ воздушных судов №1, №2 и №3 от номера точки измерений (I – разбег, II – отрыв, III – разгон с подъемом).

На графике исключена точка 4, т.к. она находится параллельно точки 3. Обработка полученных результатов показала, на этапе I – «Разбег» происходит рост шумового воздействия. Данный факт объясняется тем, что ВС увеличивает скорость движения по ВПП с «начала разбега» до «отрыва» с 75 до 85 дБА (на 10 дБА). На этапе II – «Отрыв» виден спад УЗ, который показывает, что шумовое воздействие от ВПП при контакте с ВС было прекращено и при их отделении друг от друга произошло снижение УЗ с 85 дБА до 79 дБА (на 6 дБА). На этапе III – «Разгон с подъемом» виден рост УЗ, обусловленный тем, что самолет продолжает разгон скорости и переходит в набор высоты тем самым продолжая увеличивать собственный уровень шумового воздействия с 79 до 80 дБА (на 1 дБА).

Посадка самолета. Посадка является заканчивающим этапом всего полёта ВС. Она представляет собой замедленное движение самолета с высоты 25 м до полной остановки после пробега по ВПП. Этапы (режимы) посадки ЛА: 1) планирование (снижение), 2) выравнивание, 3) выдерживание, 4) приземление, 5) пробег. На примере аэропорта «Пулково» было проанализировано 3 этапа (режима): выдерживание, приземление, пробег.

Выдерживание производится для уменьшения скорости до посадочной и представляет собой торможение самолета в горизонтальном полете до момента «приземления». «Пробег» самолета является заключительным этапом посадки. После касания земли самолет совершает пробег с торможением по ВПП.

На рисунке 3.15 представлен этапы посадки на примере аэропорта «Пулково» с точками контроля шума.

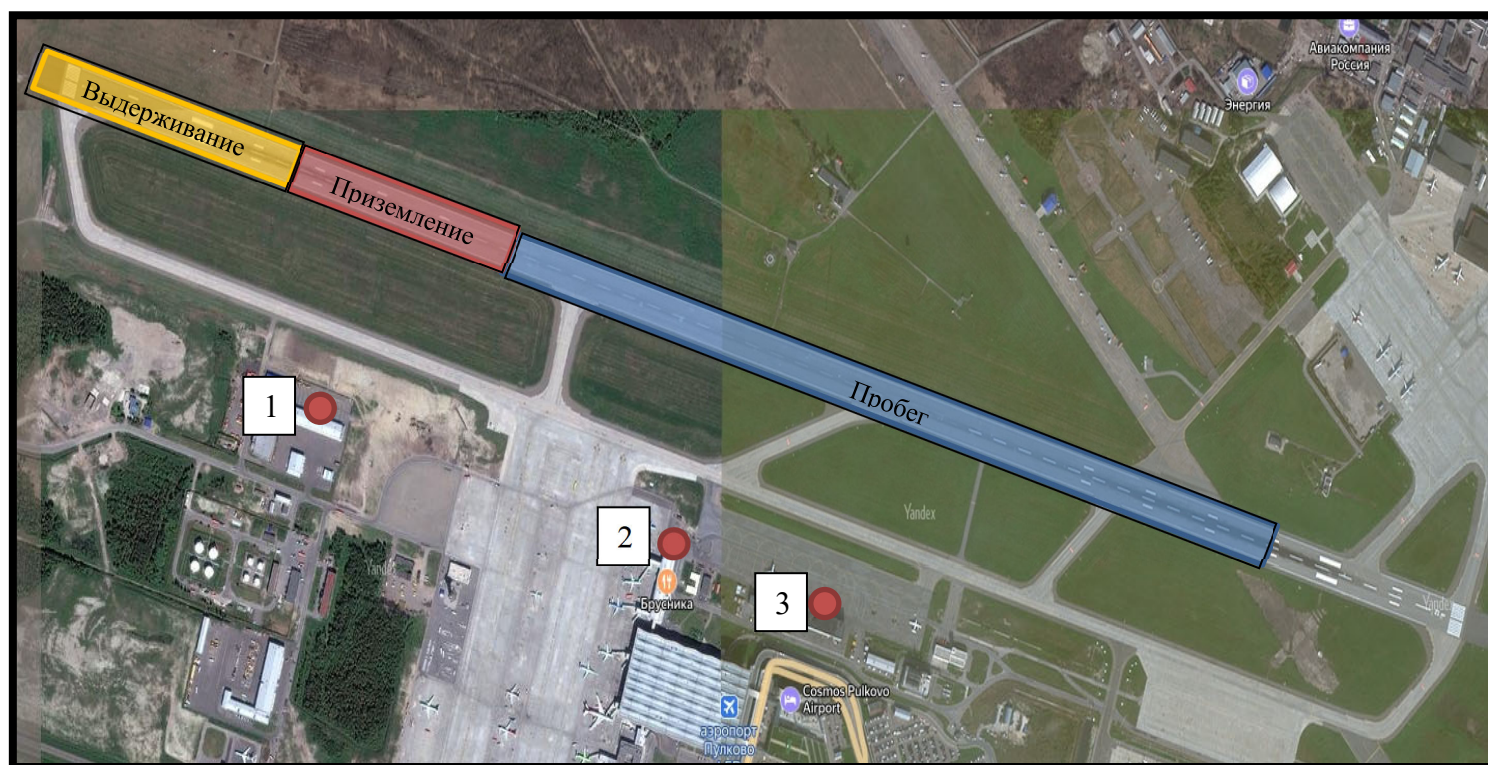


Рисунок 3.15 – Схема измерений уровней шума вдоль ВПП на этапах посадки ЛА (1,2,3 – точки измерений).

В таблице 3.12 представлены результаты измерений шума воздушного судна №4, №5 и №6 на различных этапах посадки.

Таблица 3.12 измерений шума воздушных судов №4, №5 и №6 на различных этапах посадки.

№ВС	№ Точки измерений	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука/эквивалентные уровни звука, дБА	Расстояние до ВПП	Этап
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
№4	1	74	70	68	66	65	63	63	49	46	68	330 м	Выдерживание
	1	77	71	69	72	74	74	71	58	54	78	140 м	Приземление
	2	73	70	67	71	72	73	69	59	52	76	150 м	Пробег
	3	71	67	65	65	69	69	66	56	49	68	200 м	
№5	1	70	62	56	57	56	59	54	43	37	62	330 м	Выдерживание
	1	75	63	57	66	67	59	58	51	44	67	140 м	Приземление
	2	69	60	55	64	61	59	55	42	35	63	150 м	Пробег
	3	67	59	54	60	58	54	52	38	28	60	200 м	
№6	1	80	73	70	69	67	66	62	48	32	69	330 м	Выдерживание
	1	82	78	70	70	71	70	68	51	40	74	140 м	Приземление
	2	80	76	69	68	66	65	61	52	42	69	150 м	Пробег
	3	79	76	68	66	68	62	53	49	40	67	200 м	

На рисунке 3.16 показано, как меняется УЗ воздушного судна №4 с изменением этапов (режимов) посадки.

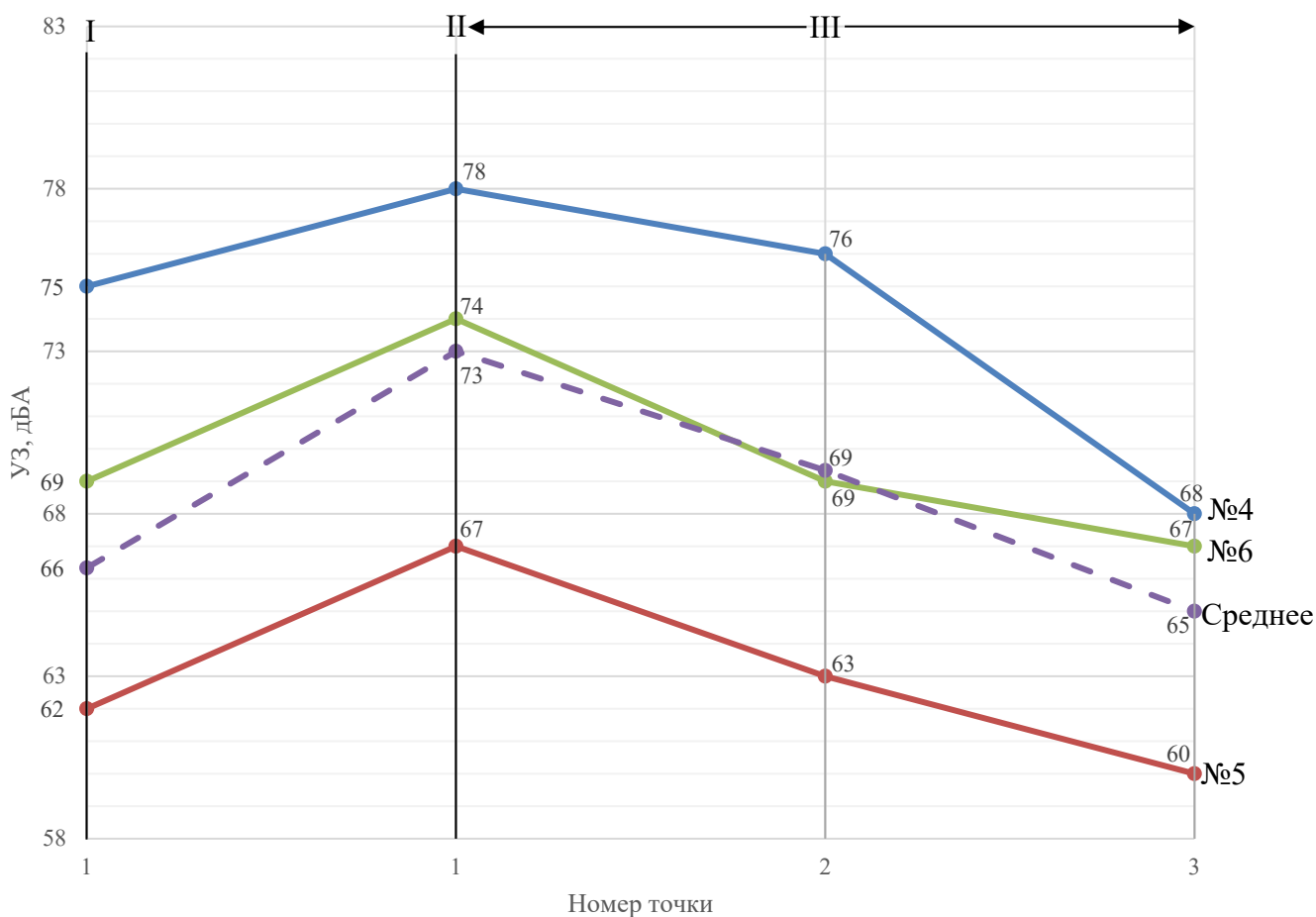


Рисунок 3.16 – График зависимости УЗ воздушного суда №4 от номера точки измерений.

Обработка полученных результатов показала, при переходе с этапа I – «Выдерживание» к этапу II – «Приземление» происходит рост шумового воздействия с 66 до 73 дБА (на 7 дБА), т. к. при контакте ВС с ВПП добавляется шум от торможения шасси и взаимодействия шасси с ВПП. На этапе III – «Пробег» виден спад УЗ с 73 до 65 дБА (на 8 дБА), который обусловлен постепенным снижением скорости ВС вдоль ВПП.

На рисунке 3.17 показаны графики средних значения уровней звуков на различных этапах взлета/посадки.

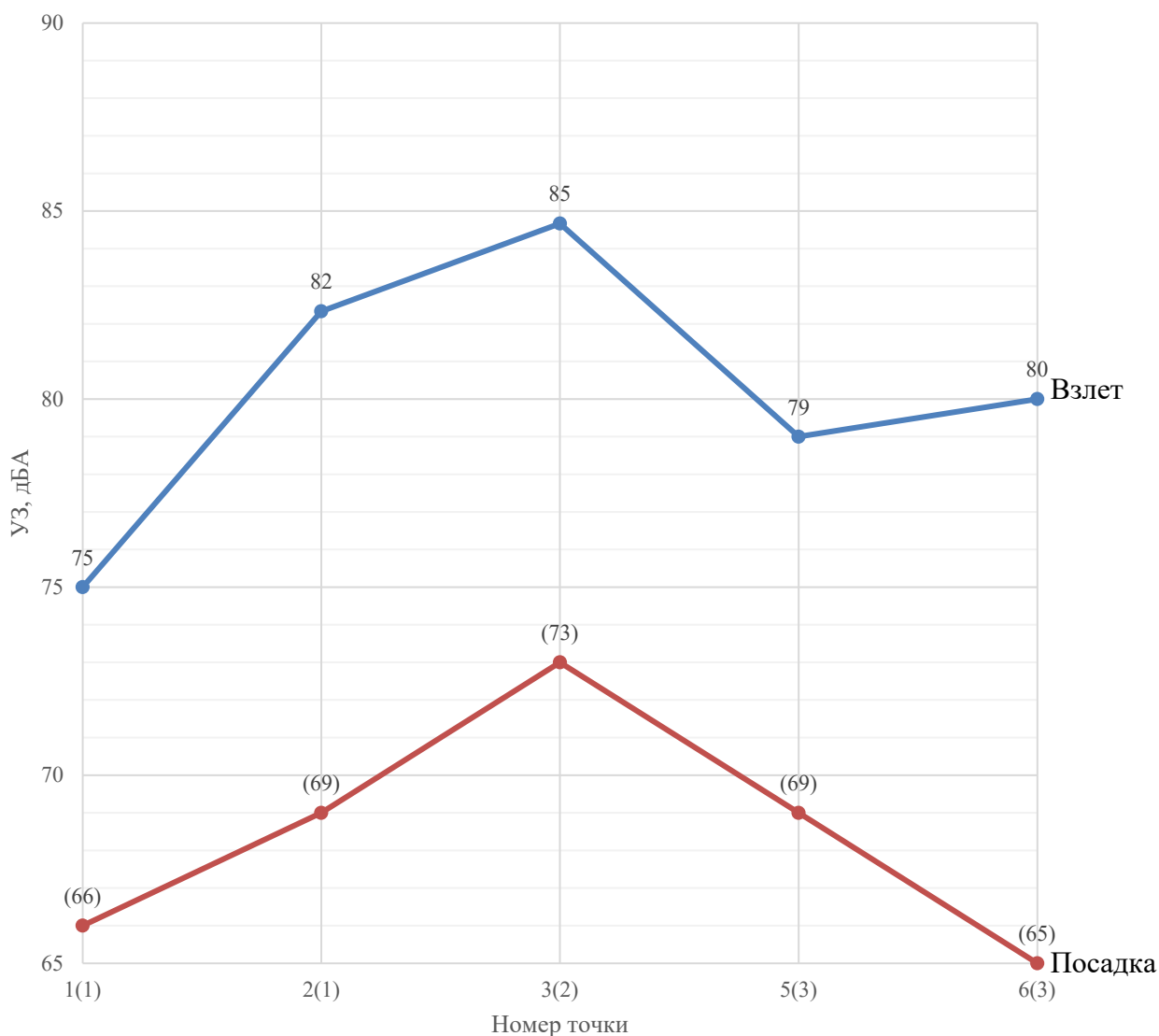


Рисунок 3.17 – Графики средних значения уровней звуков на различных этапах взлета/посадки.

Разница уровней звука этапа «Взлет» над этапом «Посадка» достигает с 9 до 15 дБА. Данная разница обусловлена тем, что при взлете и посадке основным источником шума является силовая установка, которая при взлете максимально усиливается, чтобы позволить судну быстро набрать скорость и взлететь, а при посадке снижается, чтобы замедлить судно и после соприкосновения с ВПП выпустить закрылки, которые резко снижают посадочную скорость и длину пробега, тем самым и снижая со скоростью шумовое воздействие авиационного судна.

3.4. Изменения шума в зависимости от расстояния

3.4.1 Характер снижения авиационного шума с увеличением расстояния до летательного аппарата в пределах приаэродромной территории

Характер снижения авиационного шума с увеличением расстояния до летательного аппарата (ЛА) в пределах приаэродромной территории представлен в статье [109]. Для получения закономерностей снижения шума при увеличении расстояния от ЛА до точки наблюдения проведены 2 этапа измерений. На первом этапе изучались закономерности снижения эквивалентных и максимальных УЗ в процессе разбега самолёта по ВПП и на этапе взлёта. Измерения в рамках первого этапа проводились в пределах аэропорта вблизи ВПП (на расстояниях менее 1 км от ЛА) и их основной целью было определить характер изменения фронта звуковой волны при разбеге ЛА по ВПП, а также характер изменения шума в ТИ при отрыве ЛА от ВПП.

На втором этапе изучались закономерности и механизм снижения шума на расстояниях более пяти километров от аэропорта с целью определения предела слышимости отдельного ЛА при удалении от аэропорта.

Всего для измерений шума были выбраны 4 точки, расположенные в перпендикулярном к ВПП направлении, ось точек измерения (ТИ) располагалась примерно в середине ВПП. Самая близкая к ВПП точка измерения была расположена на расстоянии 100 м от ВПП, а остальные 3 точки располагались на удвоенных расстояниях каждая (соответственно на 200, 400 и 800 м от ВПП). Всего выполнено восемь серий измерений.

Изучение закономерностей изменения звукового поля вблизи ВПП проводилось по схеме, указанной на рисунке 3.18 и 3.19.

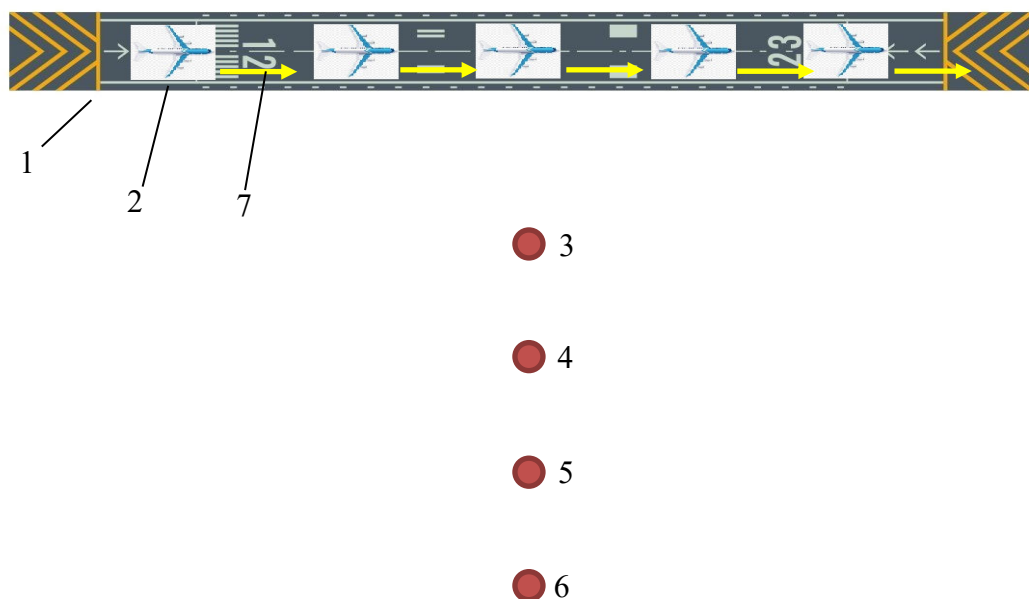


Рисунок 3.18 – Схема измерений эквивалентных и максимальных УЗ при удалении от ВПП:
1 – ВПП, 2 –ЛА, 3 – точка измерений (ТИ 1) на расстоянии 100 м от ВПП, 4 – ТИ 2 (200 м),
5 – ТИ 3 (400 м), 6 – ТИ 4 (800 м), 7 – направление движения ЛА.



Рисунок 3.19 – Схема измерений уровней шума при удалении от ВПП (3,4,5,6 – точки измерений).

Результаты измерений для восьми ЛА и анализ закономерностей снижения шума с расстоянием от ЛА при разбеге по ВПП и взлете приведены в таблице 3.13.

Обработка полученных результатов показала, что распространение авиационного шума носит сложный характер (рисунок 3.20).

Таблица 3.13. Значения эквивалентных и максимальных УЗ в зависимости от удаления от ВПП

№ испытываемых ЛА	Расстояние от ВПП, м	Уровни звука, дБА	
		Эквивалентные	Максимальные
1	100	78	86
	200	75	83
	400	70	79
	800	64	74
2	100	80	88
	200	77	86
	400	73	81
	800	67	76
3	100	75	82
	200	72	79
	400	67	74
	800	60	68
4	100	79	89
	200	75	86
	400	70	81
	800	63	76
5	100	80	88
	200	77	84
	400	72	79
	800	66	73
6	100	79	87
	200	75	84
	400	70	80
	800	63	73
7	100	78	88
	200	75	86
	400	71	82
	800	66	76
8	100	76	87
	200	73	84
	400	69	80
	800	64	75

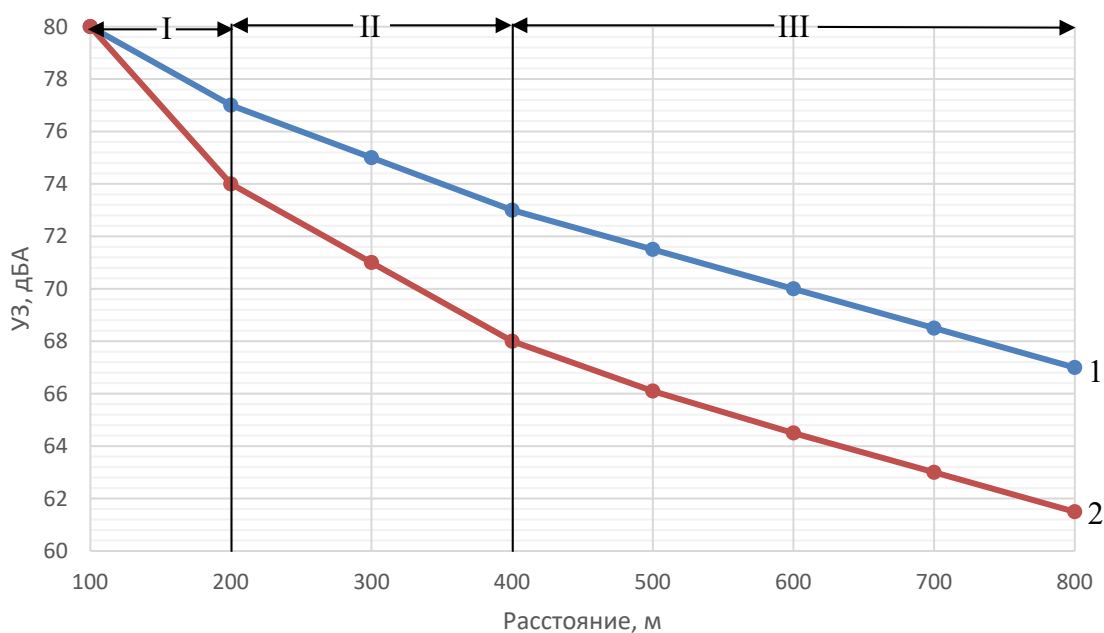


Рисунок 3.20 – Характер снижения УЗ, дБА с увеличением расстояния до ВПП: 1 – эксперимент; 2 – расчет (источник шума ЛА принят точечным излучателем звука); I – участок экспериментальной кривой, где фронт звуковой волны цилиндрический (снижение УЗ на 3 дБА); II – участок экспериментальной кривой, где фронт звуковой волны квазицилиндрический (снижение УЗ на 4 – 5 дБА); III – участок экспериментальной кривой, где фронт звуковой волны сферический (снижение УЗ на 6 – 7 дБА).

Отмечается снижение УЗ на 3 дБА при первом удвоении (от 100 до 200 м), снижение на 4-5 дБА при втором удвоении (от 200 до 400 м) и 6-7 дБА при третьем удвоении (от 400 до 800 м). Таким образом, фронт звуковой волны ИШ меняется от цилиндрического к квазицилиндрическому, а затем к сферическому, и эта закономерность прослеживается как для эквивалентных, так и для максимальных УЗ. Это означает, что при расчётах снижения шума для объектов, расположенных вблизи ВПП, необходимо источник шума (летательный аппарат) в процессе разбега по ВПП принимать линейным источником шума на расстояниях до 500 м.

На основании анализа полученных экспериментальных данных сделан вывод о том, что при разбеге ЛА в процессе шумообразования, кроме самого летательного аппарата, участвует и ВПП, являясь вторичным источником звука. Учитывая высокую скорость разбега ЛА при взлете, фиксируется отражение звука от ВПП значительной длины. Таким образом, фронт звуковой волны формируется сложным излучателем, состоящим из ЛА и ВПП, который близок к цилиндрическому.

3.4.2 Снижение шума с увеличением расстояния до аэропорта

Результаты измерений эквивалентного и максимального УЗ для нескольких аэропортов приведены в таблице 3.14. Исследования были проведены в 20 населённых пунктах, при этом фиксировались марки ЛА, которые осуществляли полёты над каждым населённым пунктом. В таблице 3.3 приведены усреднённые данные по ЛА.

Таблица 3.14 - Результаты измерений уровней звука на прилегающих к аэропортам селитебных территориях

Населенный пункт	Расстояние до аэро-порта, км	УЗ, дБА				Описание самолетов
		День		Ночь		
		Экв.	Макс.	Экв.	Макс.	
Москва и Московская область, Домодедово						
Гостиничный комплекс «Орловский», д. Ор-лово	15,33	49-51	68-70	45	60-62	Авиатранспорт различ-ных компаний (россий-ских и зарубежных), аэропорта Домодедово
Санкт-Петербург и ленинградская область, Пулково						
д. Низино	2,05	-	-	51	50-75	B73H, AT72, A320, DH8D, A319, CL30, E170, B744, B736, CRL2, B752
Санкт-Петербург, пере-сечение ул. летчика Пилютова и пр. Народ-ного Ополчения	5,85	57-62	55-80	46-60	50-80	GALX, GLF5, LJ60, AN24, CRJ2, A320, A321, E170, CRJ1, A319, B735, B738, B773, B73H, B73W, DH8D, C56X, B77L, D73G, F900, CL30, T204, B772
Санкт-Петербург, ул. Краснопутиловская	6,49	51-60	69-72	-	-	Ми-8, Eurocopter AS-355N
Санкт-Петербург, улица Партизана Гер-мана	6,72	53-63	50-80	48-60	55-80	CRJ2, A319, A320, A321, E170, B735, B752, B773, B73W, BE40, B763, GALX, GLF5, LJ60; B73H, AN24, F900, E190, CL30, B77L, E145, C25A, YK42, A333, T204, SU95, F100, CL60
п.. Шушары	6,76	55-63	60-80	49-59	50-80	A321, CRJ2; A319, A320, B736, B773, B73H, B772, CRJ2, FA7X; E170, LJ30, B73W, E190, F900, B73H, C56X, F100, C25B, A333, DH8D
Санкт-Петербург, Пе-тербургское шоссе	7,67	54-55	50-70	49-57	65-80	A320, A321, CRJ2; A319, B736, B773, B74H, B772

Населенный пункт	Расстояние до аэро-порта, км	УЗ, дБА				Описание самолетов
		День		Ночь		
		Экв.	Макс.	Экв.	Макс.	
						FAS8X, B73H, B738, A148, FA7X, YK42
Санкт-Петербург, МО Горелово, 4-я линия	8,34	49-57	45-75	49-57	45-75	A321, CRJ2; A319, A320, B736, B773, B73H, B772, CRJ2, FA7X; E170, C56X, DH8D, B777, E190, F900, GLF5, B77L
Санкт-Петербург, гаражный комплекс «Дружба»	9	55-63	50-80	54-59	55-80	CRJ2, A319, A321, B73W, B735, E170, B752, B773, BE40, E190, A321, B763, C56X, B77L, DH8D, B73G, G150
п. Новоселье	10,65	56-62	50-75	50	40-70	E135, CRJ2, A319, A320, B738, E145, B728, B735, B73H, CL60, AN24, CL30, FA7X, SU95, GLF6
Санкт-Петербург, Волхонское шоссе	10,7	54-58	50-75	55-56	55-80	CRJ2, B73W, B735, E170; A319, B773; B752, BE40; E190, A320, A321, B763, GALX, GLF5, LJ60, AN4, DH8D, B77W, C56X, B73H, B77L; YK42, GLEX, F100, CLF4
г. Пушкин	12,27	47-55	50-80	43-52	40-70	A319, A320, A321, B773, B772, CRJ2; B73H, FA7X, E170, B738, B736, B735
п. Ленсоветовский	12,35	51-56	50-75	44-52	50-70	A320, A321, CRJ2; B772, A319, B773, FA7X, B73H, LJ30, B77W, A148, FA7X
п. Стрельна	13,84	56-61	50-70	49-54	60-75	A319, A320, A321, FA7X, CRJ2, SU95, E145, GLF6, B738, B735, E135, B73H, CL60, AN24, CL30, B77W, A333, E190. B744, E170
Ленинградская область, д. Верхняя Колония	14,35	51-53	45-70	50	60-70	CL60, CRJ2, FA7X, A319, CL30, GLF6, A320, AN24, SU95, E145, A321, B735, E135, B73H, B77W, A333, AT72, F900
д. Ольгино	19,60	51	50-70	48-53	50-75	A319, A321, B73W, AT72, B73H, B735, E175, B73G, E135, CRJ2, CL30, 195
г. Колпино	20,26	47-57	50-75	50-52	50-70	A319, A321, E190, E170, CL60, E135, A320, CRJ2, CL35, GLEX, B733, CRJ2, B735, B73H, A333, F2TH, E190
Санкт-Петербург, г. Петергоф	23,18	49-56	50-70	45-52	40-72	A319, A320, A321, E135, B73H, GLF6, B738, CL30, SU95, E145,

Населенный пункт	Расстояние до аэро-порта, км	УЗ, дБА				Описание самолетов
		День		Ночь		
		Экв.	Макс.	Экв.	Макс.	
						B735, CL60, E135, AT72
п. Красный бор	25,45	49	40-70	43	45-55	A319, CRJ2, F73H, B735, H25B, B735, CRJ2, SU95, E190, AN26, PRM1, E170, F2TH, A319, GLEX, A321 B738, A321, A320, E195, CRJ1, AT72, E135

Сводные данные по результатам измерений на расстоянии от 5 до 25 км от аэропортов представлены на рисунках 3.21 – 3.24. При оценке акустической обстановки на селитебной территории нормирование осуществлялось одновременно по ГОСТ 22283-2014 [7] и СанПиН 1.2.3685-21 [3].

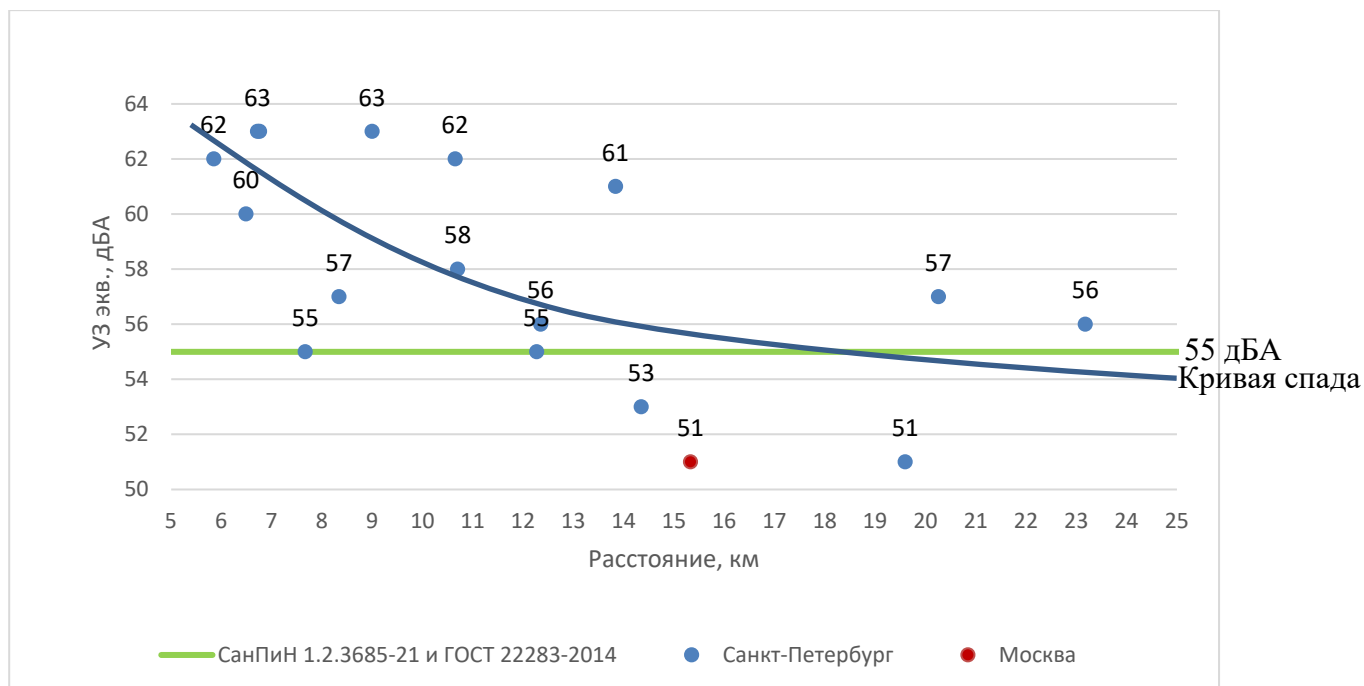


Рисунок 3.21 – Измеренные эквивалентные уровни звука в дневное время суток на различных расстояниях от аэропортов и снижение УЗ с расстоянием

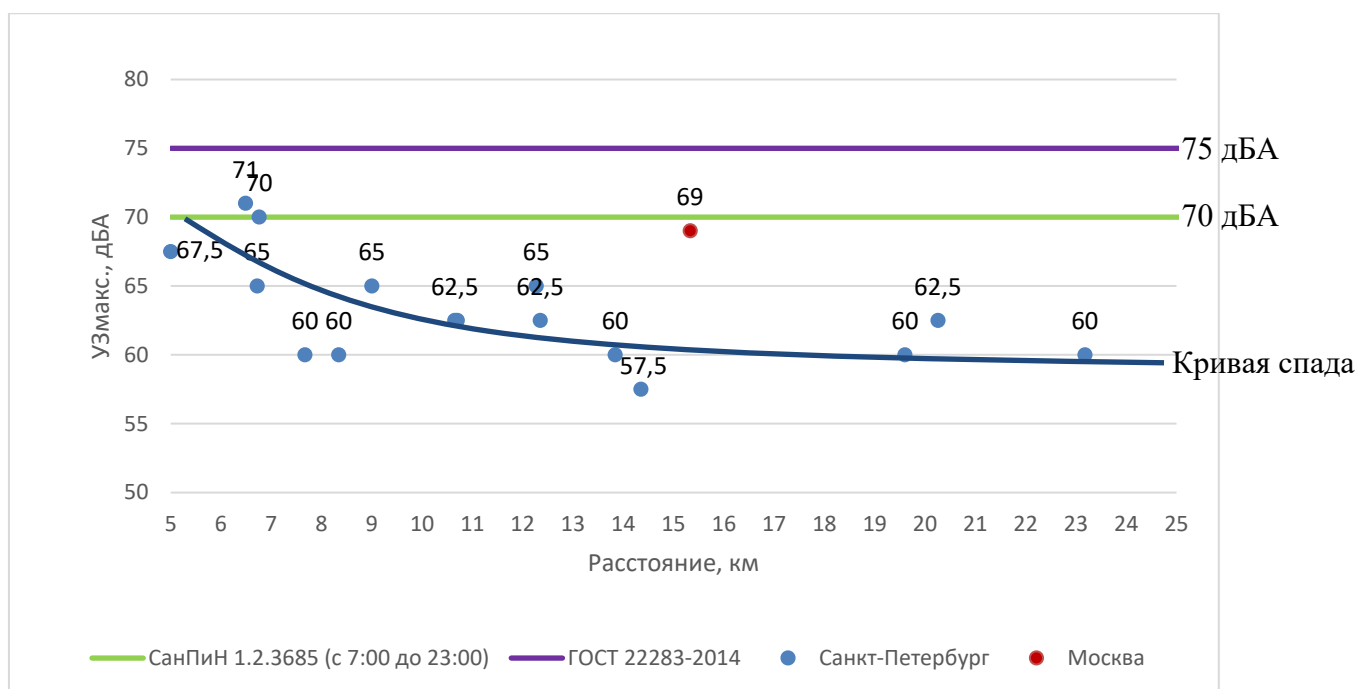


Рисунок 3.22 – Измеренные максимальные уровни звука в дневное время суток на различном расстоянии от аэропортов и снижение УЗ с расстоянием

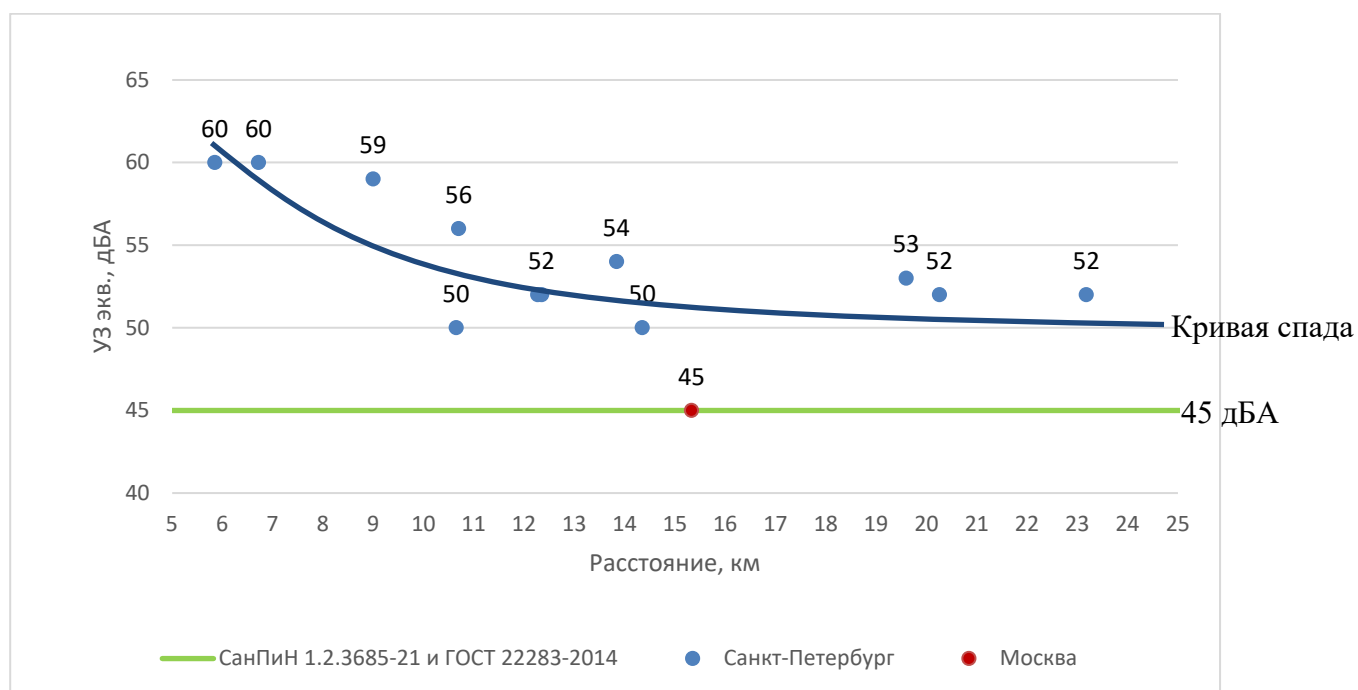


Рисунок 3.23 – Измеренные эквивалентные уровни звука в ночное время суток на различном расстоянии от аэропортов и снижение УЗ с расстоянием

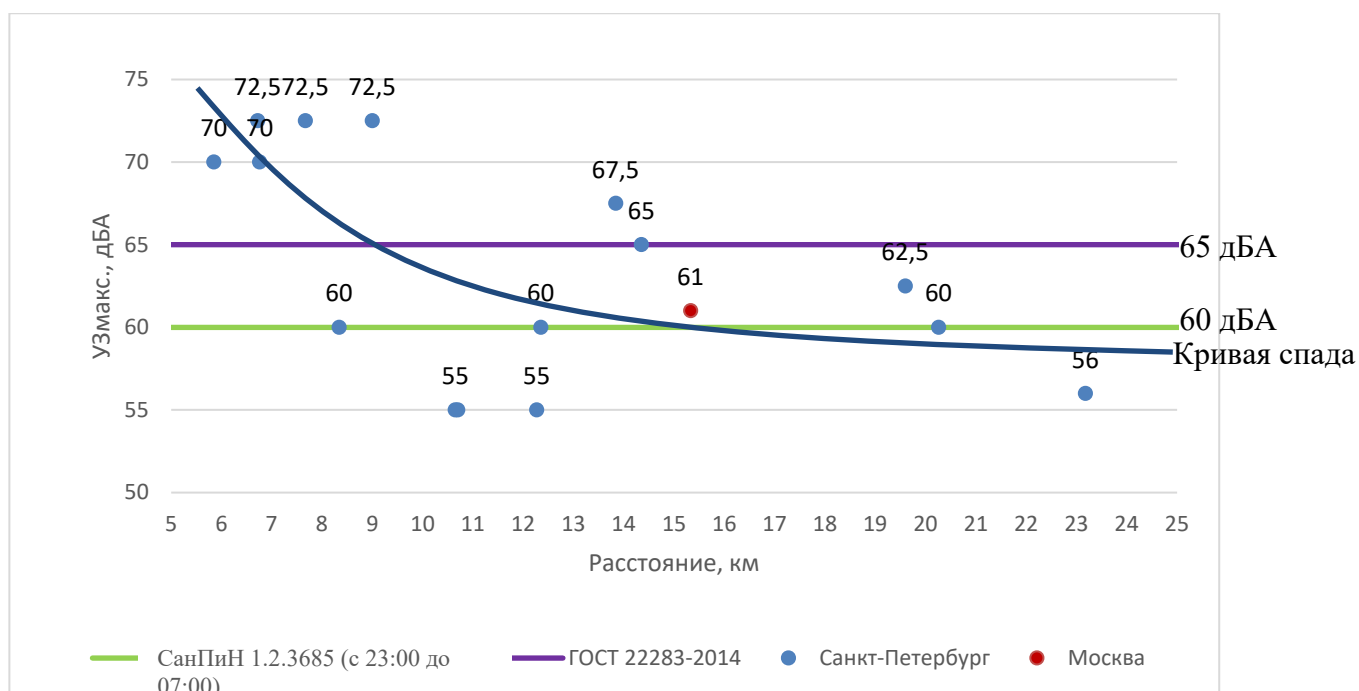


Рисунок 3.24 – Измеренные максимальные уровни звука в ночное время суток на различном расстоянии от аэропортов

Согласно представленным графикам в дневное время суток по эквивалентному уровню звука превышения над нормами по ГОСТ 22283-2014 [9] и СанПиН 1.2.3685-21 [4] на селитебной территории наблюдаются в 94% случаев при измерениях на расстоянии от 5 до 25 км от аэропортов. Максимальные уровни звука в дневное время суток в 95% случаев удовлетворяют требованиям нормативных документов.

В ночное время суток превышения по эквивалентному уровню звука на селитебной территории по ГОСТ 22283 – 2014 [9] и СанПиН 1.2.3685 – 21 [4] наблюдаются в 84% случаев, максимальных уровней звука в 26% и 52% случаев соответственно.

Особый интерес представляет анализ данных, представленных на рисунках 3.15-3.18. Можно предположить, что на заметных расстояниях от аэропорта фронт звуковой волны приближается к плоскому, а процессы уменьшения шума с расстоянием определяются только молекулярным затуханием. Косвенно это подтверждает большой разброс результатов на каждом графике: молекулярное затухание зависит не только от расстояния, но и от температуры,

влажности воздуха, скорости и направления движения воздушных потоков и прочего, что приводило к существенной неопределённости результатов.

Выводы по главе:

1. Акустическое воздействие различных типов воздушных судов определялось путем измерения авиационного шума по 10 точкам контроля (жилые застройки, расположенные вблизи аэропорта в западном и восточном направлениях). В ходе проведения измерений были определены типы и акустические характеристики воздушных судов. Исходя из анализа получен вывод, что самыми шумными типами воздушных судов являются самолёты A319, A320, B735 и B73H:

- Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) ВС A319 в точках контроля за один период измерений были превышены 54 из 75 (72% из 100% превышений) событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток и 1 из 109 в дневной период времени суток. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа A319;
- Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) ВС A320 в точках контроля за один период измерений были превышены 39 из 58 (67% из 100% превышений) событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток и 5 из 139 (4% из 100% превышений) в дневной период времени суток. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа A320;
- Максимальные уровни звука ($L_{\text{Амакс}}$, дБА) ВС B735 в точках контроля за один период измерений были превышены 10 из 12 (84% из 100% превышений) событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток и 4 из 33 (12% из 100% превышений) в дневной период времени

суток. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа В735;

- Максимальные уровни звука ($L_{A\text{макс}}$, дБА) В73Н в точках контроля за один период измерений были превышены 2 из 4 (50% из 100% превышений) событий пролетов над селитебными территориями в ночной период времени суток и 1 из 43 (3% из 100% превышений) в дневной период времени суток. Основная часть превышений была зафиксирована в ночной период времени суток самолетами типа В73Н.

2. За период контроля авиационного шума с 2020 по 2022 было зафиксировано 1809 пролетов самолетов гражданской авиации, из них 73% отклонились от установленного стандартного маршрута взлета/посадки, а количество превышений по шуму на селитебной территории составили 78%.
3. Разработана методика измерения авиационного шума, учитывающая влияние траекторий полетов на шум аэропортов. Данная методика позволяет при наличии данных о ВС, отклонившихся от стандартных маршрутов взлета и данных о шуме на ближайшей селитебной территории аргументированно установить, что является причиной повышения уровней шума на приаэродромной территории. Из полученных данных мониторинга авиационного шума следует, что отклонившиеся ВС от установленных маршрутов взлета давали шумовое воздействие 7-9 дБА больше на близлежащие селитебные территории, чем ВС, которые соблюли данные маршруты.
4. При анализе данных о влиянии режимов полета на воздействие шума в точках наблюдения сделаны выводы:
 - Анализ полученных результатов показала, на этапе I – «Разбег» происходит рост шумового воздействия. Данный факт объясняется тем, что ВС увеличивает скорость движения по ВПП с «начала разбега» до «отрыва» увеличивается с 75 до 85 дБА (на 10

дБА). На этапе II – «Отрыв» виден спад УЗ, который показывает, что шумовое воздействие от ВПП при контакте с ВС было прекращено и при их отделении друг от друга произошло снижение УЗ с 85 дБА до 79 дБА (на 6 дБА). На этапе III – «Разгон с подъемом» виден рост УЗ, обусловленный тем, что самолет продолжает разгон скорости и переходит в набор высоты тем самым продолжая увеличивать собственный уровень шумового воздействия с 79 до 80 дБА (на 1 дБА);

- Анализ на этапах «Посадки» показала, при переходе с этапа I – «Выдерживание» к этапу II – «Приземление» происходит рост шумового воздействия с 66 до 73 дБА (на 7 дБА), т. к. при контакте ВС с ВПП добавляется шум от торможения шасси и взаимодействия шасси с ВПП. На этапе III – «Пробег» виден спад УЗ с 73 до 65 дБА (на 8 дБА), который обусловлен постепенным снижением скорости ВС вдоль ВПП;
- Разница уровней звука этапа «Взлет» над этапом «Посадка» достигает с 9 до 15 дБА. Данная разница обусловлена тем, что при взлете и посадке основным источником шума является силовая установка, которая при взлете максимально усиливается, чтобы позволить судну быстро набрать скорость и взлететь, а при посадке снижается, чтобы замедлить судно и после соприкосновения с ВПП выпустить закрылки, которые резко снижают посадочную скорость и длину пробега, тем самым и снижая со скоростью шумовое воздействие авиационного судна

5. С целью анализа закономерностей снижения шума с расстоянием и уточнения природы снижения авиационного шума авторами проведены экспериментальные исследования, в ходе которых было проанализировано снижение шума с увеличением расстояния от ВПП и с увеличением расстояния до аэропорта. При увеличении расстояния от ВПП было выявлено снижение УЗ на 3 дБА при первом удвоении (от 100

до 200 м), снижение на 4-5 дБА при втором удвоении (от 200 до 400 м) и 6-7 дБА при третьем удвоении (от 400 до 800 м). Таким образом, согласно полученным данным сделан вывод о том, что фронт звуковой волны ИШ меняется от цилиндрического к квазицилиндрическому, а затем к сферическому, и эта закономерность прослеживается как для эквивалентных, так и для максимальных УЗ. Это означает, что при расчётах снижения шума для объектов, расположенных вблизи ВПП, необходимо источник шума – ЛА в процессе разбега по ВПП принимать линейным источником шума на расстояниях до 500 м.

6. При увеличении расстояния до аэропорта можно увидеть, что УЗ снижаются приблизительно на 10 –15 дБА при увеличении расстояния от 5 до 25 км, что не вполне подчиняется закону дивергенции для точных источников звука. Сделан вывод, что на заметных расстояниях от аэропорта фронт звуковой волны приближается к плоскому, а процессы уменьшения шума с расстоянием определяются только молекулярным затуханием. Косвенно это подтверждает большой разброс результатов на каждом графике, так как молекулярное затухание зависит не только от расстояния, но и от температуры, влажности воздуха, скорости и направления движения воздушных потоков и прочее, что приводит к существенному разбросу результатов.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА ШУМА С УЧЕТОМ ЭКРАНИРУЮЩЕГО ЭФФЕКТА СООРУЖЕНИЙ ПРИ РАЗБЕГЕ САМОЛЕТА

4.1. Разработка метода расчета шума на защищаемой территории с учетом экранирующего эффекта сооружений

Шум в жилой застройке, расположенной вблизи аэропортов, заметно превышает допустимые нормы. Нередко эти превышения достигают 10-15 дБА, т.е. в 2-3 раза по субъективному ощущению громкости превышают допустимые значения. На территории аэропортов располагаются офисные и другие здания, в помещениях которых шум также может превышать допустимые значения. Наибольшие превышения шума отмечаются при разбеге самолетов по взлётно-посадочной полосе (ВПП) и взлёте. При этом разница уровней звука (УЗ) при взлёте и посадке может достигать 9-15 дБА.

Одним из эффективных методов снижения шума является использование экранирующего эффекта сооружений на пути распространения звука от ВПП до жилой застройки и других нормируемых объектов [110]. К таким экранирующим сооружениям могут относиться как специально построенные вдоль ВПП акустические экраны, эффективность и конструкции которых описаны в работах [11-15], так и здания различного назначения на территории аэропорта, создающие экранирующий эффект. Надежные методы расчета эффективности экранирующего эффекта сооружениями, расположенными вблизи ВПП, учитывающие особенности генерации и распространения авиационного шума, отсутствуют. Если при выполнении расчетов шума на территориях, прилегающих к ВПП, и в помещениях близрасположенных зданий экранирующий эффект застройки не учитывается, возникает искажение результатов расчетов.

Расчет шума с учетом экранирующего эффекта зданий и сооружений вблизи ВПП при разбеге самолета необходимо выполнять для того, чтобы корректно учесть экранирующий эффект зданий и других сооружений, расположенных на территории аэропорта по пути распространения звука от ВПП до жилой застройки. Расчётная схема показана на рисунке 4.1.

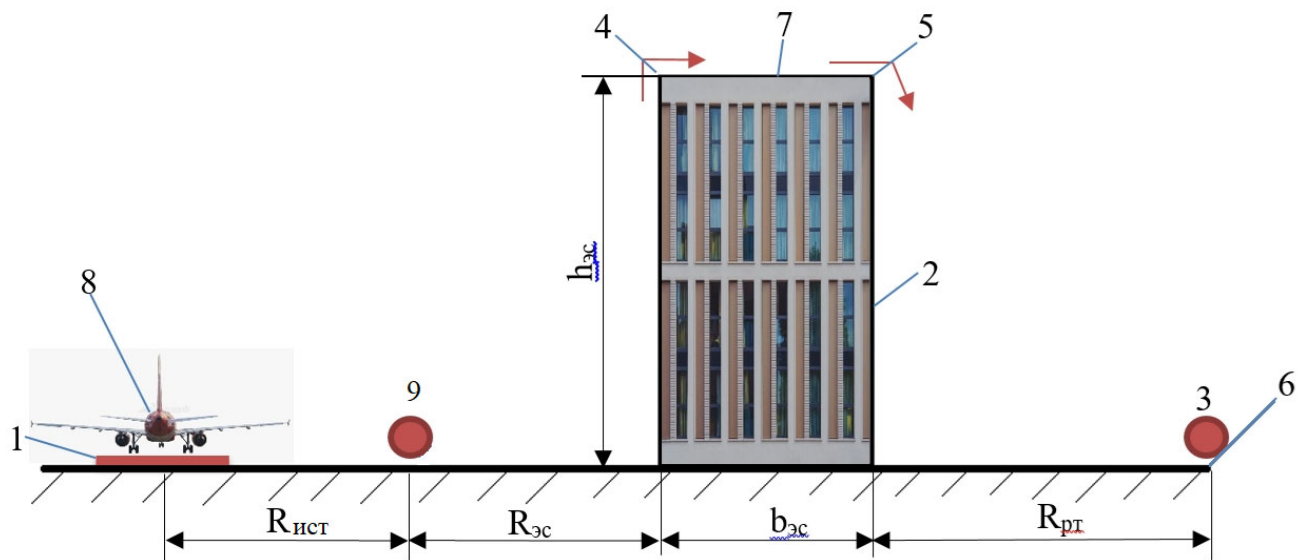


Рисунок 4.1 – Схема расчёта экранирующего сооружения при разбеге самолета по ВПП:
 1 – ВПП, 2 – экранирующее сооружение (ЭС), 3 – РТ, расположенная в зоне жилой застройки,
 4,5 – левое и правое свободные ребра экранирующего сооружения, соответственно, 6 – опорная
 поверхность, 7 – верхняя часть экранирующего сооружения, 8 – самолет; 9 – точка измерений
 (расчета) шума самолета на ВПП;  - дифракция звука.

В разработанном автором методе расчета приняты следующие допущения:

1. для расчета использован метод преобразования звуковых полей [52];
2. источником шума (ИШ) является не только самолет, но и часть взлётно-посадочной полосы (ВПП), по которой он движется, за счёт отражения звука от поверхности ВПП;
3. источник шума аппроксимирован как линейный, фронт звуковой волны которого до определённых расстояний имеет характер цилиндрический или квазичилиндрический;
4. излучение звука происходит в полупространство.

В приложении 1 представлены фотографии с мест проведения измерений.

При выводе формул используем метод последовательного изменения звуковых полей при наличии экранирующего сооружения, предложенный Н.И. Ивановым [21, 56].

Интенсивность звука, падающего в нижнюю часть экранирующего сооружения (ЭС):

$$I_{\text{пад}} = \frac{W_{\text{ист}}}{\pi l_{\text{ист}} R_{\text{ЭС}}} \arctg \frac{l_{\text{ист}}}{2 R_{\text{ЭС}}}, \quad (4.1)$$

где: $W_{\text{ист}}$ – акустическая мощность ИШ, Вт;

$l_{\text{ист}}$ – длина ИШ, равная длине разбега летательного аппарата, м;

$R_{\text{ЭС}}$ – расстояние от ВПП до ЭС (принимая перпендикуляр, опущенный из середины ВПП на ЭС), м.

Звуковая мощность в нижней части экранирующего сооружения в предположении, что звук излучается полосой, равной 1 м.

$$W_{\text{н}} = I_{\text{пад}} l_{\text{ЭС}} 1, \quad (4.2)$$

где: $l_{\text{ЭС}}$ – длина экранирующего сооружения, м.

Определяем интенсивность звука на левом свободном ребре экранирующего сооружения. При этом принято допущение о том, что интенсивность звука уменьшается с увеличением высоты ($h_{\text{ЭС}}$) ЭС [49]. Интенсивность звука на левом свободном ребре экранирующего сооружения:

$$I_{\text{лр}} = \frac{W_{\text{н}}(1 - \alpha_{\text{ЭС}})}{\pi l_{\text{ЭС}} h_{\text{ЭС}}} \arctg \frac{l_{\text{ЭС}}}{2 h_{\text{ЭС}}}, \quad (4.3)$$

где: $\alpha_{\text{ЭС}}$ – коэффициент звукопоглощения фасада ЭС (обращен к ИШ);

$h_{\text{ЭС}}$ – высота ЭС, м.

Мощность звука, излучаемого этим ребром:

$$W_{\text{лр}} = I_{\text{лр}} l_{\text{ЭС}} \lambda \beta_{\text{дифр}}, \quad (4.4)$$

где: λ – длина звуковой волны, м;

$\beta_{\text{дифр}}$ – коэффициент дифракции, принимаем $\beta_{\text{дифр}} = 1/\pi$ [49].

Интенсивность звука на правом свободном ребре:

$$I_{\text{пр}} = \frac{W_{\text{лр}}(1-\alpha_b)}{\pi l_{\text{эс}} b_{\text{эс}}} \arctg \frac{l_{\text{эс}}}{2b_{\text{эс}}}, \quad (4.5)$$

где: $b_{\text{эс}}$ – ширина экранирующего сооружения, м (рисунок 4.2).

α_b – коэффициент звукопоглощения верхней части ЭС.

Звуковая мощность, излучаемая правым свободным ребром:

$$W_{\text{пр}} = I_{\text{пр}} l_{\text{эс}} \lambda \beta_{\text{дифр}}, \quad (4.6)$$

Интенсивность звука в РТ:

$$I_{\text{рт}} = \frac{W_{\text{пр}}}{\pi l_{\text{эс}} R_{\text{рт}}} \arctg \frac{l_{\text{эс}}}{2R_{\text{рт}}}, \quad (4.7)$$

где: $R_{\text{рт}}$ – расстояние от ЭС до РТ, м (рисунок 4.2).

Подставим (4.1-4.6) в (4.7):

$$I_{\text{рт}} = \frac{W_{\text{ист}} l_{\text{эс}} 1(1-\alpha_{\text{эс}}) l_{\text{эс}} \lambda l_{\text{эс}} (1-\alpha_b) \lambda \beta_{\text{дифр}} \beta_{\text{дифр}}}{\pi l_{\text{ист}} R_{\text{эс}} \pi l_{\text{эс}} h_{\text{эс}} \pi l_{\text{эс}} b_{\text{эс}} \pi l_{\text{эс}} R_{\text{рт}}} \arctg \frac{l_{\text{ист}}}{2R_{\text{эс}}} \arctg \frac{l_{\text{эс}}}{2h_{\text{эс}}} \arctg \frac{l_{\text{эс}}}{2b_{\text{эс}}} \arctg \frac{l_{\text{эс}}}{2R_{\text{рт}}}, \quad (4.8)$$

Сделаем некоторые преобразования, учитывая также принятое допущение $l_{\text{ист}} = l_{\text{эс}}$, обозначив для удобства сомножители с $\arctg$ буквой K , а также подставив в числитель и знаменатель $R_{\text{ист}}$.

$$I_{\text{рт}} = \frac{W_{\text{ист}} 1(1-\alpha_{\text{эс}}) \lambda \lambda \beta_{\text{дифр}} \beta_{\text{дифр}} R_{\text{ист}}}{\pi R_{\text{эс}} \pi h_{\text{эс}} \pi l_{\text{эс}} b_{\text{эс}} \pi R_{\text{рт}} R_{\text{ист}}} K, \quad (4.9)$$

где: $R_{\text{ист}}$ – расстояние, на котором были выполнены измерения для получения данных о характеристиках ИШ, м.

Прологарифмируем обе части (4.9), получим значение уровней звукового давления в РТ:

$$L_{\text{рт}} = L_{W_{\text{ист}}} - 10 \lg \frac{h_{\text{эс}}}{\lambda} - 10 \lg \frac{b_{\text{эс}}}{\lambda} + 10 \lg(1-\alpha_{\text{эс}}) + 10 \lg(1-\alpha_b) + 20 \lg \beta_{\text{дифр}} + 10 \lg(1-\alpha_{\text{эс}}) - 10 \lg 2\pi R_{\text{ист}} - 10 \lg 2\pi^3 - 10 \lg \frac{R_{\text{эс}} R_{\text{рт}}}{R_{\text{ист}} R_0} + 10 \lg K, \quad (4.10)$$

где: $L_{W_{\text{ист}}}$ – уровни звуковой мощности ИШ, Вт;

$R_0 = 1$ м.

Учитывая, что в большинстве случаев приходится использовать акустические характеристики ИШ, получаемые экспериментально, формулу (4.10) необходимо преобразовать с учётом, что УЗД и УЗ ИШ ($L_{\text{ист}}$) связаны с его акустической мощностью следующей зависимостью:

$$L_{\text{ист}} = L_{W_{\text{ист}}} - 10 \lg S_{\text{ист}}, \text{ дБ}, \quad (4.11)$$

где: $S_{\text{ист}}$ – условная площадь окружающая измеряемый ИШ, где точки измерений находятся на расстоянии $R_{\text{ист}}$ от ИШ.

В окончательном виде уровни звукового давления в расчетной точке (РТ) за экранирующим сооружением рассчитываются следующим образом:

$$L_{\text{РТ}} = L_{\text{ист}} - 10 \lg \frac{h_{\text{эс}}}{\lambda} + 10 \lg(1 - \alpha_{\text{эс}}) - 10 \lg \frac{b_{\text{эс}}}{\lambda} + 2 \text{ПД} + 10 \lg(1 - \alpha_{\text{б}}) - 10 \lg \frac{R_{\text{эс}} R_{\text{РТ}}}{R_{\text{ист}} R_0} + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 - 10 \lg \frac{\pi^3}{2}, \text{ дБ} \quad (4.12)$$

где:

$L_{\text{ист}}$ – уровни звукового давления, измеренные на расстоянии $R_{\text{ист}}$ от ВПП, дБ;

$l_{\text{эс}}$ – длина экранирующего сооружения, м;

$h_{\text{эс}}$ – высота экранирующего сооружения, м;

$\alpha_{\text{эс}}$ – коэффициент звукопоглощения фасада экранирующего сооружения, обращенного к ВПП;

$b_{\text{эс}}$ – ширина экранирующего сооружения, м;

$\alpha_{\text{б}}$ – коэффициент звукопоглощения верхней части ЭС шириной $b_{\text{эс}}$;

λ – длина звуковой волны, м;

$R_0 = 1$ м;

ПД – показатель дифракции верхних «свободных» ребер экранирующего сооружения (ЭС), получаемый экспериментально и равный $\text{ПД} = 10 \lg \beta_{\text{дифр}}$, где $\beta_{\text{дифр}}$ – коэффициент дифракции на свободном ребре (коэффициенты дифракции на каждом из ребер приняты одинаковыми);

K_1, K_2, K_3, K_4 – числовые поправки, дБ, зависящие от отношения $l_{\text{эс}}$ к величине одного из следующих факторов – расстояния от ИШ до ЭС ($R_{\text{эс}}$), высоты ЭС ($h_{\text{эс}}$), ширины ЭС ($b_{\text{эс}}$), расстояния от ЭС до РТ ($R_{\text{РТ}}$), в частности:

$$K_1 = 10 \lg \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2R_{\text{эс}}},$$

$$K_2 = 10 \lg \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2h_{\text{эс}}},$$

$$K_3 = 10 \lg \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2b_{\text{эс}}},$$

$$K_4 = 10 \lg \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2R_{\text{рт}}},$$

значения этих выражений можно получить, используя данные таблицы 4.1, подставив вместо D соответствующие численные значения.

Таблица 4.1. Вычисленные значения числовых поправок.

$l_{\text{эс}}/2D^*$	$\operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2D}$	$10 \lg \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2D}$, дБ
1	0,79	-1,1
1.5	0,98	-0,1
2	1,11	0,4
3	1,25	0,9
4	1,33	1,2
10	1,47	1,7

D^* - значение одного из подставляемых параметров $R_{\text{эс}}$, $h_{\text{эс}}$, $b_{\text{эс}}$, $R_{\text{рт}}$

4.2. Разработка метода расчета шума с учетом экранирующего эффекта у фасада здания на территории аэропорта

Расчет шума с учетом экранирующего эффекта зданий на территории аэропорта выполняется для того, чтобы определить экранирующий эффект здания по отношению к его противоположно расположенному фасаду. Таким образом, прогнозируются ожидаемые УЗД на частично защищенной от шума территории вблизи этого здания и, в дальнейшем, определяется требуемое снижение шума в нормируемых помещениях и требуемая звукоизоляция конструкций здания. Расчетная схема приведена на рисунке 4.2.

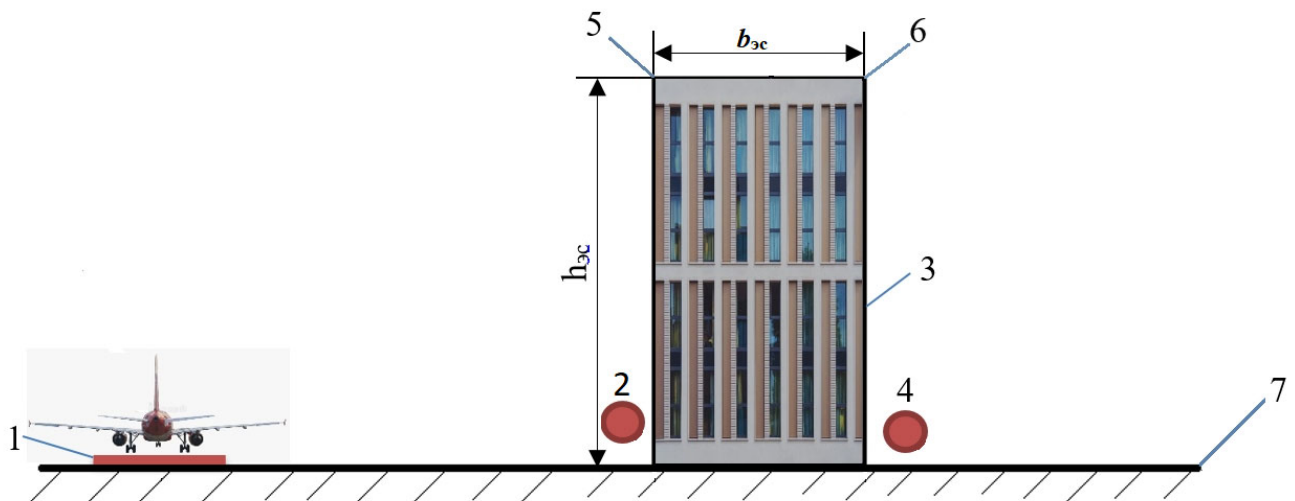


Рисунок 4.2 – Схема расчёта экранирующего эффекта здания: 1 – ВПП, 2 – точка измерений вблизи фасада здания для получения исходных УЗД для расчета, 3 – здание (ЭС), 4 – РТ, 5, 6 – свободные ребра ЭС; 7 – опорная поверхность, 8 – верхняя часть ЭС.

Особенностями расчета по этой схеме, дополнительно к указанным в разделе 1, являются следующие:

1. в качестве исходной характеристики взяты значения УЗД, полученные на территории, прилегающей к фасаду здания, обращенному к ВПП;
2. экранирующее сооружение расположено параллельно ВПП;
3. расчет экранирующего эффекта выполняется в РТ, расположенной на противоположном фасаде рассматриваемого здания.

Звуковая мощность в нижней части здания (экранирующего сооружения) со стороны ВПП по аналогии с предыдущим (излучение полосы шириной 1 м) запишем в виде:

$$W_n = I_n l_{эс}, \quad (4.13)$$

где: I_n – известная по измерениям интенсивность звука в нижней части здания со стороны ВПП, Вт/м²;

$l_{эс}$ – длина здания, м.

Интенсивность звука в верхней левой части здания:

$$I_b^l = \frac{W_n(1-\alpha_{эс})}{\frac{\pi}{2}l_{эс}h_{эс}} \operatorname{arctg} \frac{l_{эс}}{2h_{эс}}, \quad (4.14)$$

где: $h_{эс}$ – высота здания, м;

$\alpha_{эс}$ – коэффициент звукопоглощения фасада здания.

Мощность звука, излучаемая левым линейным источником:

$$W_b^l = I_b^l l_{эс} \lambda \beta_{\text{дифр}}, \quad (4.15)$$

где: λ – длина звуковой волны, м;

$\beta_{\text{дифр}}$ – коэффициент дифракции.

Интенсивность звука в правой части здания:

$$I_b^r = \frac{W_b^l(1-\alpha_b)}{\pi l_{эс} b_{эс}} \operatorname{arctg} \frac{l_{эс}}{2b_{эс}}, \quad (4.16)$$

где: $b_{эс}$ – ширина здания, м;

α_b – коэффициент звукопоглощения верхней части здания.

Мощность звука, излучаемого правым линейным источником:

$$W_b^r = I_b^r l_{эс} \lambda \beta_{\text{дифр}}, \quad (4.17)$$

Интенсивность звука в РТ:

$$I_{\text{рт}} = \frac{W_b^{\Pi}}{\frac{\pi}{2} l_{\text{эс}} h_{\text{эс}}} \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2 h_{\text{эс}}}, \quad (4.18)$$

Подставим (4.13) – (4.16) в (4.17):

$$I_{\text{рт}} = \frac{I_{\text{н}} l_{\text{эс}} l_{\text{эс}} (1 - \alpha_{\text{эс}}) \lambda l_{\text{эс}} \beta_{\text{дифр}} \lambda l_{\text{эс}} \beta_{\text{дифр}} (1 - \alpha_{\text{б}})}{\frac{\pi}{2} l_{\text{эс}} h_{\text{эс}} \pi l_{\text{эс}} b_{\text{эс}} \frac{\pi}{2} l_{\text{эс}} h_{\text{эс}}} \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2 h_{\text{эс}}} \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2 b_{\text{эс}}} * \operatorname{arctg} \frac{l_{\text{эс}}}{2 h_{\text{эс}}}, \quad (4.19)$$

В качестве итога уровни звукового давления в расчетной точке:

$$L_{\text{рт}} = L_{\text{н}} - 10 \lg \frac{h_{\text{эс}}}{\lambda} - 10 \lg \frac{b_{\text{эс}}}{\lambda} + 10 \lg (1 - \alpha_{\text{эс}}) + 10 \lg (1 - \alpha_{\text{б}}) + 2 \text{ПД} + K_1 + K_2 - 10 \lg \frac{\pi^3}{4}, \text{ дБ}, \quad (4.20)$$

где: $L_{\text{н}}$ – уровни звукового давления на фасаде здания со стороны ВПП, дБ, получаемые экспериментально;

K_1, K_2 – числовые поправки, дБ, зависящие от отношения длины ЭС ($l_{\text{эс}}$) к одному из следующих факторов - высота ЭС ($h_{\text{эс}}$), ширина ЭС ($b_{\text{эс}}$), дБ, описанные в формуле (4.12).

4.3 Теоретические исследования экранирующего эффекта сооружений

Анализируя полученные формулы (4.12) и (4.20), отметим, что основными конструктивными факторами, влияющими на снижение шума в РТ при фиксированной длине, являются высота ($h_{эс}$) и ширина ($b_{эс}$) экранирующего сооружения.

Выполним расчеты зависимости УЗД и УЗ при изменении параметров высоты в пределах от 0,5 до 40 м и ширины в пределах от 1 до 10 м. Вычисленные значения снижения УЗД и УЗ при изменении h приведены в таблице 4.2, а также показаны на рисунках 4.3 и 4.4.

Таблица 4.2 Вычисленные значения $10\lg \frac{h_{эс}}{\lambda}$

Выбранные значения h , м	Вычисленные значения снижения УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Снижение эквивалентных уровней звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
5	0,3	2,7	5,7	8,7	11,7	14,7	17,7	20,7	12
8	1,7	4,7	7,7	10,7	13,7	16,7	19,7	22,7	14
12	3,4	6,5	9,5	12,5	15,5	18,5	21,5	24,6	16
20	5,7	8,7	11,7	14,7	17,7	20,7	23,7	26,7	18
30	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	25,5	28,5	20
40	8,7	11,7	14,7	17,7	20,7	23,7	26,7	29,7	21

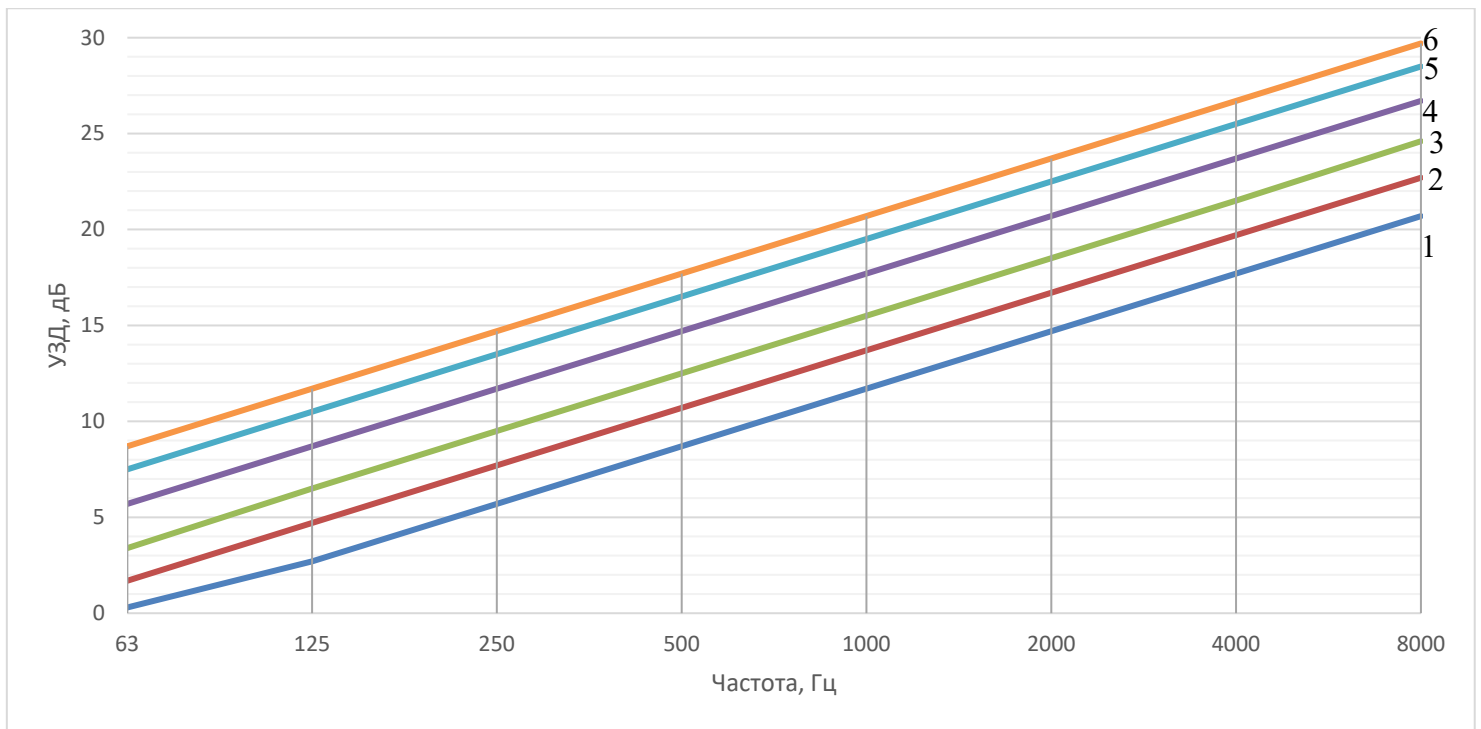


Рисунок 4.3 – Вычисленные значения УЗД, дБ, при увеличении высоты экранирующего сооружения: 1-5 м, 2-8 м, 3-12 м, 4-20 м, 5-30 м, 6-40 м.

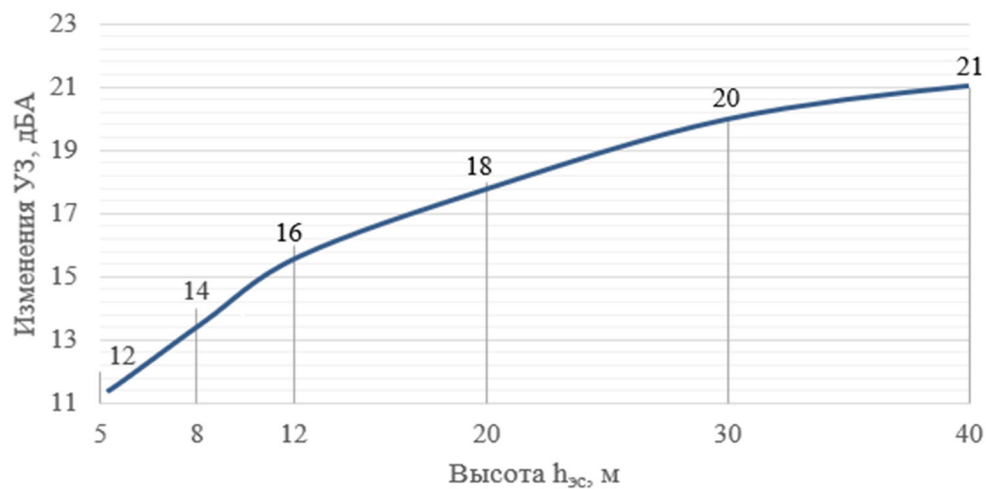


Рисунок 4.4 – Зависимость снижения УЗ, дБА, от высоты экранирующего сооружения.

Характер изменения УЗД с ростом частоты состоит в увеличении эффекта экранирования на 3 дБ на октаву. Увеличение условной эффективности ЭС при увеличении высоты экранирующего сооружения ($h_{эс}$): от 1 до 21 дБ на частоте 63 Гц, от 9 до 30 дБ на частоте 8000 Гц (Рисунок 4.5 и Таблица 4.1). Анализируя изменение эффективности в уровнях звука, получены значения от 12 дБА до 21 дБА с ростом

высоты от 5 м до 40 м, полученная зависимость подобна гиперболе (Рис. 4). Вычисленные значения изменения УЗ и УЗД при увеличении $b_{эс}$ приведены в таблице 4.2, влияние ширины экранирующего сооружения на эффективность показано на рисунке 5.

Вычисленные значения снижения УЗ при увеличении b приведены в таблице 4.3, а также показаны на рисунке 4.5.

Таблица 4.3 Вычисленные значения $10\lg\frac{b_{эс}}{\lambda}$

Выбранные значения b , м	Вычисленные значения снижения УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Снижение эквивалентных уровней звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
4	-1,3	1,7	4,7	7,7	10,7	13,7	16,7	19,7	11
8	1,7	4,7	7,7	10,7	14,7	16,7	19,7	22,7	14
12	3,4	6,5	9,5	12,5	15,5	18,5	21,5	24,6	16
20	5,7	8,7	11,7	14,7	17,7	20,7	23,7	26,7	18

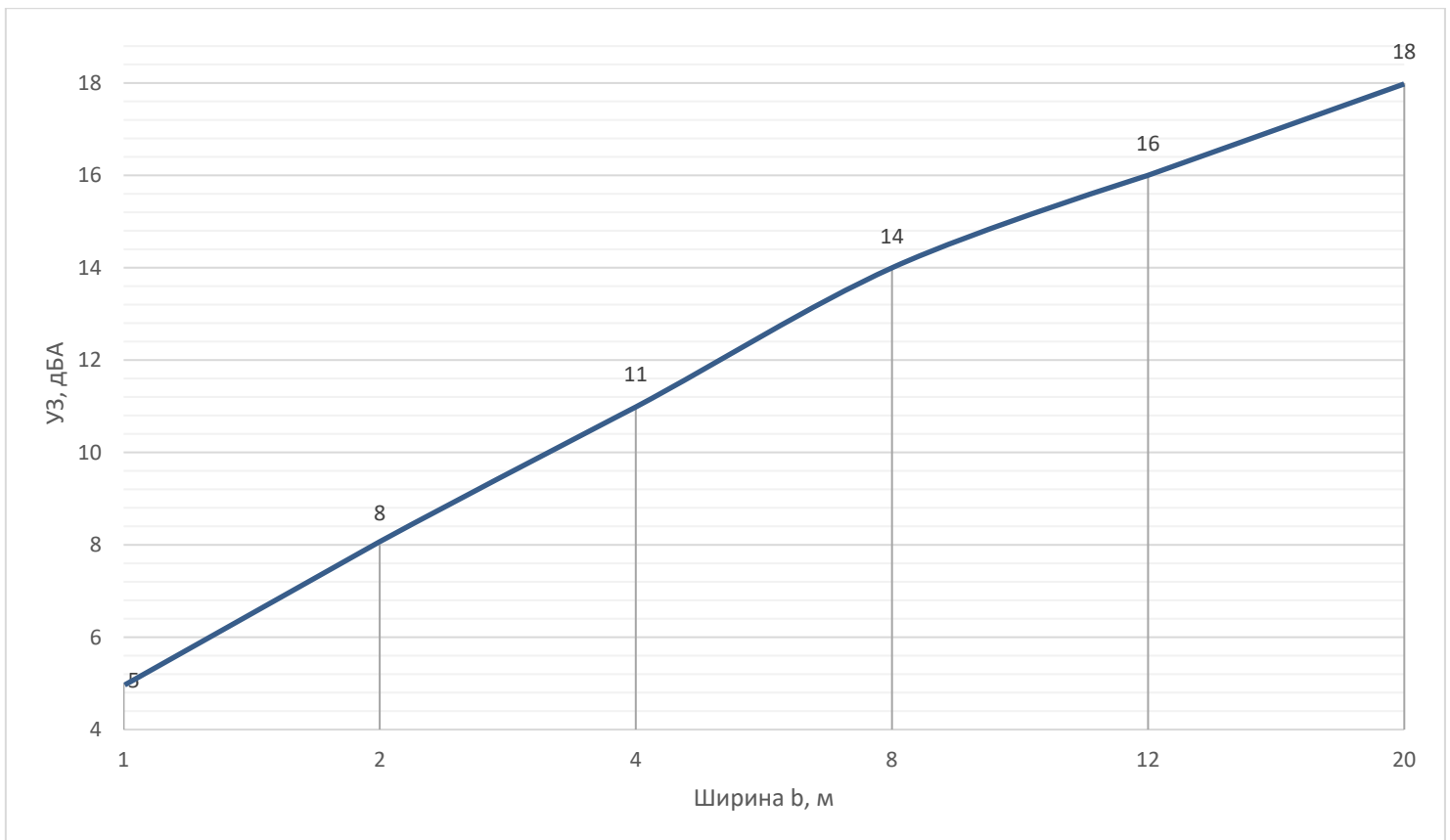


Рисунок 4.5 – Зависимость снижения УЗ от ширины экранирующего сооружения.

Анализ характера изменения эффективности снижения шума с увеличением ширины экранирующего сооружения (ЭС), показывает, что при изменении ширины ЭС от 1 м до 20 м увеличение условной эффективности составляет 5-18 дБА (Рис. 5), зависимость нелинейная, кривая имеет вид гиперболы.

Таким образом, получены общие закономерности увеличения экранирующего эффекта ЭС с увеличением основных конструктивных параметров. Отмечается рост эффективности на 3 дБ с увеличением частоты на октаву, а также нелинейное увеличение эффективности в дБА.

4.4 Экспериментальные исследования экранирующего эффекта зданий в аэропорту «Пулково»

Для определения экранирующего эффекта зданий были выполнены натурные измерения авиационного шума в аэропорту «Пулково». Для анализа фактического экранирующего эффекта сооружениями были выбраны три здания, расположенные вблизи ВПП фасадами параллельно ВПП. Точки измерений показаны на рисунке 4.6. Усредненные данные измерений УЗД и эквивалентных УЗ приведены в таблице 4.4.

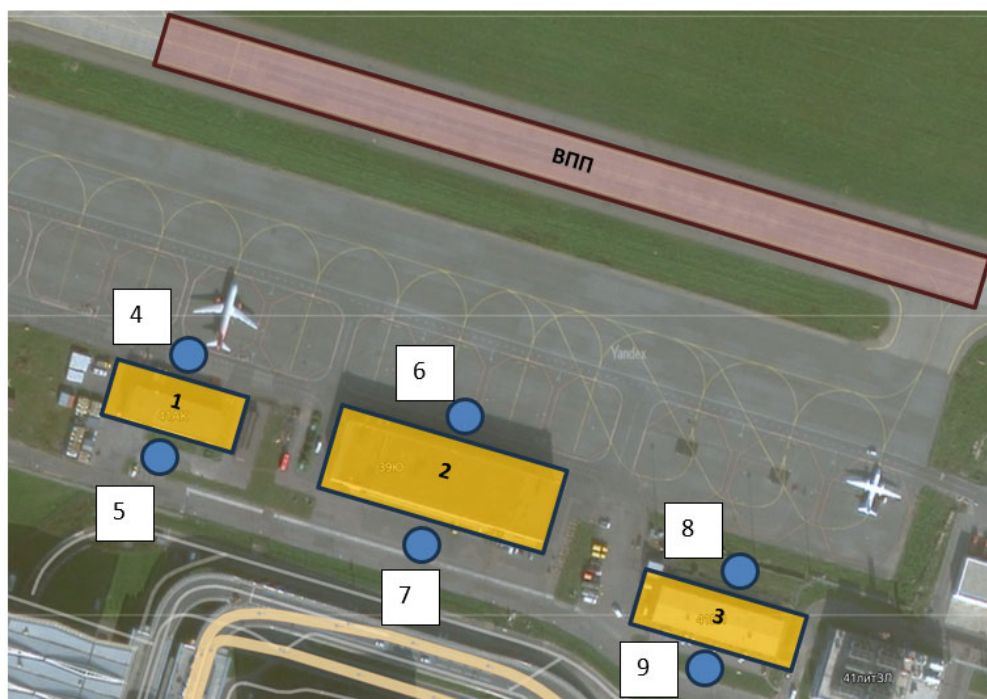


Рисунок 4.6 – Расположение точек измерения шума для анализа экранирующего эффекта зданий в аэропорту «Пулково»: 1 – 3 – номера зданий; 4, 6, 8 – точки измерения по стороны ВПП; 5, 7, 9 – точки измерения на противоположном фасаде зданий

Таблица 4.4 Данные измерений шума у фасадов зданий, расположенных вдоль ВПП

№ здания	№ точки измерений	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Эквивалентные УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	4	70	68	70	70	69	70	55	45	75
	5	67	61	59	55	52	47	34	28	57
2	6	74	84	85	86	77	73	60	50	85
	7	66	71	69	57	59	46	35	27	60
3	8	75	78	80	78	77	73	65	52	83
	9	69	67	65	61	57	50	41	30	63

Результаты измерений в точке у фасада здания №2, расположенной за зданием в зоне «глубокой акустической тени», и расчетов в ней по формуле (4.20) и по формулам ГОСТ 31295.2-2005 представлены в таблице 4.5. Сравнение данных, представленных в таблице 4.5, показывает, что результаты расчета по формуле (4.20) обеспечивают большую сходимость с экспериментальными данными по сравнению с результатами расчета по ГОСТ 31295.2-2005, то есть являются более точными.

Таблица 4.5 Данные измерений и расчетов в точке у фасада здания №2, расположенной в зоне «глубокой акустической тени» здания

Измерения/ расчеты	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Эквивалентные УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Результаты измерений в точке 2	66	71	69	63	59	46	35	27	60
Результаты расчета шума в точке 2 в соответствии ГОСТ 31295.2-2005	58	70	67	65	55	49	29	21	64
Результаты расчета шума в точке 2 в соответствии с формулой (4.20)	64	69	69	65	59	47	33	25	59

Измерения уровней звукового давления (УЗД) и эквивалентных уровней звука (УЗ) проводились при разгоне по ВПП воздушных судов. Значения экранирующего эффекта зданий, полученные на основании результатов экспериментальных исследований, как разность измеренных УЗД и УЗ у фасадов зданий, вдоль ВПП и вдоль противоположных фасадов, приведены в таблице 4.6 и на рисунке 4.7.

Таблица 4.6 Результаты экспериментальных исследований экранирующих свойств зданий

№ здания	Разность уровней звуковых давлений, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Разность эквивалентных УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	6	7	11	15	17	23	21	21	18
2	8	13	16	19	22	27	25	23	25
3	3	11	15	17	20	23	24	22	20

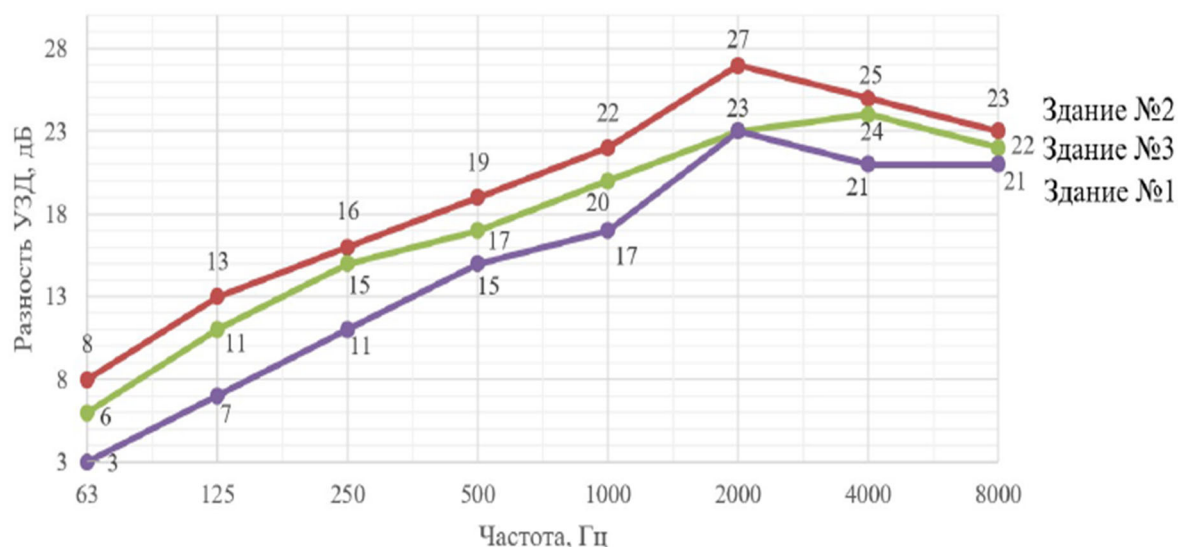


Рисунок 4.7 – Экспериментальные результаты экранирующего эффекта зданий, расположенных вдоль ВПП

Анализ данных, приведенных в таблице 4.6 и на рисунке 4.7, показал, что на фасадах зданий, противоположных ВПП, отмечается заметное снижение шума в результате экранирующего эффекта, в частности, в зависимости от размеров здания, снижение УЗ в измерительных точках составило 18-25 дБА.

Проанализировав характер изменения спектральных составляющих, можно отметить снижение УЗД от 3-8 дБ до 18-27 дБ в диапазоне частот 63-2000 Гц с ростом эффективности экранирования 3-4 дБ на октаву. На более высоких частотах заметно некоторое снижение эффективности экранирующих сооружений, что может быть объяснено влиянием боковой дифракции за счет ограниченности длины зданий (огибанием звуком боковых поверхностей экранирующих зданий).

Выполнены расчеты экранирующего эффекта зданий, сравнение которых с данными измерений показало удовлетворительную сходимость.

Заметные величины экранирующего эффекта, полученные расчётами и экспериментами, позволяют рекомендовать эту меру для снижения авиационного шума.

Выводы по главе:

1. Аэропорты являются одними из самых заметных источников транспортного шума. Наибольшее воздействие авиационного шума отмечается в близрасположенной жилой застройке и в служебных зданиях на территории аэропортов при разбеге самолетов по взлетно-посадочной полосе (ВПП). В качестве одной из мер снижения авиационного шума для защиты нормируемых объектов вблизи ВПП предложено использовать экранирующий эффект зданий, находящихся на территории аэропортов на пути распространения звука от ВПП до ближайших нормируемых объектов, а также специальные сооружения, размещенные вдоль ВПП (например, акустические экраны).
2. Для расчета прогнозируемых уровней шума с учетом экранирующего эффекта, создаваемого зданиями и сооружениями, автором предложены формулы, для вывода которых использовалось допущение о линейном характере источника шума, фронт звуковой волны которого до определенных расстояний имеет характер цилиндрический или квазичилиндрический. Получены зависимости шума в расчетной точке от геометрических размеров ЭС, показателя дифракции на свободных ребрах,

расстояния от ВПП до ЭС и от ЭС до РТ, а также звукопоглощающих свойств поверхностей ЭС. В ходе выполненных теоретических исследований установлены следующие закономерности: в частотном диапазоне наблюдается рост эффективности экранирующего сооружения 3 дБ/октаву, кривая увеличения эффективности в дБА с ростом высоты или ширины ЭС имеет вид гиперболы.

3. Выполненные в натурных условиях эксперименты подтвердили наличие заметного экранирующего эффекта. При рассмотрении экранирующего эффекта здания (например, когда измеряются УЗД и УЗ на двух противоположных фасадах) отмечено снижение УЗД от 7 до 27 дБ в диапазоне частот 125-2000 Гц, а УЗ - от 18 до 25 дБА. Сравнение данных расчета для этого примера с данными эксперимента показало, что отклонения УЗ не превышают ± 3 дБА, т.е. предложенный метод расчета дает удовлетворительные результаты.

ГЛАВА 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ АВИАЦИОННОГО ШУМА

5.1. Общие рекомендации по снижению авиационного шума

На основании выполненных исследований разработаны рекомендации по снижению авиационного шума вблизи аэропортов, представленные на рисунке 5.1.

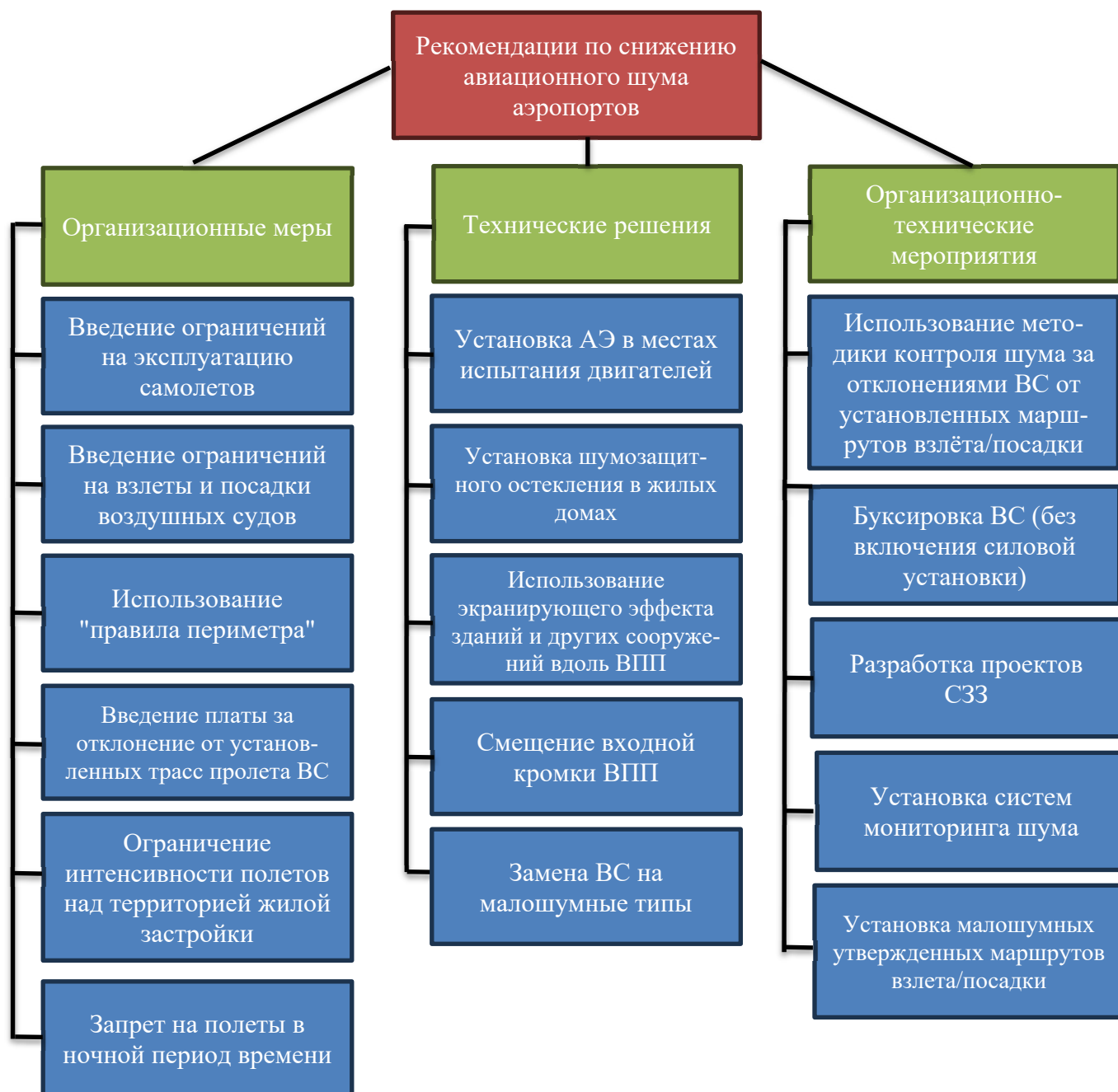


Рисунок 5.1 – Рекомендации по снижению авиационного шума вблизи аэропортов

Ведение ограничений на эксплуатацию самолетов. Разработанные в ряде стран меры контроля по использованию воздушного пространства снижают воздействие шума, генерируемого воздушными судами, путем ограничения их эксплуатации в определенное (как правило, в ночное) время суток. Практическая реализация этих мер сводиться, как правило, к ограничению времени, в течение которого в аэропорту разрешены полеты ВС.

Ограничения на взлеты и посадки воздушных судов. Процедуры, показанные на рисунке 5.2, направленные на уменьшение шума, существенно влияют на выбор режима полета самолета при выполнении взлетов (вылетов) или посадок (прилетов). Например, набор высоты с минимальной скороподъемностью целесообразно использовать при наличии земельных участков, чувствительных к воздействию шума, на малом расстоянии от аэропортов. Также в зависимости от процедуры взлета закрылки убираются частично или полностью и уменьшается тяга до определенного фиксированного значения. В этом и состоит второй этап взлета, его важным элементом является уменьшение тяги на взлете за счет дросселирования двигателей.

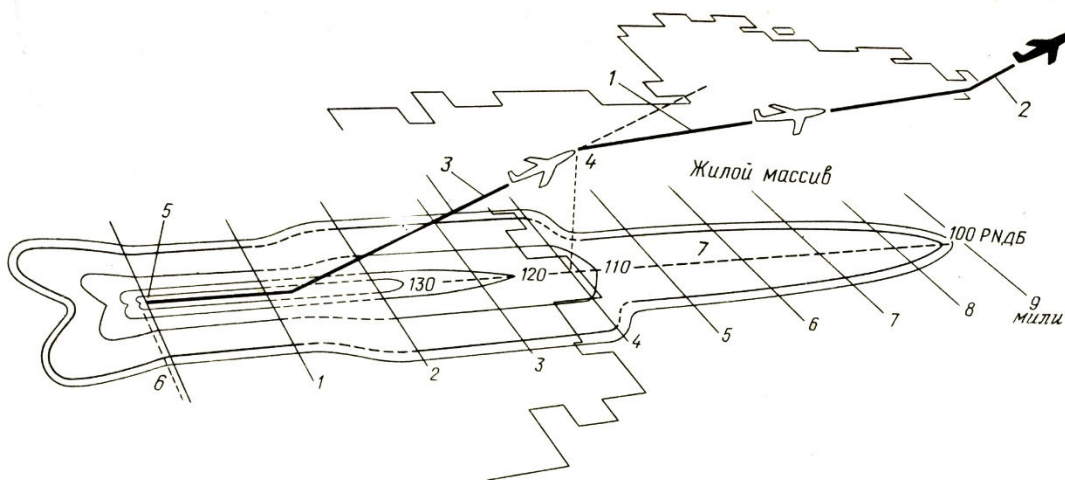


Рисунок 5.2 – Схема профиля вылета, используемого для уменьшения воздействия шума:

1 – пониженная тяга для минимализации воздействия шума; 2 – установившийся набор высоты крейсерского полета; 3 – высокое значение тяги для обеспечения максимального подъема при взлете; 4 – дросселирование двигателей; 5 – начало ВПП; 6 – боковое удаление от оси ВПП 1 миля (расстояния вдоль оси ВПП также показаны в милях [1852 м]); 7 – контуры равных уровней шума на земной поверхности.

Использование «правила периметра». «Правилom периметра» пользуются для ограничения дальности полетов, осуществляемых при вылете из конкретного аэропорта. Дальность полета может влиять на уровень шума, создаваемого различными путями. Во-первых, она может определять пропускную способность конкретного аэропорта. В общем случае меньшее число операций приводит к уменьшению воздействия шума, что следует из интегрально-временной оценки. При ограничениях полета максимальная взлетная масса воздушного судна меньше, поскольку она определяется в основном запасами потребного топлива. Меньшая взлетная масса позволяет реализовать большую подъемную силу, что, в свою очередь, приводит к уменьшению размеров контура шума, создаваемого ВС на земной поверхности.

Выделение маршрутов с минимальными уровнями шума. В целях уменьшения раздражающего действия шума необходимо увязывать выбранные маршруты пролета с расположением ВС в пространстве относительно земной поверхности или территории, используемой для жилого строительства. Зачастую в международной практике маршруты взлета и посадки ВС выбирают исходя из географического рельефа прилегающей территории. Распространена практика взлета вдоль рек или других незаселенных природных территорий. Так же целесообразно распределение нагрузки по всем направлениям, т.к. загрузка любой трассы, даже находящейся на правильно скорректированном курсе, может привести к значительному ухудшению акустической обстановки.

Ограничение интенсивности полетов. Подобные ограничения устанавливают предельное число операций ВС в аэропорту, которые могут быть осуществлены в пределах определенного периода. К таким ограничениям относиться регламентация числа взлетов и посадок транспортных самолетов, разрешенных в данном аэропорту в течение суток.

Смещение входной кромки ВПП. Существует определенная географическая точка, расположенная вдоль ВПП, которая определяет ее пороговое значение при посадке прилетающего воздушного судна или расчетную точку взлета вылетающего воздушного судна. В некоторых аэропортах эту точку смещают таким образом, что реализуемая траектория снижения на посадку или взлета воздушного судна располагается выше земной поверхности. С увеличением этой высоты сокращаются размеры контура шума, что в свою очередь, приводит к уменьшению количества людей, подверженных его воздействию. Это позволяет более рационально использовать земельные участки в окрестностях аэропорта. Пример схемы смещения входной кромки представлен на рисунке 5.3.

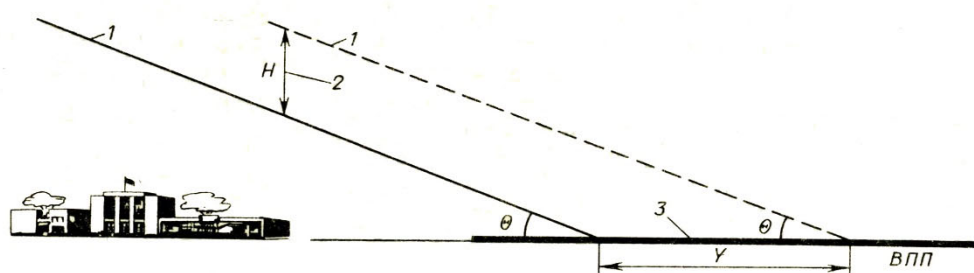


Рисунок 5.3 – Влияние смещения входной кромки ВПП на высоту полета по глиссаде:

1 – глиссада; 2 – увеличение высоты H , где $H=Y*\text{tg}(\theta)$; 3 – смещенная входная кромка ВПП

Установка АЭ в местах испытания двигателей. Для снижения шума самолетов АЭ устанавливаются или вдоль взлетно-посадочной полосы, или в местах, где осуществляются технологические операции с включенными двигателями. Так АЭ, устанавливаемые вдоль ВПП на расстоянии не ближе 200 м., могут быть высотой от 11 до 17 м. В местах, где производится испытание двигателей, минимальное расстояние от самолета до АЭ должно быть 6 м., а высота АЭ находится в диапазоне 10-20 м. Эти АЭ обеспечивают снижение УЗ на 10-15 дБА. Иногда вместо АЭ в аэропортах строят земляные валы.

Буксировка ВС. Буксировка ВС с целью уменьшения воздействия шума не является широко применяемой процедурой, хотя этот прием обычно используется в процессе работ по текущему содержанию и ремонту авиационных двигателей. Самолеты буксируются к выделенной стоянке для проведения наземных гонок двигателей при всех отключенных до проведения испытания системах, что позволяет также сократить расходы на топливо и снизить акустическое воздействие.

Введение платы за отклонение от установленных трасс пролета ВС. В основе данного метода лежит принцип, по которому эксплуатанты ВС выплачивают в виде отдельных сборов сумму, пропорциональную шуму, который генерируется ВС. Эксплуатанты более шумных ВС выплачивают сборы в больших размерах, в то время как для ВС сравнительно малошумных типов ставки сборов за посадку уменьшаются.

Разработка проектов СЗЗ. Для оценки акустической ситуации и определения приаэродромной территории необходима разработка проектов санитарно-защитных зон (СЗЗ). Оценка акустического воздействия в рамках проектов СЗЗ разрабатывается по методикам расчета шума. Рекомендуется использовать разработанные автором методы расчета для более точного учета экранирующего эффекта зданий и сооружений, расположенных между ВПП и нормируемыми объектами. В результате расчетов создается карта шума, на которой указаны уровни равного значения как для каждой трассы пролета ВС, так и для стационарных источников шума аэропорта и внешних служб.

По рассчитанным картам шума делается ряд выводов и решений:

- производится оценка влияния каждой трассы пролета на приаэродромную территорию;
- принимается решение о распределении ВС по направлениям;

- принимается решение о расселении (при необходимости) жителей, проживающих в неблагоприятной с акустической точки зрения зоне;
- принимается решение о проведении шумозащитных мероприятий;
- принимается решение о местах строительства новых жилых зданий и общественных объектов.

Установка шумозащитного остекления в близлежащих жилых массивах.

Звукоизоляционные качества наружных ограждений определяются звуковой изоляцией оконных заполнений, которая ниже звукоизолирующей способности глухой части стены. Шумозащитные окна подразделяются на категории в зависимости от реализуемой звукоизоляции, R_d , характеризующей снижение шума от воздушных судов конкретным оконным заполнением. Звукоизоляция определяется свойствами применяемых стекол и размером воздушного промежутка между стеклами. Увеличение размера воздушного промежутка с 57 мм до 90 мм при толщине стекол 3 мм приводит к повышению звукоизоляции на 2 дБА. Небольшие воздушные промежутки до 40 мм почти не дают положительного эффекта, точно так же, как и увеличение воздушного промежутка свыше 300 мм. При этом следует учитывать, что тройное остекление может снизить звукоизоляцию окна в случае, если воздушный промежуток разделяется пополам, смещение же среднего стекла к одному из крайних дает максимальный акустический эффект. Большое значение для эффективного снижения шума оконным заполнением имеет обеспечение герметичности притворов. Применение прокладок повышает звукоизоляцию на 4 дБА. В двойных окнах целесообразно применение звукопоглощающей облицовки, располагаемой по контуру в пространстве между переплетами. При реализации шумозащитного остекления важно обеспечить хорошие условия вентиляции помещений.

5.2. Снижение шума установлением правильной траекторией полета

На основании обширных экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, автором разработана и апробирована методика контроля шума, позволяющая установить отклонения ВС от установленных маршрутов взлёта/посадки и создаваемые при этом повышенные уровни шума на территории жилой застройки вблизи аэропортов (далее методика контроля шума). Шумозащитные мероприятия, разрабатываемые на основании данных, получаемых в результате применения методики контроля шума, обеспечивают снижение эквивалентных УЗ от 7 до 9 дБА. Однако, активное использование методики контроля шума требует проведения серьезных организационно-технических мероприятий. На данный момент методика контроля шума, разработанная автором, внедрена в аэропорту «Пулково».

Алгоритм использования методики следующий. При наличии данных о воздушном судне (ВС), отклонившемся от стандартного маршрута взлета, и данных о шуме на ближайшей селитебной территории, возможно аргументированно установить, что является причиной повышения уровней шума. Разработанная автором методика (описана на примере аэропорта Пулково в разделе 3) позволяет убедиться в правильности расположения установленных маршрутов взлета или рекомендовать их изменение. Если ВС, отклонившиеся от установленного маршрута взлета, вносит меньший шумовой вклад, чем ВС, которое соблюдает установленный маршрут, то рекомендуется пересмотреть установленный маршрут взлета. Если воздушные суда, отклонившиеся от установленных маршрутов взлета, вносят больший шумовой вклад, чем воздушные суда, которые соблюдают эти маршруты, то аэропорту рекомендуется обратить внимание на авиакомпании, которые не соблюдают установленные маршруты взлёта/посадки. Данные, полученные при проведении мониторинга аэропорта Пулково, показали, что разработанная автором методика полностью работоспособна, о чем получен акт внедрения, представленный в Приложении В.

Для снижения шума, создаваемого ВС, при несоблюдении стандартных маршрутов взлёта/посадки, рекомендуется организовать постоянный мониторинг авиационного шума вблизи аэропортов. На примере аэропорта «Пулково» предложены следующие рекомендации по мониторингу шума.

Точки мониторинга. Для определения расположения точек постоянного мониторинга авиационного шума рекомендуется использовать данные о реальных траекториях взлёта и прибытия ВС, зафиксированные при помощи сервиса flightradar24.com. Точки, рекомендованные автором для проведения мониторинга авиационного шума вблизи аэропорта «Пулково», приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Точки проведения мониторинга шума аэропорта «Пулково»

№ точки мониторинга	Координаты точек мониторинга	Место расположения
<i>Взлёт (10L/10R)</i>		
1	59.7477, 30.40975	Санкт-Петербург, Пушкин, Буферный парк
2	59.74373, 30.46268	Санкт-Петербург, посёлок Шушары, Пушкинский район, территория Славянка, Изборская улица, 4к2
3	59.76085, 30.46191	Санкт-Петербург, посёлок Шушары Пушкинский район
4	59.80499, 30.36511	Санкт-Петербург, посёлок Шушары Пушкинский район
5	59.78908, 30.50921	Санкт-Петербург, посёлок Петро-Славянка, Колпинский район
6	59.74675, 30.57172	Санкт-Петербург, 1-й квартал, Колпино
7	59.74527, 30.60069	Санкт-Петербург, Никольский сквер Колпино
<i>Посадка (10L/10R)</i>		
1	59.82689, 30.17869	Санкт-Петербург, улица Партизана Германа, 30к2
2	59.82703, 30.12966	Санкт-Петербург, парк Сосновая Поляна
3	59.8451, 30.1049	Санкт-Петербург, улица Генерала Кравченко
4	59.82821, 30.08563	Санкт-Петербург, территория Сергиево
5	59.81007, 30.05931	Ленинградская область, Ломоносовский район, Аннинское городское поселение, городской посёлок Новоселье
6	59.85157, 30.02183	Санкт-Петербург, Петродворцовый район, территория Жилой Городок посёлок Стрельна
7	59.82513, 30.01096	Ленинградская область, Ломоносовский район, Горбунковское сельское поселение
<i>Взлёт (28L/28R)</i>		
1	59.82689, 30.17869	Санкт-Петербург, улица Партизана Германа, 30к2

№ точки мониторинга	Координаты точек мониторинга	Место расположения
2	59.82946, 30.1308	Санкт-Петербург, парк Сосновая Поляна
3	59.83651, 30.09639	Санкт-Петербург, территория Сергиево
4	59.82821, 30.08563	Санкт-Петербург, территория Сергиево
5	59.81007, 30.05931	Ленинградская область, Ломоносовский район, Аннинское городское поселение, городской посёлок Новоселье
6	59.85157, 30.02183	Санкт-Петербург, Петродворцовый район, территория Жилой Городок посёлок Стрельна
7	59.82513, 30.01096	Ленинградская область, Ломоносовский район, Горбунковское сельское поселение
<i>Посадка (28L/28R)</i>		
1	59.7477, 30.40975	Санкт-Петербург, Пушкин, Буферный парк
2	59.74373, 30.46268	Санкт-Петербург, посёлок Шушары, Пушкинский район, территория Славянка, Изборская улица, 4к2
3	59.76085, 30.46191	Санкт-Петербург, посёлок Шушары Пушкинский район
4	59.80499, 30.36511	Санкт-Петербург, посёлок Шушары Пушкинский район
5	59.78908, 30.50921	Санкт-Петербург, посёлок Петро-Славянка, Колпинский район
6	59.74675, 30.57172	Санкт-Петербург, 1-й квартал, Колпино
7	59.74527, 30.60069	Санкт-Петербург, Никольский сквер Колпино

В период времени проведения мониторинга авиационного шума вблизи аэропорта Пулково, при высокой интенсивности взлётно-посадочных операций, проводились наблюдения за фактическими проекциями траекторий движения воздушных судов, прибывающих в аэропорт и вылетающих из него. Наблюдение велось с использованием сервиса flightradar24.com. На основании анализа указанных данных зарегистрированы отклонения фактических траекторий движения ВС.

Схема с точками мониторинга и траекториями полета ВС приведена на рисунках 5.4 – 5.7.



Рисунок 5.4 – Схема точек мониторинга с траекториями полёта ВС «Взлёт по направлениям(10R/10L)».



Рисунок 5.5 – Схема точек мониторинга с траекториями полёта ВС «Взлёт по направлениям (28R/28L)».



Рисунок 5.6 – Схема точек мониторинга с траекториями полёта ВС «Посадка по направлениям(10R/10L)».

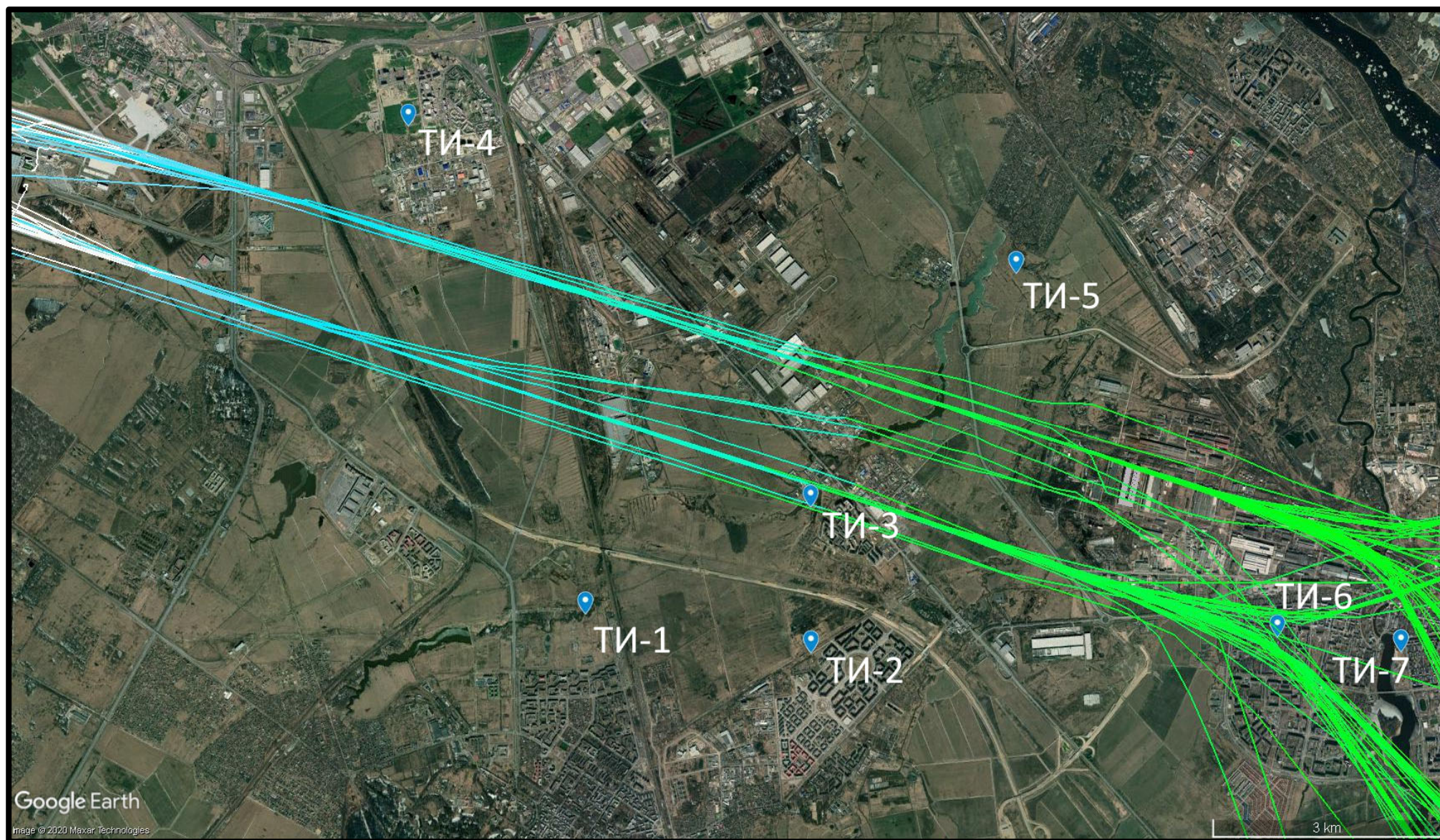


Рисунок 5.7 – Схема точек мониторинга с траекториями полёта ВС «Посадка по направлениям (28R/28L)».

Рекомендации для программы мониторинга при использовании аккредитованной испытательной лаборатории. Рекомендации по программе мониторинга при использовании сил аккредитованной испытательной лаборатории представлены в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Рекомендации по программе мониторинга

Периодичность контроля	Не менее 1 раза в 6 месяцев для каждой из точек мониторинга в дневное время суток; Не менее 1 раза в 6 месяцев для каждой из точек мониторинга в ночное время суток
Контролируемые параметры	Эквивалентный уровень звука ($L_{Aэкв}$); Максимальный уровень звука (L_{Amax})
Методы измерения	ГОСТ 22283-2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения; ГОСТ 31296.2-2006. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления (с Поправкой). (п.6.4); ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий (с Поправкой) или МИ ПКФ 12-006 «Однократные прямые измерения уровней звука, звукового давления и ускорения приборами серий ОКТАВА и ЭКОФИЗИКА. Методика выполнения измерений».
Оценка соответствия уровней звука требованиям нормативной документации	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»; ГОСТ 22283-2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения.

Требования к испытательной лаборатории. Испытательная лаборатория должна быть аккредитована Федеральной службой по аккредитации (Росаккредитация) на соответствие [105]. В область аккредитации испытательной лаборатории должны входить нормативные документы, представленные в пункте «Методы измерения» таблицы 5.2.

Для акустических измерений следует применять шумомеры или комбинированные измерительные системы, предназначенные для определения

максимальных и эквивалентных уровней звука и соответствующие классам точности 0; 1 или 2. [3, 40]

Лаборатория должна иметь измерительные приборы, используемые для проведения шумового мониторинга, с действующими сертификатами поверки и обладать программными комплексами, позволяющими проводить обработку полученных результатов измерений.

Требования к специалистам испытательной лаборатории. Персонал лаборатории должен соответствовать требованиям п. 6.2 [105].

Также, в соответствии с приказом Минэкономразвития России от 30.05.2014 № 326, установлены требования к работникам лаборатории, непосредственно выполняющим работы по исследованиям (испытаниям) и измерениям в области аккредитации, указанной в заявлении об аккредитации или в реестре аккредитованных лиц, в том числе, о наличии высшего образования, либо среднего профессионального образования или дополнительного профессионального образования по профилю, соответствующему области аккредитации.

В случае наличия у работника высшего или среднего профессионального образования, профиль которого не соответствует области аккредитации, указанным работником может быть получено дополнительное профессиональное образование по профилю, соответствующему области аккредитации, в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об образовании.

Стоит отметить, что согласно пункту 20 «Критериев аккредитации» установлено требование о наличии у работников, участвующих в выполнении работ по исследованиям (испытаниям) и измерениям, навыков и профессиональных знаний, необходимых для выполнения работ по исследованиям (испытаниям) и измерениям в области аккредитации, указанной в заявлении об аккредитации или в реестре аккредитованных лиц.

Полная оценка соответствия при аккредитации лаборатории включает подтверждение компетентности работников в порядке, установленном Федеральным законом от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной

системе аккредитации»[106], при представлении экспертной группе всех документов, подтверждающих образование и опыт работы конкретного работника.

Количество сотрудников лаборатории должно соответствовать минимальному количеству точек, рекомендуемых для параллельного проведения шумового мониторинга (не менее 3-х). Соответственно, количество сотрудников испытательной лаборатории должно быть не менее 3-х человек.

Рекомендации по программе мониторинга при использовании стационарных и мобильных станций мониторинга. Измерения допустимо производить, как с использованием сил специалистов аккредитованной испытательной лаборатории, так и с использованием стационарных и мобильных станций мониторинга.

Рекомендации по программе мониторинга при использовании стационарных и мобильных станций мониторинга представлены в Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Рекомендации по программе мониторинга

Периодичность контроля	Постоянный
Контролируемые параметры	Эквивалентный уровень звукового давления осредненный для дневного времени суток (07:00-23:00) ($L_{\text{Аэкв.д.}}$); Эквивалентный уровень звукового давления осредненный для ночного времени суток (23:00-07:00) ($L_{\text{Аэкв.н.}}$); Максимальный уровень звукового давления в течении 1% времени измерений для дневного времени суток ($L_{\text{Амакс.д.1\%}}$) (п.3.5 [9]);* Максимальный уровень звукового давления в течении 1% времени измерений для ночного времени суток ($L_{\text{Амакс.д.1\%}}$) (п.3.5 [9]);* Максимальный уровень звука по коррекции Slow для каждого часа ($L_{\text{ASмакс}}$)**
Измерения с учётом требований	ГОСТ 22283-2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения; ГОСТ 31296.2-2006. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления (с Поправкой). (п.6.4); ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий (с Поправкой) или МИ ПКФ 12-006 «Однократные прямые измерения уровней звука, звукового давления и ускорения приборами серий ОКТАВА и ЭКОФИЗИКА. Методика выполнения измерений».

Оценка соответствия уровней звука требованиям нормативной документации	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»; ГОСТ 22283-2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения.
---	---

*- данный параметр рекомендуется для исключения пиковых фоновых шумовых воздействий;

** - данный параметр рекомендуется для оценки максимального воздействия для каждого часа.

Отчёт от станции мониторинга должен содержать параметры, указанные в пункте «Контролируемые параметры» из таблицы 5.3. Частота получения отчёта и его форма утверждается пользователем станции мониторинга непосредственно с производителем и поставщиком оборудования.

Технические требования для станции мониторинга. Измерительное оборудование, используемое в станции мониторинга, должно иметь регистрацию в государственном реестре средств измерения. Для измерений следует применять шумомеры или комбинированные измерительные системы, предназначенные для определения максимальных и эквивалентных уровней звука и соответствующие классам точности 0; 1 или 2 [3,9,40].

Рекомендуемые технические параметры станции мониторинга авиационного шума приведены в таблица 5.4.

Таблица 5.4 – Рекомендуемые технические параметры станции мониторинга

Наименование параметра	Рекомендуемый технический параметр
Источник электропитания	питание от PoE или сети 220 В
Диапазон рабочих температур	от - 25 до +55 С
Меры защиты от внешних воздействий окружающей среды и животного мира	Комплект ветрозащиты и птицевозащита. Конструкция измерителей и погодозащищённого корпуса для обеспечения работы в сложных метеоусловиях, включая влаго- и пыле-защиты, самоподогрева и других технических решений.

Наименование параметра	Рекомендуемый технический параметр
Количество одновременно подключаемых микрофонов	Троированный канал, т.е. в одной КТ независимо проводят измерения 3 микрофона и более.
Продолжительность измерений	Возможность непрерывных измерений до 3 месяцев
Периоды сервисного обслуживания	Шумомеры имеют межповерочный интервал 1 год. В зависимости от места установки следует предусмотреть регламентное обслуживание пунктов контроля шума раз в 2-4 недели. Регламент состоит из проверки калибровки шумомера акустическим калибратором и смене ветрозащит для просушки (при необходимости, например при обледенении из-за ледяных дождей).
Измеряемые параметры шума	Эквивалентный уровень звукового давления осредненный для времени суток ($L_{Aэкв}$); Максимальный уровень звукового давления в течении 1% времени измерений для времени суток ($L_{Amax.1\%}$) (п.3.5 [9]); Максимальный уровень звука по коррекции Slow (L_{ASmax})
Диапазоны измерений уровней шума	Диапазон измерений уровня звука дБА: 39-139 дБ с микр. 50 мВ/Па Диапазон измерений уровней звукового давления в 1/3-октавах: 31-139 дБ с микр. 50 мВ/Па
Итоговые выходные параметры шума	Возможность выбора под требования заказчика
Способы передачи и отображения измеренных данных	Измеряемые данные должны храниться и быть просмотрены (как архив, так и в режиме реального времени) на удалённом сервере. Пользователь должен иметь возможность скачивать архив измеренных данных.
Места хранения измеренных данных	
Формат сохраняемых данных	Текстовый формат
Способы оповещения о наличии превышений измеряемых параметров над предельно-допустимыми	Автоматическое уведомление по e-mail по настраиваемым параметрам.

В Приложении 3 представлена информация о нескольких вариантах станций мониторинга. Для использования рекомендуются станции Октафон-110М от компании «Октава Электрондизайн», зарекомендовавшие себя в ходе эксплуатации

на различных объектах. Перечень оборудования и программных комплексов для обеспечения работы одного пункта шумового мониторинга на примере станции Октафон-110 М представлен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Перечень оборудования станции Октафон-110М

Прибор	Описание
<i>Измерительное оборудование</i>	
Цифровой преобразователь (шумомер) ОКТАФОН-110А-DIN (от 1 до 3 шт.)	Обеспечивает измерение уровней звука и уровней звукового давления в октавных и третьоктавных полосах частот по первому классу согласно ГОСТ 17187-2010 (МЭК 61672) и ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260). Шумомер обеспечивает измерения с нормированной точностью в диапазоне температур окружающей среды от -10°C до +40°C и сохраняет работоспособность после воздействия температур до -30° и +50°C
Защитное устройство EPS-ETH-04 (по кол-ву ОКТАФОН-110А-DIN)	Комплект погодозащитный для цифрового преобразователя ОКТАФОН-110А-DIN
WS009-F Ветрозащита для всепогодных микрофонов	-
Коммутационное устройство POW-ETH-05 (1 шт.)	Коммутационное устройство предназначено для подачи питания на цифровые преобразователи ОКТАФОН-110А-DIN (от 1 до 4 одновременно) по линии Ethernet, а также для коммутации этих цифровых преобразователей с сетью интернет либо с внешним компьютером.
<i>Комплект для монтажа</i>	
Устройство для монтажа комплекта мониторинга шума на мачту (держатель кронштейнов и защиты от птиц)	-
Штатив для установки комплекта Октафон-110М с помощью устройства для монтажа ETH	-
<i>Комплект для обеспечения работы</i>	

Прибор	Описание
Экотерминал. Блок Экофизика-D в автономном исполнении, двумя комплектами аккумуляторов с зарядным устройством, набор измерительно-программных модулей "Цифровые измерители DIN"	Индикаторный блок Экотерминал используется для автономной работы цифрового преобразователя ОКТАФОН-110А-DIN в качестве шумомера, а также для проверки калибровки и работоспособности шумомеров
АК-1000 Акустический калибратор 1 класса*	Воспроизводимый уровень 94 дБ и 114 дБ, 1кГц
Обеспечение удалённого доступа	
Программное обеспечение ETH2DIN_UTIL*	Программное обеспечение ETH2DIN_UTIL используется для настройки трансляторов интерфейса устройства EPS-ETH-04 (непосредственно в процессе измерений данное программное обеспечение не участвует). Программное обеспечение устанавливается на внешнем или на промышленном компьютере, который подключается к компонентам пункта контроля шума через коммутатор Ethernet устройства POW-ETH-05.
Удаленный сервер результатов измерений*	Удаленный сервер monit.octava.info позволяет хранить результаты измерений, передаваемые через интернет, и предоставлять зарегистрированным абонентам доступ к этим данным
Промышленный компьютер	Промышленный компьютер коммутируется с цифровыми преобразователями ОКТАФОН-110А-DIN через коммутатор Ethernet устройства POW-ETH-05 и обеспечивает автономную работу пункта контроля шума при отсутствии доступа в интернет.

Примечание: все пункты таблицы, не отмеченные символом «*» требуют установки на каждую из станций мониторинга.

Для обеспечения работы от пользователя требуется:

- Точка доступа в интернет и (или) в локальную сеть,
- Сеть электропитания 220 В AC;
- Коммутационные кабели (витая пара UTP-5е) и места укладки;
- Боксы (шкафы) с системой поддержания условий для размещения блоков POW-ETH-05.

5.3. Определение экранирующего эффекта зданий

Для определения экранирующего эффекта зданий были выполнены измерения авиационного шума в аэропорту «Пулково». Для испытаний были выбраны 4 здания, расположенных фасадами параллельно ВПП (3) и перпендикулярно (1) вблизи ВПП.

Усредненные данные измерений УЗД и эквивалентных УЗ приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Данные измерений шума у фасадов зданий, расположенных вдоль ВПП

№ здания	№ точки измерений	Уровни звукового давления, УЗД, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц								Эквивалентные УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	10	75	75	76	77	80	70	54	45	81
	9	69	67	66	63	55	52	44	36	60
2	8	74	84	85	86	77	73	60	50	85
	7	66	71	69	57	59	46	35	27	60
3	16	75	78	80	78	77	73	65	52	83
	15	69	67	65	61	57	50	41	30	63
4	12	70	68	70	70	69	70	55	45	75
	11	67	61	59	55	52	47	34	28	57

Измерения проводили при разгоне по ВПП не менее, чем по четырем воздушным судам. Значение экранирующего эффекта зданий, как разность результатов измерения шума у фасадов зданий, расположенных вдоль ВПП, приведены в таблице 5.7. Схема расположения зданий и точек измерений показана на Рисунке 5.9.

Таблица 5.7 – Экранирующие свойства зданий, расположенных вдоль ВПП

№ здания	Разность уровней звуковых давлений, УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц								Разность эквивалентных УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	6	8	10	14	15	18	10	9	21
2	8	13	16	19	22	27	25	23	25
3	6	11	15	17	20	23	24	22	20
4	3	7	11	15	17	23	21	21	18

Графики разности измерений шума у фасадов зданий, расположенных вдоль ВПП представлены на рисунке 5.8.

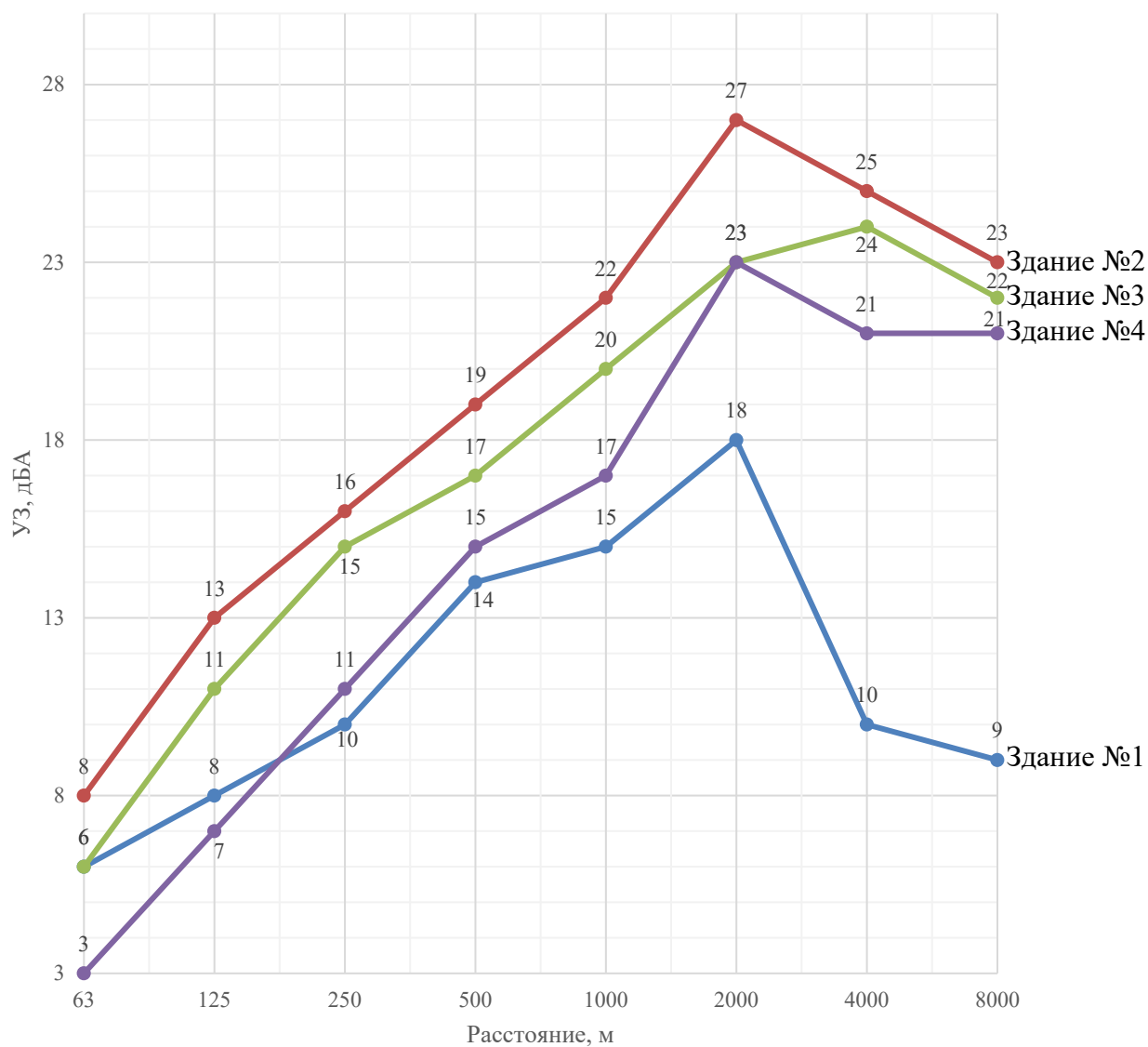


Рисунок 5.8 – Результаты экранирования шума зданиями, расположенными вдоль ВПП аэропорта «Пулково»

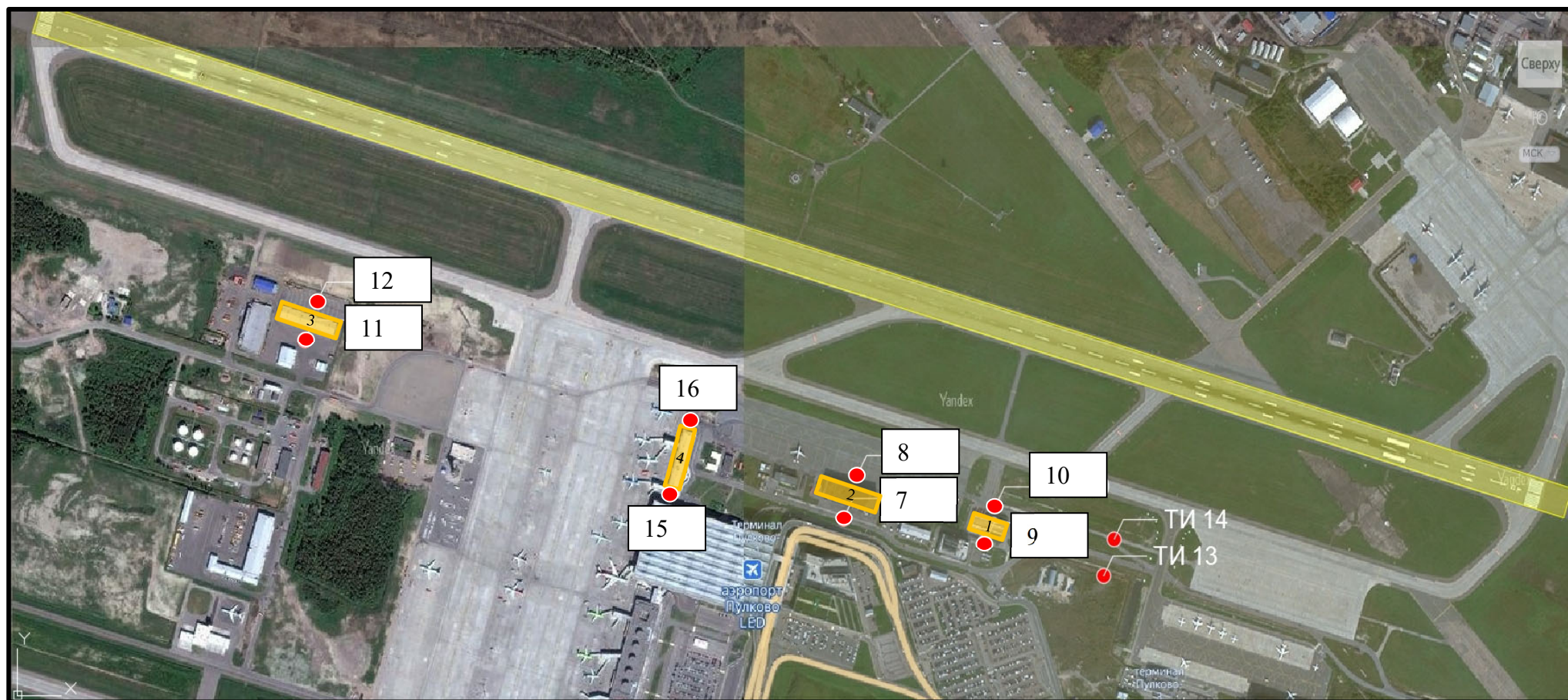


Рисунок 5.9 – Расположение части аэропорта «Пулково» с нанесенными точками измерений вблизи зданий:

1. Здание между точками 9 и 10: длина – 70 м, ширина – 25 м, высота – 6 м;
2. Здание между точками 7 и 8: длина – 65 м, ширина – 20 м, высота – 6 м;
3. Здание между точками 11 и 12: длина – 128 м, ширина – 29 м, высота – 6 м;
4. Здание между точками 15 и 16: длина – 128 м, ширина – 24 м, высота – 18 м.

Анализ данных, приведенных в таблицах 5.6-5.7 показал, что на фасадах зданий, противоположных ВПП, отмечается заметное снижение шума в результате их экранирующего эффекта. Так в зависимости от размеров здания, снижение УЗ в измерительных точках может достигать от 18 до 25 дБА. Анализируя характер снижения спектральных составляющих, отмечается снижение УЗД от 3–8 дБ до 18-27 дБ в диапазоне частот 63-2000 Гц с ростом эффективности 2-5 дБ/на октаву, на более высоких частотах отмечено некоторое снижение эффективности экранирующих сооружений, что может быть объяснено влиянием боковой дифракции.

При сравнении экспериментальных данных об экранирующем эффекте зданий со значениями, полученными расчетным методом по формуле 4.20 (для здания №1 УЗ составило 22 дБА; для здания №2 УЗ составило 28 дБА; для здания №3 УЗ составило 22 дБА; для здания №4 УЗ составило 17 дБА), отмечена удовлетворительная сходимость.

Заметные величины экранирующего эффекта, полученные экспериментами, позволяют рекомендовать эту меру для снижения авиационного шума.

Выводы по главе:

1. По результатам выполненных исследований автором разработаны рекомендации по снижению шума в аэропорту и вблизи аэропорта, включающие организационные меры (введение ограничений на эксплуатацию самолетов, введение ограничений на взлеты и посадки воздушных судов, использование «правила периметра», введение платы за отклонение от установленных трасс пролета ВС, ограничение интенсивности полетов, смещение входной кромки ВПП, запрет полетов в ночной период времени), технические решения (установка АЭ в местах испытаний двигателей, установка шумозащитного остекления в жилых домах, использование экранирующего эффекта зданий и других сооружений вдоль ВПП) и организационно-технические мероприятия

(использование методики контроля шума за отклонениями ВС от установленных маршрутов взлёта/посадки, буксировка ВС (без включения силовой установки), разработка проектов СЗЗ, применение систем мониторинга шума, разработка и внедрение малошумных стандартных маршрутов взлёта/посадки;

2. Разработана методика контроля шума по обеспечению малошумных трасс пролёта: на примере аэропорта «Пулково» описаны требования к выбору точек мониторинга шума, требования к программам мониторинга, требования к акустической аппаратуре и персоналу и другие детали методики; показано, что выполнение предложенных рекомендаций обеспечивает снижение акустической нагрузки в близрасположенной к аэропорту жилой застройке на 7-9 дБА.
3. На основании экспериментальных исследований определен экранирующий эффект зданий, который в зависимости от расположения и размеров сооружения, составил от 18 до 25 дБА, получена удовлетворительная сходимость результатов расчета и экспериментальных данных.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При экспериментальных исследованиях авиационного шума вблизи аэропорта «Пулково» эквивалентные УЗ в жилой застройке вблизи аэропорта составили 60-68 дБА в дневное время и 49-60 дБА в ночное время. Превышения полученных значений над санитарными нормами составили 5-13 дБА для дневного времени и 4-15 дБА - для ночного времени, что подтверждает актуальность проблемы снижения авиационного шума в жилой застройке вблизи аэропортов. В точках контроля за рассматриваемый период измерений уровни шума были превышены в 2326 событий из 3181 пролетов над селитебными территориями (73% превышений из 100%);
2. Для формализации понятия жилой застройки «вблизи аэропортов» автором предложено рассматривать территорию, на которой эквивалентный уровень звука равен 60 дБА.
3. Акустическое воздействие различных типов воздушных судов определялось путем измерения авиационного шума по 10 точкам контроля (жилые застройки, расположенные вблизи аэропорта «Пулково» в западном и восточном направлениях). В ходе проведения замеров были определены типы и акустические характеристики воздушных судов. Исходя из анализа получен вывод, что самыми шумными типами воздушных судов являются самолёты А319, А320, В735 и В73Н.
4. Установлено, что наибольший шум зарегистрирован при разбеге самолетов по ВПП, где в процессе шумообразования, кроме ВС, участвует ВПП, представляемая набором точечных, мнимых ИШ. При увеличении скорости разбега, а также мощности двигателей ВС, шум возрастает примерно на 10 дБА, а УЗ в контрольных точках возрастает до 85 дБА, при посадке УЗ в контрольных точках на 10-15 дБА ниже, чем при взлете, изменяясь примерно с 73 до 66 дБА при режиме приземления. Один из

путей снижения шума при разбеге по ВПП – экранирование зданиями и сооружениями.

5. Проанализирован характер снижения уровней звука в момент разбега воздушных судов по взлетно-посадочной полосе с удвоением расстояния от ВПП в пределах 100–800 м. Установлено, что уменьшение УЗ при увеличении расстояния от ВПП в границах аэропортов определяется в основном дивергенцией звука, которая носит сложный характер. Установлено снижение УЗ на 3 дБА (характерное для цилиндрической звуковой волны) при удвоении расстояния от ВС до точки измерения (ТИ) от 100 до 200 м; снижение УЗ на 4-5 дБА при удвоении расстояния с 200 до 400 м (квазицилиндрический фронт звуковой волны); снижение УЗ на 6-7 дБА при увеличении расстояния от ВПП до ТИ с 400 до 800 м (характерное для сферической звуковой волны). При увеличении расстояния от аэропорта от 15 до 25 км зафиксировано снижение УЗ приблизительно на 15 дБА, это предполагает, что на больших расстояниях сферическая звуковая волна переходит в плоскую, а снижение УЗ определяется в основном молекулярным затуханием звука в воздухе.
6. Разработана методика измерений авиационного шума, учитывающая влияние траекторий полетов на шум аэропорта. Данная методика позволяет при наличии данных о ВС, отклонившихся от стандартных маршрутов взлета, и данных о шуме на ближайшей селитебной территории, аргументированно установить, что является причиной повышения уровней шума на приаэродромной территории. Из полученных данных мониторинга авиационного шума следует, что отклонившиеся ВС от установленных маршрутов взлета увеличивали шумовое воздействие на 7-9 дБА;
7. При выводе формул, учитывающих экранирующий эффект сооружений, были приняты допущения, основным из которых является аппроксимация источника шума (СГА в момент разбега по ВПП), линейным источником, фронт звуковой волны которого цилиндрический или

квазицилиндрический. Вывод формул был выполнен методом последовательного преобразования звуковых полей;

В полученных формулах учтены: пространственный угол излучения, расстояние от воздушного судна (ВС) до экранирующего сооружения (ЭС) и от ЭС до РТ, ширина, высота, и показатель дифракции ЭС, а также звукопоглощающие свойства его фасада.

8. Выполненными теоретическими исследованиями установлено: характер изменения спектра шума за ЭС имеет закономерность увеличения эффективности по закону 3 дБ на каждую октавную полосу частот. Закономерность увеличения эффективности ЭС (дБА) по высоте или ширине имеет нелинейный характер, а вид параболы и с увеличением одного из рассматриваемых параметров эффективность снижается. Так получено, что увеличение эффективности на 3 дБА достигается только при удвоении рассматриваемого параметра (например, ширины с 5 до 10 м или высоты с 20 до 40 м), при небольших увеличениях рассматриваемых параметров, например, ширины с 10 до 15 м или высоты с 20 до 25 м отмечается, что эффективность не превышающая 1 дБА;
9. По результатам выполненных исследований автором разработаны рекомендации по снижению шума в аэропорту и вблизи аэропорта, включающие организационные меры (введение ограничений на эксплуатацию самолетов, введение ограничений на взлеты и посадки воздушных судов, использование «правила периметра», введение платы за отклонение от установленных трасс пролета ВС, ограничение интенсивности полетов, смещение входной кромки ВПП, запрет полетов в ночной период времени), технические решения (установка АЭ в местах испытаний двигателей, установка шумозащитного остекления в жилых домах, использование экранирующего эффекта зданий и других сооружений вдоль ВПП) и организационно-технические мероприятия (использование методики контроля шума за отклонениями ВС от установленных маршрутов взлёта/посадки, буксировка ВС (без

включения силовой установки), разработка проектов СЗЗ, применение систем мониторинга шума, разработка и внедрение малошумных стандартных маршрутов взлета/посадки;

10. Разработана методика контроля шума по обеспечению малошумных трасс пролета: на примере аэропорта «Пулково» описаны требования к выбору точек мониторинга шума, требования к программам мониторинга, требования к акустической аппаратуре и персоналу и другие детали методики; показано, что выполнение предложенных рекомендаций обеспечивает снижение акустической нагрузки в близрасположенной к аэропорту жилой застройке на 7-9 дБА.
11. На основании экспериментальных исследований определен экранирующий эффект зданий, который в зависимости от расположения и размеров сооружения, составил от 18 до 25 дБА, получена удовлетворительная сходимость результатов расчета и экспериментальных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитин, И.А. Обоснование мероприятий снижения акустической нагрузки на население Санкт-Петербурга на основе результатов социально-гигиенического мониторинга / Ракитин И.А., Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Башкетова Н.С., Сухорыба Н.П., Боровков Н.В., Шутович А.А.// Статья в сборнике трудов III научно-практической конференции с международным участием, «Защита населения от повышенного шумового воздействия» . – СПб, 22-24 марта 2011 г. – с. 23-28.
2. Иванов, Н.И. Проблема шума железнодорожного транспорта и пути ее решения / Н.И. Иванов, Д.А. Куклин // Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 2011 года / Под редакцией Н.И. Иванова – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Айсинг", 2011. – с. 12 – 22.
3. Фиев, К.П. Методика измерения авиационного шума, учитывающая влияние отклонения воздушных судов от стандартных маршрутов взлёта / К.П. Фиев, В.В. Светлов// статья в сборнике трудов третьей всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Акустика среды обитания». – – 2018. – АСО-2018. Москва. – с. 234 - 240.
4. СанПиН 1.2.3685-21. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Санитарные правила и нормы: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.21 № 2: введены в действие 01.03.21. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/516587187> (дата обращения: 27.06.2024).
5. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснаб-

жению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Санитарные правила и нормы: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.21 № 3: введены в действие 01.03.21. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177> (дата обращения: 25.06.2024).

6. Крийт, В.Е. Отечественный и международный опыт гигиенического нормирования авиационного шума (обзор литературы) / В.Е. Крийт, К.Б. Фридман, Ю.Н. Сладкова, О.В. Волочкова, Е.Б. Кузнецова // Гигиена и санитария. – Т. 99, №6. – 2020 – с.538-243.

7. Картышев, О.А. Нормирование авиационного шума для целей ограничения жилой застройки/ О.А. Картышев // В кн.: Тезисы докладов пятой открытой всероссийской (XVII научно-технической) конференции по аэроакустике. М.: Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского (Жуковский). – 2017. – с. 284.

8. Смирнов, В. В. Значение гигиенического и технического нормирования авиационного шума для населения, проживающего вблизи аэропортов / В. В. Смирнов // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2020. – Т. 15, № 1. – С. 439-446. – EDN UIZFXS.

9. ГОСТ 22283-2014 Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения: издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2015. – с. 16.

10. Картышев, О.А. Построение зон воздействия авиационного шума вблизи аэропортов / О.А. Картышев // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2010. – № 160. – с. 148-158.

11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция. Санитарные правила и нормы: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.07: введены в действие 25.09.07. –

Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/574118121> (дата обращения: 27.06.2024).

12. Охрана окружающей среды. Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 1. Авиационный шум. – Изд. 5-е, ИКАО. – 2010 г. – с. 258.

13. Noise in Europe 2014 / EEA Report No 10, 2014. – 68 p.

14. Картышев, О.А. Проекты санитарно-защитных зон аэропортов, аэродромов, вертодромов и посадочных площадок как основа оценки соответствия их деятельности экологическим требованиям / О.А. Картышев, Н.И. Николайкин // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2017. – Т. 20. № 4. – с. 146-155.

15. Картышев, О.А. Новые методические подходы к установлению размеров санитарно-защитной зоны и санитарных разрывов аэропортов гражданской авиации / О.А. Картышев // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92. № 1. – с. 89-92.

16. Картышев, О.А. Опыт снижения авиационного шума вблизи аэропортов. В сборнике: Защита населения от повышенного шумового воздействия / О.А. Картышев // Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 22–24 марта 2011 года / Под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: ИННОВА, 2011. – с. 133-136.

17. Картышев, О.А. Внедрение автоматических систем контроля авиационного шума в аэропортах гражданской авиации// О.А. Картышев / Научный вестник МГТУ ША. – №123. – 2007. – с. 125-135.

18. Картышев, О.А. Расчетно-экспериментальный метод построения контуров авиационного шума при осуществлении зонирования окрестности аэропортов / О.А. Картышев // Научный вестник МГТУ ГА. – 2012. – № 175. – с. 30-35.

19. Картышев, О.А. Оценка и регулирование шумового режима реконструируемого жилого района г. Сходня Московской области / Ю.И. Захаров, В.Ю. Захаров, О.А. Картышев // Сборник научных трудов ГВУЗ ПГАСА. – 2006. – №38. – с.205-212.

20. Картышев, О.А. Критерии оценки авиационного шума для зонирования приаэродромной территории аэропортов и обоснования защитных мероприятий /

О.А. Картышев, Н.И. Николайкин // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2017. – Том 20. № 03. – с. 30-40.

21. Картышев, М.О. Оценка качества проживания населения вблизи существующих и реконструируемых аэродромов / М.О. Картышев, О.А. Картышев // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2019. – № 28. – с.114-123.

22. Картышев, О.А. Социальные и санитарно-гигиенические аспекты шума окружающей среды и их значимость для экологического нормирования / А.И. Запорожец, О.А. Картышев // Научный вестник МГТУ ГА. – 2010. – № 160. – с. 132-140.

23. Картышев, О.А. Работы по установлению границ зон ограничения жилой застройки вблизи аэропортов по неблагоприятному фактору «авиационный шум» / О.А. Картышев // Научный вестник МГТУ ГА. – 2010. – №160. – с. 141-147.

24. Картышев, О.А. Предложения по оценке ущерба здоровью человека от воздействия авиационного шума / О.А. Картышев, Н.К. Кирюшкина, М.А. Пинигин // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2020. – № 31. – с. 54-65.

25. Захаров, Ю.И. Имитационное моделирование процесса образования и распространения звука авиационного источника / Ю.И. Захаров, В.Ю. Захаров, О.А. Картышев // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2019. – № 27. – с. 35-47.

26. Картышев, О.А. Современные проблемы установления и использования седьмой подзоны приаэродромной территории. / О.А. Картышев, М.А. Пинигин // В книге: Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения. Материалы III Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды – 2018. – с. 165-170.

27. Картышев, О.А. Учет наземных передвижных и воздушных источников шума при установлении режима использования приаэродромной территории. В сборнике: Защита населения от повышенного шумового воздействия / О.А. Картышев // Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 22–24 марта 2011 года / Под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: ИННОВА. – 2011. – с. 484-487.

28. Картышев, О.А. Анализ и обобщение практики в области регламентации и выбора мест расположения пунктов контроля авиационного шума вблизи аэропортов / О.А. Картышев // Семинар ЦАГИ «Авиационная акустика». – М. – 2006.

29. ГОСТ Р ИСО 1996-1-2019 Акустика. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 46 с.

30. Иванов, Н.И. Защита от шума и вибрации: учебное пособие по направлению "Техносферная безопасность" / Н. И. Иванов, А. Е. Шашурин. – Санкт-Петербург: Печатный цех, 2019. — 282 с.

31. Авиационная акустика. Шум на местности дозвуковых пассажирских самолетов (часть 1). / Под ред. А.Г. Мунина. // -М.: Машиностроение. – 1986. – 246 с.

32. Иванов, Н.И. Проблема защиты населения от повышенного шума / Н.И. Иванов, М.В. Буторина, Н.Н. Минина // ВЕСТНИК МГСУ. – 2011. – №3-1. – с. 135-145.

33. Лайтхилл, М. Дж. О звуке, генерируемом аэродинамическим путем I. Общая теория / М. Дж. Лайтхилл // R. Soc. Lond. A. Королевское общество. – Т. 211, № 1107. – 1952. – с. 564-587.

34. Лайтхилл, М. Дж. О звуке, генерируемом аэродинамическим путем. II. Турбулентность как источник звука / М. Дж. Лайтхилл // В сборнике Proc. R. Soc. Lond. A. Королевское общество. – Т. 222, № 1148. – 1954. – с. 1-32.

35. Машков, П.А. Прогнозирование и снижение шума на местности легких винтовых самолетов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Машков Петр Александрович, 2023 – 143 с.

36. Мхитаряна, А.М. Снижение шума самолетов с реактивными двигателями / под ред. А.М. Мхитаряна // М. Машиностроение. – 1975. – 262 с.

37. Авиационные правила. Часть 36. Сертификация воздушных судов по шуму на местности / межгосударственный авиационный комитет. – 2003. – 119 с.

38. Liasjo, K.H. Снижение шума в аэропортах: эффективность

инструментальных процедур в качестве основы для борьбы с авиационным шумом. / Liasjo K.H., Holen K.// Airport noise managment. How efficient are instrument procedures as tool for noise abatement. – The 1999 International Corgress on Noise Control Engineering. Proc. of «Inter-noise 99». – USA. – 1999.

39. Шашурин, А. Е. Проблемы современной инженерной акустики / А. Е. Шашурин, С. С. Борцова, В. К. Васильева // Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 23–25 марта 2021 года / Под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: Институт акустических конструкций, 2021. – с. 11-15.

40. Фиев, К.П. Методика измерений уровней АШ с целью оценки его влияния на приаэродромную территорию при отклонении фактической линии пути от установленных процедур взлета // В.В. Светлов и К.П. Фиев/ Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 2016 года / под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Айсинг", 2016. – с. 357 - 360.

41. Фиев, К.П. Мониторинг авиационного шума и выявление типов воздушных судов, оказывающих воздействие на селитебную территорию, вблизи аэропорта / К.П. Фиев // Noise Theory and Practise. – 2021. – Т. 7 №2. – с. 139-150.

42. Иванов, Н.И. Контроль и снижение шума аэропорта «Пулково». В сборнике: Защита населения от повышенного шумового воздействия// Н.И. Иванов, М.В. Буторина, А.Е. Шашурин / Защита населения от повышенного шумового воздействия : Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 22–24 марта 2011 года / Под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: ИННОВА, 2011. – с. 568-579.

43. Буторина, М.В. Классификация аэропортов по уровням шума и разработка шумозащитных мероприятий / М.В. Буторина // Noise Theory and Practise. – 2020. – Т. 6. № 2 (20). – с. 49-62.

44. Буторина, М. В. Разработка научных и методических основ картирования шума транспорта на территории городской застройки: специальность 01.04.06 175 "Акустика": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Буторина Марина Вадимовна, 2021. – 431 с.
45. Руководство по рекомендуемому методу расчета контуров шума вокруг аэропортов: Дос 9911 / Международная организация гражданской авиации. – Монреаль: 2008. – 131 с.
46. Осипов, Г.Л. Защита от шума в градостроительстве/ Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин и др.; Под ред. Г.Л. Осипова. – Москва: Стройиздат, 1993. – 96 с.
47. Медведева, Я. В. Транспортные шумы, их негативное воздействие на человека / Я. В. Медведева, А. В. Морица, О. В. Медведева // Новая экономика - новое общество. – 2010. – № 5. – с. 185-191.
48. Скучик, Е. Основы акустики. Том 2 / Е. Скучик // Издательство «Мир» – 1976. – 544 с.
49. Тюрина, Н.В. Решение проблемы снижения шума на селитебных территориях и рабочих местах в помещениях акустическими экранами: диссертация докт. техн. наук: 01.04.06 / Тюрина Наталья Васильевна. – Санкт-Петербург, 2014. – 330 с.
50. Светлов, В.В. Оценка и снижение шума стационарных источников в жилой застройке В.В. Светлов: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Светлов Валерий Валериевич. – 2011. – 219 с.
51. Шашурин, А.Е. Шумозащитные экраны с надстройкой на свободном ребре// А.Е. Шашурин, Н.В. Тюрина, В.А. Корнилов / Сборник докладов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: ИННОВА, 2015. – с. 580-583.
52. Иванов, Н.И. Использование метода преобразования звуковых полей для расчёта эффективности шумозащитных конструкций / Н.И. Иванов, Н.В. Тюрина, А.Е. Шашурин, П.С. Курченко // Noise Theory and Practice. – 2020. – Т. 6. № 4 (22). – с. 128-134.

53. Тюрина, Н.В. Новые методики расчета эффективности акустических экранов / Н.В. Тюрина, В.П. Бобровских // Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 года / под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Айсинг", 2015. – с. 323-325.

54. Шашурин, А. Е. Научное обоснование и применение новых технических и технологических решений для снижения акустического загрязнения основными типами шумозащитных экранов: специальность 01.04.06 "Акустика": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Шашурин Александр Евгеньевич, 2018. – 420 с.

55. Шашурин, А. Е. Новые технические и технологические решения для снижения акустического загрязнения шумозащитными экранами / А. Е. Шашурин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Балтийский государственный технический университет «Военмех». – Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет "Военмех", 2018. – 134 с. – ISBN 978-5-907054-27-1.

56. Иванов, Н.И. Снижение шума стационарных источников в жилой застройке технологическими шумозащитными экранами// Н.И. Иванов, В.В. Светлов, А.Е. Шашурин / Безопасность жизнедеятельности. – 2018. – с. № 6 (210). – 16-22.

57. Шашурин, А.Е. Определение эффективной высоты и акустических характеристик шумозащитного экрана// А.Е. Шашурин / Noise Theory and Practice. – 2018. – Т. 4. № 2 (12). – с. 5-10.

58. Квитка, В.Е. Нормирование и снижение шума самолетов и вертолетов / В.Е. Квитка // Киев: Вища школа. – 1980. – с. 208.

59. Квитка, В.Е. Гражданская авиация и охрана окружающей среды / В.Е. Квитка // Киев: Вища школа. – 1984. – с. 136 с.

60. Ененкова, В.Г. Защита окружающей среды при авиатранспортных процессах / В.Г. Ененкова // 2 изд.-М.: Транспорт. – 1986. – 198 с.

61. Блинчевский, М.Я. Расчеты и измерения характеристик шума, создаваемого в дальнем звуковом поле реактивными самолетами / М.Я. Блинчевский, Е.В. Власов, Л.В. Горшкова и др.; Под ред. Л. И. Соркина. – Москва: Машиностроение. – 1968. – 99 с.
62. Никифоров, А.С. Основы виброакустики: учебное пособие / А.С. Никифоров, Н.И. Иванов. // СПб: Политехника, 2000. – 485 с.
63. Осипов, Г.Л. Градостроительные меры борьбы с шумом / Г.Л. Осипов, Б.Г. Прутков, И.А. Шишкин, И.Л. Карагодина. //Москва: Стройиздат, 1975. – 215 с.
64. Kartyshev, Oleg A. Using Ecoflight building software suite for predictive assessment and development of compensation measures to mitigate impacts of aircraft noise in areas near airports / Oleg A. Kartyshev, Michael O. Kartyshev // ICAO Environmental Report. – 2016. – Pp. 56-59.
65. Захаров, Ю.И. Учет системы источников шума и объектов шумозащиты при формировании концепции устойчивого развития городов // Ю.И. Захаров, П.Н. Саньков, Н.А. Ткач / Издательство «Основа». – 2011. – с.215-220.
66. Лесничий, И.В. Анализ существующей в России нормативно-правовой базы по уровню звукового удара на местности сверхзвуковых самолетов // И.В. Лесничий, В.И. Самойлов, Д.А. Кипчарский, И.В. Никитин, А.И. Фролков / Научный вестник ГосНИИ ГА. – № 22. – 2018. – с. 39-48.
67. The Aircraft Noise and Performance (ANP) Database : An international data resource for aircraft noise modellers: сайт. – 2020. – URL: <http://www.aircraftnoise-model.org>.
68. Осипов, Г.Л. Звукоизоляция и звукопоглощение / Г.Л. Осипов и др. // - М.: ООО "Издательство АСТ" – 2004. – 451 с.
69. Fiev, K. Calculation of the noise contours of a civil aviation airport // K. Fiev, A. Shashurin, M. Butorina, N. Ivanov / AKUSTIKA. – Paper No.325/2021. – 2021. – Paper No.325/2021. – p. 33-37.
70. Картышев, М.О. Решение по синхронизации результатов измерения шума и параметрических данных из задачи регистратора полетных данных для расчета контуров авиационных шумов / М.О. Картышев // Защита от повышенного шума и

вибрации: Сборник докладов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 года / под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Айсинг", 2015. – с. 654-655.

71. Буторина, М.В. Составление карт шума территории г. Санкт-Петербурга / М.В. Буторина // Известия Самарского научного центра РАН. - Самара, 2007.

72. Картышев, О.А. Установление внешних границ седьмой подзоны и зоны запрещения строительства нормируемых объектов приаэродромной территории / О.А. Картышев, М. О. Картышев, Ардашев И. О. // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2022. – № 39. – с. 122-134.

73. Буторина, М.В. Контроль и снижение шума аэропорта «Пулково» / М.В. Буторина, Н.И. Иванов, А.Е. Шашурин // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург, 2011. – с. 568-579.

74. ГОСТ 17228-2014 Самолеты пассажирские и транспортные. Допустимые уровни шума, создаваемого на местности: издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2014. – с. 10.

75. Николайкина, Н. Е. Промышленная экология: Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта / Н. Е. Николайкина, Н. И. Николайкин, А. М. Матягина. — ISBN 5-94628-225-5. — Москва: Академкнига, 2006. — 239 с.

76. Butorina, M. Noise zoning of the city using noise mapping / M. Butorina, A. Shabarova, D. Kuklin // Proceedings of 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2020 ElConRus) / St.Petersburg, Russia, January 2020.

77. Николайкин, Н.И. Уменьшение экологических последствий от воздействия авиационных происшествий / Н.И. Николайкин, Е.Ю. Старков // Научный Вестник МГТУ ГА. – № 225. – 2016. – с. 129-136.

78. Старков, Е.Ю. О возможности снижения экологического воздействия при авиационном происшествии / Старков Е.Ю., Николайкин Н.И. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего: плюс. – Выпуск 02 (30). – 2016. – с. 13–19.

79. Комплексное воздействие факторов окружающей среды и образа жизни на здоровье населения: диагностика, коррекция, профилактика / Материалы пленума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды 11–12 декабря 2014 г. // Под ред. акад. РАН Ю.А. Рахманина. М.: Таус-Пресс. – 2014. – 500 с.

80. Замтфорт, Б.С. Использование эксплуатационных процедур пилотирования при взлете и посадке самолета для снижения уровня шума, создаваемого самолетом на местности / Б.С. Замтфорт, Ю.В. Медведев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – т. 14. – № 6. – с. 309-310.

81. Maekawa, Z. Environmental and Architectural Acoustics / Z. Maekawa, J. Rindel, P. Lord. – New York: Spon Press, 2011. – 360 p. – ISBN 13:978-0-415-44900-7.

82. ГОСТ Р ИСО 1996-1-2019 Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки: издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019. – с. 46.

83. Чу В. Т. Необходимость и пути снижения шума агрегатов самолета / В.Т.Чу, В.И. Рябков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2012. – № 57 – с. 46-54.

84. Seishi M. Researches on Low Noise Pavement in Japan / M. Seishi // J. Acoust. Soc. Jpn., (E). – 1999. – 20 (1). – p. 19-27.

85. Директива Парламента и Совета Европы 2002/49/ЕС от 25.06.02 г. относительно приемлемости шума для населения, создаваемого различными источниками, включая шум наземного и воздушного транспорта. //Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal of the European Communities, L189 – 18.07.2002.

86. Заявление Европейской Конференции ГА (ЕКГА) о политике в области охраны окружающей среды, опубликованного от имени 33 государств Европы в

виде документа 31-й сессии Ассамблеи ИКАО// рабочий документ A31-WP/69 – 1995.

87. Kato Y. Nihon onkyo gakkaiishi = Исследование транспортных шумов / Kato Y., Ohtsuki R., Yamaguchi S. // J. Acoust. Soc. Jap. – 2001. – 57, № 3. – p. 184-191.

88. Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума / НИИ строит. физики. – Москва: Стройиздат, 1987. – 32 с.

89. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды: Федеральный закон № 7-ФЗ: [принят Государственной Думой 14 января 2002 года: одобрен Советом Федерации 21 февраля 2002 года] – Москва: Проспект; Санкт-Петербург: Кодекс, 2002. – 133 с.

90. Российская Федерация. Законы. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ: [принят Государственной Думой 12 марта 1999 года: одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 года] – Москва: Проспект; Санкт-Петербург: Кодекс, 2017. – 158 с.

91. ГОСТ 31296.2-2006 (ИСО 1996-2:2007). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления (с Поправкой): издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2008. – с. 41.

92. Российская Федерация. Законы. Воздушный кодекс Российской Федерации [принят Государственной Думой 24 марта 1997 года: одобрен Советом Федерации 01 апреля 1997 года] – Москва: Проспект; Санкт-Петербург: Кодекс, 1997. – 1383 с.

93. Иванов, Н. И. Расчет акустической эффективности экранов для снижения шума в жилой застройке / Н. И. Иванов, Н. Г. Семенов, Н. В. Тюрина // Защита от 180 повышенного шума и вибрации : Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 26–28 марта 2013 года / Под редакцией Н.И. Иванова. – Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет "Военмех", 2013. – С. 366-371.

94. О состоянии и проблемах организации государственного санитарно-эпидемиологического надзора за санитарно-защитными зонами

аэропортовых комплексов на территории РФ: Решении коллегии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. URL: <https://ecoflight.ru/>, раздел «Нормативные документы» – 21 июня 2013 г.

95. ICAO Doc 10069 Доклад десятого совещания Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации. Приложение А. – 2016. – СAEП/10 – с. 68-69.

96. Руководство по проектированию аэропортов. Использование земельных участков и контроль над окружающей средой. - Монреаль: ИКАО, Doc. 9184 AN/902/2. - изд.3-е. - 2005. - Ч.2.

97. Баскакова, А. Г. Оценка риска для здоровья населения от воздействия транспортного шума / А. Г. Баскакова, С. А. Куролап // Актуальные вопросы современной науки: Сборник статей по материалам XIII международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Томск, 19 июня 2018 года. Том Часть 3. – Томск: Общество с ограниченной ответственностью Дендра, 2018. – С. 189-193.

98. Васильев, А. В. Акустическая экология города: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 280200 - "Защита окружающей среды" (специальность 28020265 - "Инженерная защита окружающей среды") / А. В. Васильев; Федеральное агентство по образованию, 171 Тольяттинский государственный университет. – Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2007. – 159 с. – ISBN 5-8259-0334-8.

99. Карагодина, И. Л. Борьба с шумом в городах / И. Л. Карагодина, Г. Л. Осипов, И. А. Шишкин. — Москва: Медицина, 1972. — 159 с.

100. Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума. – НИИСФ Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1987. – 21 с.

101. Российская Федерация. Постановление Правительства РФ N 138: [Постановление Правительства РФ от 12 марта 1999 года: одобрен Советом Федерации 01 ноября 2010 года] – Москва: Собрание законодательства Российской Федерации, N 14, 05.04.2010. – 1649 с.

102. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации, утверждены Постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 N 138, с изменениями согласно постановлению Правительства от 29 марта 2024 года № 393.

103. СП 51.13330.2011. Защита от шума: издание официальное. – Минрегион России. - М.: ОАО "ЦПП", 2010. – с. 51.

104. Российская Федерация. Законы. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ: [принят Государственной Думой 12 марта 1999 года: одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 года] – Москва: Проспект; Санкт-Петербург: Кодекс, 2017. – 158 с.

105. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий: издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 35 с.

106. Российская Федерация. Законы. Об аккредитации в национальной системе аккредитации Федеральный закон № 412-ФЗ: [принят Государственной Думой 12 марта 1999 года: одобрен Советом Федерации 23 декабря 2013 года] – Москва: Проспект; Санкт-Петербург: Кодекс, 2013. – 46 с.

107. Asensio, C. Airport noise insulation programs: The spanish case / Asensio C., Pavon I., Recuero M., Ausejo M. // Noise & Vibration Worldwide. – 2012. – 43(February 2012):8-15. – p. 8-15.

108. Буторина, М. В. Учет погрешностей при построении карт шума / М.В. Буторина, А.В. Осетров, В.В. Светлов, К.П. Фиев // Noise Theory and Practice. – 2020. – Т. 6, №4. – с. 81-89;

109. Фиев, К. П. Характер снижения авиационного шума с увеличением расстояния от летательного аппарата / К.П. Фиев, Н.И. Иванов, Н.В. Тюрина // Noise Theory and Practice. – 2024. – Т. 10 №2. – с. 88-100;

110. Фиев, К.П. Расчет и исследование экранирующего эффекта сооружений при разбеге самолетов гражданской авиации / К.П. Фиев, М.В. Буторина, Н.В. Тюрина // Noise Theory and Practice. – 2024. – Т. 10, №3. – с. 96-108;

111. ГОСТ 17229-2014. Самолеты пассажирские и транспортные. Метод определения уровней шума, создаваемого на местности: издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 38 с.

112. ГОСТ 17228-2014. Самолеты пассажирские и транспортные. Допустимые уровни шума, создаваемые на местности: издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 10 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Фотографии с мест проведения измерений

Рисунок А.1. – Фотография с измерений шума в аэропорту «Пулково» №1



Рисунок А.2. – Фотография с измерений шума в аэропорту «Пулково» №2



Рисунок А.3. – Фотография с измерений шума в аэропорту «Пулково» №3



Рисунок А.4. – Фотография с измерений шума в аэропорту «Пулково» №4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Результаты проведения мониторинга

Таблица Б.1 – Результаты проведения мониторинга в точке №1
(пос. Старопаново, ул. Совхозная, д. 11).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.02.2019 23:00-01:00							
AN-148			69-72				
1	23:47 (ночь)	взлет	72	-	60	-	75
2	00:42 (ночь)	взлет	69	-	60	-	75
3	00:52 (ночь)	взлет	70	-	60		75
CRJ2			65				
1	23:05 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
25.02.2019 05:00-07:00							
A319			69				
1	05:25 (ночь)	взлет	69	-	60	-	75
A320			75				
1	05:53 (ночь)	взлет	75	-	60	-	75
A321			71				
1	06:19 (ночь)	взлет	71	-	60	-	75
02.03.2019 15:00-19:00							
A319			66-78				
1	15:01 (день)	посадка	71	70	-	85	-
2	15:13 (день)	посадка	72	70	-	85	-
3	15:35 (день)	посадка	74	70	-	85	-
4	15:52 (день)	посадка	66	70	-	85	-
5	15:59 (день)	посадка	70	70	-	85	-
6	16:04 (день)	посадка	74	70	-	85	-
7	16:17 (день)	посадка	71	70	-	85	-
8	16:37 (день)	посадка	77	70	-	85	-
9	16:40 (день)	посадка	76	70	-	85	-
10	16:50 (день)	посадка	78	70	-	85	-
11	17:29 (день)	посадка	69	70	-	85	-
12	18:34 (день)	посадка	74	70	-	85	-
13	18:46 (день)	посадка	67	70	-	85	-
14	18:47 (день)	посадка	73	70	-	85	-
A320			67-77				
1	15:04 (день)	посадка	77	70	-	85	-
2	15:32 (день)	посадка	73	70	-	85	-
3	15:48 (день)	посадка	74	70	-	85	-
4	16:23 (день)	посадка	74	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
5	16:29 (день)	посадка	74	70	-	85	-
6	16:45 (день)	посадка	76	70	-	85	-
7	16:59 (день)	посадка	75	70	-	85	-
8	17:03 (день)	посадка	72	70	-	85	-
9	17:06 (день)	посадка	69	70	-	85	-
10	18:06 (день)	посадка	76	70	-	85	-
11	18:42 (день)	посадка	67	70	-	85	-
B735			59-71				
1	18:26 (день)	посадка	59	70	-	85	-
2	18:28 (день)	посадка	71	70	-	85	-
3	18:31 (день)	посадка	70	70	-	85	-
AN-148			66-76				
1	15:26 (день)	посадка	69	70	-	85	-
2	16:07 (день)	посадка	76	70	-	85	-
3	16:11 (день)	посадка	66	70	-	85	-
CRJ2			64				
1	17:49 (день)	посадка	64	70	-	85	-
14.03.2019 15:00-19:00							
A319			70-79				
1	15:44 (день)	взлет	79	70	-	85	-
2	15:47 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	15:52 (день)	взлет	72	70	-	85	-
4	16:15 (день)	взлет	74	70	-	85	-
5	17:21 (день)	взлет	71	70	-	85	-
6	17:32 (день)	взлет	73	70	-	85	-
7	17:36 (день)	взлет	76	70	-	85	-
8	17:41 (день)	взлет	78	70	-	85	-
9	17:43 (день)	взлет	77	70	-	85	-
10	18:05 (день)	взлет	72	70	-	85	-
A320			69-77				
1	16:33 (день)	взлет	77	70	-	85	-
2	16:42 (день)	взлет	74	70	-	85	-
3	18:12 (день)	взлет	73	70	-	85	-
4	18:27 (день)	взлет	77	70	-	85	-
5	18:32 (день)	взлет	69	70	-	85	-
A321			73-78				
1	15:29 (день)	взлет	73	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	78	70	-	85	-
B735			70-75				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A321			76				
1	23:03 (ночь)	взлет	76	-	60	-	75
AN-148			75-77				
1	23:35 (ночь)	взлет	77	-	60	-	75
2	0:24 (ночь)	взлет	76	-	60	-	75
3	0:38 (ночь)	взлет	75	-	60	-	75
16.05.2019 15.00-19.00							
A319			63-73				
1	15:29 (день)	взлет	73	70	-	85	-
2	16:09 (день)	взлет	71	70	-	85	-
3	16:48 (день)	взлет	63	70	-	85	-
4	17:20 (день)	взлет	64	70	-	85	-
5	17:35 (день)	взлет	68	70	-	85	-
6	17:48 (день)	взлет	64	70	-	85	-
7	18:04 (день)	взлет	63	70	-	85	-
A320			63-74				
1	15:15 (день)	взлет	74	70	-	85	-
2	15:34 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	16:34 (день)	взлет	65	70	-	85	-
4	16:37 (день)	взлет	67	70	-	85	-
5	17:38 (день)	взлет	65	70	-	85	-
6	18:24 (день)	взлет	63	70	-	85	-
A321			67-70				
1	16:20 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	17:07 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	17:44 (день)	взлет	70	70	-	85	-
4	18:43 (день)	взлет	67	70	-	85	-
B735			69				
1	16:02 (день)	взлет	69	70	-	85	-
B738			64-70				
1	16:12 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	16:51 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	17:03 (день)	взлет	69	70	-	85	-
AN-148			68-73				
1	16:05 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	16:22 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	16:38 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	17:33 (день)	взлет	73	70	-	85	-
CRJ2			61-64				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	15:24 (день)	взлет	61	70	-	85	-
2	16:00 (день)	взлет	62	70	-	85	-
3	17:00 (день)	взлет	64	70	-	85	-
4	17:05 (день)	взлет	62	70	-	85	-
5	18:27 (день)	взлет	64	70	-	85	-

Таблица Б.2 – Результаты проведения мониторинга в точке №2 (пос. Новоселье, Красносельское шоссе, д. 12).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.02.2019 23:00-01:00							
AN-148			61-65				
1	23:47 (ночь)	взлет	61	-	60	-	75
2	00:42 (ночь)	взлет	61	-	60	-	75
3	00:52 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
CRJ2			58				
1	23:05 (ночь)	взлет	58		60		75
25.02.2019 05:00-07:00							
A319			64				
1	05:25 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
A320			61				
1	05:53 (ночь)	взлет	61	-	60	-	75
A321			62				
1	06:19 (ночь)	взлет	62	-	60	-	75
02.03.2019 15:00-19:00							
A319			53-68				
1	15:01 (день)	посадка	57	70	-	85	-
2	15:13 (день)	посадка	56	70	-	85	-
3	15:35 (день)	посадка	56	70	-	85	-
4	15:52 (день)	посадка	58	70	-	85	-
5	15:59 (день)	посадка	58	70	-	85	-
6	16:04 (день)	посадка	53	70	-	85	-
7	16:17 (день)	посадка	57	70	-	85	-
8	16:37 (день)	посадка	54	70	-	85	-
9	16:40 (день)	посадка	57	70	-	85	-
10	16:50 (день)	посадка	54	70	-	85	-
11	17:29 (день)	посадка	68	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
12	18:34 (день)	посадка	58	70	-	85	-
13	18:46 (день)	посадка	58	70	-	85	-
14	18:47 (день)	посадка	59	70	-	85	-
A320			56-62				
1	15:04 (день)	посадка	59	70	-	85	-
2	15:32 (день)	посадка	62	70	-	85	-
3	15:48 (день)	посадка	56	70	-	85	-
4	16:23 (день)	посадка	56	70	-	85	-
5	16:29 (день)	посадка	58	70	-	85	-
6	16:45 (день)	посадка	57	70	-	85	-
7	16:59 (день)	посадка	56	70	-	85	-
8	17:03 (день)	посадка	59	70	-	85	-
9	17:06 (день)	посадка	56	70	-	85	-
10	18:06 (день)	посадка	59	70	-	85	-
11	18:42 (день)	посадка	56	70	-	85	-
B735			56-60				
1	18:26 (день)	посадка	60	70	-	85	-
2	18:28 (день)	посадка	59	70	-	85	-
3	18:31 (день)	посадка	56	70	-	85	-
AN-148			59-61				
1	15:26 (день)	посадка	59	70	-	85	-
2	16:07 (день)	посадка	61	70	-	85	-
3	16:11 (день)	посадка	60	70	-	85	-
CRJ2			71				
1	17:49 (день)	посадка	71	70	-	85	-
14.03.2019 15:00-19:00							
A319			62-70				
1	15:44 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	15:47 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	15:52 (день)	взлет	64	70	-	85	-
4	16:15 (день)	взлет	63	70	-	85	-
5	17:21 (день)	взлет	62	70	-	85	-
6	17:32 (день)	взлет	67	70	-	85	-
7	17:36 (день)	взлет	65	70	-	85	-
8	17:41 (день)	взлет	64	70	-	85	-
9	17:43 (день)	взлет	67	70	-	85	-
10	18:05 (день)	взлет	62	70	-	85	-
A320			62-68				
1	16:33 (день)	взлет	62	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	16:42 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	18:12 (день)	взлет	64	70	-	85	-
4	18:27 (день)	взлет	68	70	-	85	-
5	18:32 (день)	взлет	68	70	-	85	-
A321			64				
1	15:29 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	64	70	-	85	-
B735			62-64				
1	15:38 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	16:24 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	18:37 (день)	взлет	62	70	-	85	-
B738			68				
1	18:35 (день)	взлет	68	70	-	85	-
AN-148			60				
1	15:53 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	17:25 (день)	взлет	60	70	-	85	-
CRJ2			58				
1	15:05 (день)	взлет	58	70	-	85	-
06.05.2017 05.00-07.00							
B738			60				
1	6:18 (ночь)	посадка	60	-	60	-	75
AN-148			59-62				
1	6:24 (ночь)	посадка	59	-	60	-	75
2	6:35 (ночь)	посадка	62	-	60	-	75
06.05.2019 15.00-19.00							
A319			61-66				
1	15:25 (день)	взлет	62	70	-	85	-
2	15:39 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	15:54 (день)	взлет	66	70	-	85	-
4	17:22 (день)	взлет	65	70	-	85	-
5	18:23 (день)	взлет	61	70	-	85	-
A320			60-68				
1	16:27 (день)	взлет	63	70	-	85	-
2	16:30 (день)	взлет	68	70	-	85	-
3	16:43 (день)	взлет	63	70	-	85	-
4	17:44 (день)	взлет	60	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	61	70	-	85	-
A321			64-68				
1	16:58 (день)	взлет	68	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	18:39 (день)	взлет	64	70	-	85	-
B738			67				
1	16:11 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	67	70	-	85	-
AN-148			60-66				
1	16:32 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	16:49 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	66	70	-	85	-
14.05.2019-15.05.2019 23.00-01.00							
A321			69				
1	23:03 (ночь)	взлет	69	-	60	-	75
AN-148			65-68				
1	23:35 (ночь)	взлет	68	-	60	-	75
2	0:24 (ночь)	взлет	67	-	60	-	75
3	0:38 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
16.05.2019 15.00-19.00							
A319			65-70				
1	15:29 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	16:09 (день)	взлет	67	70	-	85	-
3	16:48 (день)	взлет	67	70	-	85	-
4	17:20 (день)	взлет	70	70	-	85	-
5	17:35 (день)	взлет	66	70	-	85	-
6	17:48 (день)	взлет	65	70	-	85	-
7	18:04 (день)	взлет	66	70	-	85	-
A320			60-70				
1	15:15 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	15:34 (день)	взлет	61	70	-	85	-
3	16:34 (день)	взлет	60	70	-	85	-
4	16:37 (день)	взлет	64	70	-	85	-
5	17:38 (день)	взлет	67	70	-	85	-
6	18:24 (день)	взлет	64	70	-	85	-
A321			63-72				
1	16:20 (день)	взлет	63	70	-	85	-
2	17:07 (день)	взлет	66	70	-	85	-
3	17:44 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	18:43 (день)	взлет	72	70	-	85	-
B735			71				
1	16:02 (день)	взлет	71	70	-	85	-
B738			61-68				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	16:12 (день)	взлет	66	70	-	85	-
2	16:51 (день)	взлет	61	70	-	85	-
3	17:03 (день)	взлет	68	70	-	85	-
AN-148			64-70				
1	16:05 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	16:22 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	16:38 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	17:33 (день)	взлет	64	70	-	85	-
CRJ2			59-65				
1	15:24 (день)	взлет	59	70	-	85	-
2	16:00 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	17:00 (день)	взлет	60	70	-	85	-
4	17:05 (день)	взлет	63	70	-	85	-
5	18:27 (день)	взлет	62	70	-	85	-

Таблица Б.3 – Результаты проведения мониторинга в точке №3
(пос. Горелово, ул. Коммунаров, д. 182).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.02.2017 23:00-01:00							
AN-148			59-69				
1	23:47 (ночь)	взлет	69	-	60	-	75
2	00:42 (ночь)	взлет	59	-	60	-	75
3	00:52 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
CRJ2			61				
1	23:05 (ночь)	взлет	61	-	60	-	75
25.02.2019 05:00-07:00							
A319			64				
1	05:25 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
A320			65				
1	05:53 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
A321			60				
1	06:19 (ночь)	взлет	60	-	60	-	75
02.03.2019 15:00-19:00							
A319			52-67				
1	15:01 (день)	посадка	52	70	-	85	-
2	15:13 (день)	посадка	67	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	15:35 (день)	посадка	65	70	-	85	-
4	15:52 (день)	посадка	55	70	-	85	-
5	15:59 (день)	посадка	64	70	-	85	-
6	16:04 (день)	посадка	62	70	-	85	-
7	16:17 (день)	посадка	61	70	-	85	-
8	16:37 (день)	посадка	54	70	-	85	-
9	16:40 (день)	посадка	52	70	-	85	-
10	16:50 (день)	посадка	60	70	-	85	-
11	17:29 (день)	посадка	64	70	-	85	-
12	18:34 (день)	посадка	60	70	-	85	-
13	18:46 (день)	посадка	55	70	-	85	-
14	18:47 (день)	посадка	60	70	-	85	-
A320							
1	15:04 (день)	посадка	62	70	-	85	-
2	15:32 (день)	посадка	61	70	-	85	-
3	15:48 (день)	посадка	56	70	-	85	-
4	16:23 (день)	посадка	64	70	-	85	-
5	16:29 (день)	посадка	65	70	-	85	-
6	16:45 (день)	посадка	57	70	-	85	-
7	16:59 (день)	посадка	59	70	-	85	-
8	17:03 (день)	посадка	57	70	-	85	-
9	17:06 (день)	посадка	56	70	-	85	-
10	18:06 (день)	посадка	58	70	-	85	-
11	18:42 (день)	посадка	55	70	-	85	-
B735							
1	18:26 (день)	посадка	59	70	-	85	-
2	18:28 (день)	посадка	62	70	-	85	-
3	18:31 (день)	посадка	65	70	-	85	-
AN-148							
1	15:26 (день)	посадка	63	70	-	85	-
2	16:07 (день)	посадка	68	70	-	85	-
3	16:11 (день)	посадка	60	70	-	85	-
CRJ2							
1	17:49 (день)	посадка	59	70	-	85	-
14.03.2019 15:00-19:00							
A319							
1	15:44 (день)	взлет	65	70	-	85	-
2	15:47 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	15:52 (день)	взлет	67	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
4	16:15 (день)	взлет	65	70	-	85	-
5	17:21 (день)	взлет	59	70	-	85	-
6	17:32 (день)	взлет	62	70	-	85	-
7	17:36 (день)	взлет	58	70	-	85	-
8	17:41 (день)	взлет	63	70	-	85	-
9	17:43 (день)	взлет	59	70	-	85	-
10	18:05 (день)	взлет	70	70	-	85	-
A320			60-77				
1	16:33 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	16:42 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	18:12 (день)	взлет	77	70	-	85	-
4	18:27 (день)	взлет	64	70	-	85	-
5	18:32 (день)	взлет	62	70	-	85	-
A321			69-74				
1	15:29 (день)	взлет	74	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	69	70	-	85	-
B735			59-66				
1	15:38 (день)	взлет	59	70	-	85	-
2	16:24 (день)	взлет	64	70	-	85	-
3	18:37 (день)	взлет	66	70	-	85	-
B738			71				
1	18:35 (день)	взлет	71	70	-	85	-
AN-148			57-63				
1	15:53 (день)	взлет	57	70	-	85	-
2	17:25 (день)	взлет	63	70	-	85	-
CRJ2			60				
1	15:05 (день)	взлет	60	70	-	85	-
06.05.2019 05.00-07.00							
B738			55				
1	6:18 (ночь)	посадка	55	-	60	-	75
AN-148			60-62				
1	6:24 (ночь)	посадка	60	-	60	-	75
2	6:35 (ночь)	посадка	62	-	60	-	75
06.05.2019 15.00-19.00							
A319			61-69				
1	15:25 (день)	взлет	69	70	-	85	-
2	15:39 (день)	взлет	67	70	-	85	-
3	15:54 (день)	взлет	61	70	-	85	-
4	17:22 (день)	взлет	67	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
5	18:23 (день)	взлет	62	70	-	85	-
A320			60-71				
1	16:27 (день)	взлет	69	70	-	85	-
2	16:30 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	16:43 (день)	взлет	67	70	-	85	-
4	17:44 (день)	взлет	71	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	67	70	-	85	-
A321			61-67				
1	16:58 (день)	взлет	61	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	67	70	-	85	-
B738			60-65				
1	16:11 (день)	взлет	65	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	60	70	-	85	-
AN-148			59-72				
1	16:32 (день)	взлет	72	70	-	85	-
2	16:49 (день)	взлет	69	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	59	70	-	85	-
14.05.2019-15.05.2019 23.00-01.00							
A321			68				
1	23:03 (ночь)	взлет	68	-	60	-	75
AN-148			58-66				
1	23:35 (ночь)	взлет	66	-	60	-	75
2	0:24 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
3	0:38 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
16.05.2019 15.00-19.00							
A319			54-64				
1	15:29 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	16:09 (день)	взлет	64	70	-	85	-
3	16:48 (день)	взлет	62	70	-	85	-
4	17:20 (день)	взлет	61	70	-	85	-
5	17:35 (день)	взлет	63	70	-	85	-
6	17:48 (день)	взлет	64	70	-	85	-
7	18:04 (день)	взлет	54	70	-	85	-
A320			60-68				
1	15:15 (день)	взлет	68	70	-	85	-
2	15:34 (день)	взлет	66	70	-	85	-
3	16:34 (день)	взлет	63	70	-	85	-
4	16:37 (день)	взлет	60	70	-	85	-
5	17:38 (день)	взлет	63	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
6	18:24 (день)	взлет	60	70	-	85	-
A321			60-64				
1	16:20 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	17:07 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	17:44 (день)	взлет	60	70	-	85	-
4	18:43 (день)	взлет	64	70	-	85	-
B735			58				
1	16:02 (день)	взлет	58	70	-	85	-
B738			58-65				
1	16:12 (день)	взлет	65	70	-	85	-
2	16:51 (день)	взлет	58	70	-	85	-
3	17:03 (день)	взлет	64	70	-	85	-
AN-148			61-66				
1	16:05 (день)	взлет	63	70	-	85	-
2	16:22 (день)	взлет	61	70	-	85	-
3	16:38 (день)	взлет	66	70	-	85	-
4	17:33 (день)	взлет	63	70	-	85	-
CRJ2			57-60				
1	15:24 (день)	взлет	57	70	-	85	-
2	16:00 (день)	взлет	59	70	-	85	-
3	17:00 (день)	взлет	57	70	-	85	-
4	17:05 (день)	взлет	59	70	-	85	-
5	18:27 (день)	взлет	60	70	-	85	-

Таблица Б.4 – Результаты проведения мониторинга в точке №4
(пос. Ленсоветовский, д. 15, лит. А).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
04.03.2019 15:00-19:00							
A319			51-60				
1	15:17 (день)	посадка	57	70	-	85	-
2	16:01 (день)	посадка	51	70	-	85	-
3	16:13 (день)	посадка	55	70	-	85	-
4	16:16 (день)	посадка	55	70	-	85	-
5	16:19 (день)	посадка	60	70	-	85	-
6	16:24 (день)	посадка	57	70	-	85	-
7	16:26 (день)	посадка	59	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
8	16:42 (день)	посадка	57	70	-	85	-
9	16:49 (день)	посадка	54	70	-	85	-
10	17:44 (день)	посадка	57	70	-	85	-
11	17:52 (день)	посадка	60	70	-	85	-
A320			50-66				
1	15:57 (день)	посадка	64	70	-	85	-
2	16:21 (день)	посадка	66	70	-	85	-
3	16:44 (день)	посадка	52	70	-	85	-
4	17:05 (день)	посадка	50	70	-	85	-
5	17:38 (день)	посадка	60	70	-	85	-
6	17:59 (день)	посадка	62	70	-	85	-
7	18:08 (день)	посадка	59	70	-	85	-
8	18:41 (день)	посадка	60	70	-	85	-
9	18:49 (день)	посадка	55	70	-	85	-
A321			53-59				
1	15:25 (день)	посадка	59	70	-	85	-
2	17:07 (день)	посадка	56	70	-	85	-
3	18:19 (день)	посадка	53	70	-	85	-
AN-148			57-60				
1	15:31 (день)	посадка	60	70	-	85	-
2	16:10 (день)	посадка	57	70	-	85	-
3	18:52 (день)	посадка	57	70	-	85	-
B735			62				
1	19:00 (день)	посадка	62	70	-	85	-
CRJ2			61				
1	16:47 (день)	посадка	61	70	-	85	-
06.03.2019 23:00-01:00							
A320			63				
1	23:33 (ночь)	взлет	63	-	60	-	75
AN-148			57-64				
1	23:59 (ночь)	взлет	59	-	60	-	75
2	00:47 (ночь)	взлет	57	-	60	-	75
3	00:56 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
13.03.2019 15:00-19:00							
A319			58-63				
1	15:53 (день)	посадка	60	70	-	85	-
2	16:33 (день)	посадка	63	70	-	85	-
3	16:56 (день)	посадка	58	70	-	85	-
A320			57-62				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	15:13 (день)	посадка	62	70	-	85	-
2	15:35 (день)	посадка	58	70	-	85	-
3	17:15 (день)	посадка	57	70	-	85	-
4	17:18 (день)	посадка	61	70	-	85	-
5	18:44 (день)	посадка	59	70	-	85	-
A321			55-60				
1	17:10 (день)	посадка	58	70	-	85	-
2	17:12 (день)	посадка	55	70	-	85	-
3	18:30 (день)	посадка	60	70	-	85	-
AN-148			51-67				
1	15:48 (день)	посадка	61	70	-	85	-
2	16:19 (день)	посадка	51	70	-	85	-
3	18:00 (день)	посадка	64	70	-	85	-
4	18:36 (день)	посадка	67	70	-	85	-
B735			54-68				
1	16:34 (день)	посадка	57	70	-	85	-
2	17:06 (день)	посадка	68	70	-	85	-
3	18:28 (день)	посадка	54	70	-	85	-
4	19:00 (день)	посадка	60	70	-	85	-
B738			67				
1	18:11 (день)	посадка	67	70	-	85	-
CRJ2			52				
1	15:11 (день)	посадка	52	70	-	85	-
14.03.2019 05:00-07:00							
A321			59				
1	06:04 (ночь)	посадка	59	-	60	-	75
AN-148			47-49				
1	06:15 (ночь)	посадка	47	-	60	-	75
2	06:30 (ночь)	посадка	49	-	60	-	75
08.05.2019 05:00-07:00							
A319			63				
1	05:27 (ночь)	взлет	63	-	60	-	75
A320			66				
1	05:55 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
A321			61-64				
1	05:03 (ночь)	взлет	62	-	60	-	75
2	05:41 (ночь)	взлет	61	-	60	-	75
3	06:11 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
B735			58				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	06:20 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
15.05.2019 15:00-19:00							
A319			60-76				
1	15:48 (день)	взлет	76	70	-	85	-
2	17:23 (день)	взлет	60	70	-	85	-
A320			61-73				
1	15:12 (день)	взлет	61	70	-	85	-
2	16:17 (день)	взлет	73	70	-	85	-
3	16:27 (день)	взлет	62	70	-	85	-
4	16:49 (день)	взлет	68	70	-	85	-
5	17:39 (день)	взлет	70	70	-	85	-
A321			66-72				
1	15:00 (день)	взлет	66	70	-	85	-
2	15:17 (день)	взлет	69	70	-	85	-
3	16:12 (день)	взлет	70	70	-	85	-
4	17:02 (день)	взлет	72	70	-	85	-
5	17:34 (день)	взлет	72	70	-	85	-
B735			75				
1	16:02 (день)	взлет	75	70	-	85	-
B738			67-72				
1	16:32 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	16:37 (день)	взлет	72	70	-	85	-
AN-148			68-76				
1	16:19 (день)	взлет	76	70	-	85	-
2	16:35 (день)	взлет	68	70	-	85	-
3	17:25 (день)	взлет	69	70	-	85	-
15.05.2019 23:00-01:00							
A319			64				
1	23:00 (ночь)	посадка	64	-	60	-	75
A321			66				
1	23:12 (ночь)	посадка	66	-	60	-	75
CRJ2			58				
1	23:03 (ночь)	посадка	58	-	60	-	75
A320			62				
1	23:52 (ночь)	посадка	62	-	60	-	75
AN-148			67-70				
1	23:48 (ночь)	взлет	67	-	60	-	75
2	00:34 (ночь)	взлет	68	-	60	-	75
3	00:39 (ночь)	взлет	70	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
17.05.2019 15:00-19:00							
A319			65-71				
1	15:23 (день)	взлет	69	70	-	85	-
2	18:01 (день)	взлет	71	70	-	85	-
3	18:13 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	18:23 (день)	взлет	65	70	-	85	-
A320			59-69				
1	15:10 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	15:20 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	64	70	-	85	-
4	17:38 (день)	взлет	69	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	67	70	-	85	-
6	18:35 (день)	взлет	59	70	-	85	-
7	19:00 (день)	взлет	63	70	-	85	-
A321			59-75				
1	15:40 (день)	взлет	75	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	59	70	-	85	-
3	18:21 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	18:33 (день)	взлет	66	70	-	85	-
5	18:47 (день)	взлет	63	70	-	85	-
B738			65				
1	16:04 (день)	взлет	65	70	-	85	-
B735			71				
1	16:07 (день)	взлет	71	70	-	85	-
AN-148			61-64				
1	16:38 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	17:56 (день)	взлет	63	70	-	85	-
3	18:27 (день)	взлет	61	70	-	85	-
CRJ2			69-70				
1	15:47 (день)	взлет	69	70	-	85	-
2	18:08 (день)	взлет	70	70	-	85	-

Таблица Б.5 – Результаты проведения мониторинга в точке №5
(г. Пушкин, Детскосельский бульвар, д. 9).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
04.03.2019 15:00-19:00							
A319			48-59				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	15:17 (день)	посадка	52	70	-	85	-
2	16:01 (день)	посадка	48	70	-	85	-
3	16:13 (день)	посадка	51	70	-	85	-
4	16:16 (день)	посадка	51	70	-	85	-
5	16:19 (день)	посадка	53	70	-	85	-
6	16:24 (день)	посадка	52	70	-	85	-
7	16:26 (день)	посадка	54	70	-	85	-
8	16:42 (день)	посадка	53	70	-	85	-
9	16:49 (день)	посадка	56	70	-	85	-
10	17:44 (день)	посадка	58	70	-	85	-
11	17:52 (день)	посадка	59	70	-	85	-
A320			48-59				
1	15:57 (день)	посадка	48	70	-	85	-
2	16:21 (день)	посадка	49	70	-	85	-
3	16:44 (день)	посадка	55	70	-	85	-
4	17:05 (день)	посадка	60	70	-	85	-
5	17:38 (день)	посадка	59	70	-	85	-
6	17:59 (день)	посадка	56	70	-	85	-
7	18:08 (день)	посадка	54	70	-	85	-
8	18:41 (день)	посадка	56	70	-	85	-
9	18:49 (день)	посадка	50	70	-	85	-
A321			50-57				
1	15:25 (день)	посадка	50	70	-	85	-
2	17:07 (день)	посадка	54	70	-	85	-
3	18:19 (день)	посадка	57	70	-	85	-
AN-148			50-52				
1	15:31 (день)	посадка	50	70	-	85	-
2	16:10 (день)	посадка	52	70	-	85	-
3	18:52 (день)	посадка	51	70	-	85	-
B735			54				
1	19:00 (день)	посадка	54	70	-	85	-
CRJ2			52				
1	16:47 (день)	посадка	52	70	-	85	-
06.03.2019 23:00-01:00							
A320			57				
1	23:33 (ночь)	взлет	57	-	60	-	75
AN-148			57-64				
1	23:59 (ночь)	взлет	59	-	60	-	75
2	00:47 (ночь)	взлет	57	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	00:56 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
13.03.2019 15:00-19:00							
A319			52-54				
1	15:53 (день)	посадка	52	70	-	85	-
2	16:33 (день)	посадка	53	70	-	85	-
3	16:56 (день)	посадка	54	70	-	85	-
A320			48-55				
1	15:13 (день)	посадка	51	70	-	85	-
2	15:35 (день)	посадка	55	70	-	85	-
3	17:15 (день)	посадка	48	70	-	85	-
4	17:18 (день)	посадка	53	70	-	85	-
5	18:44 (день)	посадка	53	70	-	85	-
A321			50-55				
1	17:10 (день)	посадка	54	70	-	85	-
2	17:12 (день)	посадка	50	70	-	85	-
3	18:30 (день)	посадка	55	70	-	85	-
AN-148			50-61				
1	15:48 (день)	посадка	57	70	-	85	-
2	16:19 (день)	посадка	52	70	-	85	-
3	18:00 (день)	посадка	61	70	-	85	-
4	18:36 (день)	посадка	50	70	-	85	-
B735			47-56				
1	16:34 (день)	посадка	55	70	-	85	-
2	17:06 (день)	посадка	56	70	-	85	-
3	18:28 (день)	посадка	47	70	-	85	-
4	19:00 (день)	посадка	51	70	-	85	-
B738			59				
1	18:11 (день)	посадка	59	70	-	85	-
CRJ2			49				
1	15:11 (день)	посадка	49	70	-	85	-
14.03.2019 05:00-07:00							
A321			53				
1	06:04 (ночь)	посадка	53	-	60	-	75
AN-148			52-51				
1	06:15 (ночь)	посадка	52	-	60	-	75
2	06:30 (ночь)	посадка	51	-	60	-	75
08.05.2019 05:00-07:00							
A319			52				
1	05:27 (ночь)	взлет	52	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A320			53				
1	05:55 (ночь)	взлет	53	-	60	-	75
A321			51-54				
1	05:03 (ночь)	взлет	54	-	60	-	75
2	05:41 (ночь)	взлет	51	-	60	-	75
3	06:11 (ночь)	взлет	41	-	60	-	75
B735			56				
1	06:20 (ночь)	взлет	56	-	60	-	75
15.05.2019 15:00-19:00							
A319			52-58				
1	15:48 (день)	взлет	58	70	-	85	-
2	17:23 (день)	взлет	52	70	-	85	-
A320			52-59				
1	15:12 (день)	взлет	52	70	-	85	-
2	16:17 (день)	взлет	57	70	-	85	-
3	16:27 (день)	взлет	59	70	-	85	-
4	16:49 (день)	взлет	59	70	-	85	-
5	17:39 (день)	взлет	56	70	-	85	-
A321			51-60				
1	15:00 (день)	взлет	51	70	-	85	-
2	15:17 (день)	взлет	55	70	-	85	-
3	16:12 (день)	взлет	59	70	-	85	-
4	17:02 (день)	взлет	51	70	-	85	-
5	17:34 (день)	взлет	60	70	-	85	-
B735			57				
1	16:02 (день)	взлет	57	70	-	85	-
B738			55				
1	16:32 (день)	взлет	55	70	-	85	-
2	16:37 (день)	взлет	55	70	-	85	-
AN-148			54-59				
1	16:19 (день)	взлет	54	70	-	85	-
2	16:35 (день)	взлет	54	70	-	85	-
3	17:25 (день)	взлет	59	70	-	85	-
15.05.2019 23:00-01:00							
A319			48				
1	23:00 (ночь)	посадка	48	-	60	-	75
A321			48				
1	23:12 (ночь)	посадка	48	-	60	-	75
CRJ2			47				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{A_{\max}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	23:03 (ночь)	посадка	47	-	60	-	75
A320			57				
1	23:52 (ночь)	посадка	57	-	60	-	75
AN-148			53-57				
1	23:48 (ночь)	взлет	53	-	60	-	75
2	00:34 (ночь)	взлет	57	-	60	-	75
3	00:39 (ночь)	взлет	54	-	60	-	75
17.05.2019 15:00-19:00							
A319			52-58				
1	15:23 (день)	взлет	56	70	-	85	-
2	18:01 (день)	взлет	57	70	-	85	-
3	18:13 (день)	взлет	58	70	-	85	-
4	18:23 (день)	взлет	52	70	-	85	-
A320			51-57				
1	15:10 (день)	взлет	51	70	-	85	-
2	15:20 (день)	взлет	55	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	56	70	-	85	-
4	17:38 (день)	взлет	57	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	53	70	-	85	-
6	18:35 (день)	взлет	52	70	-	85	-
7	19:00 (день)	взлет	52	70	-	85	-
A321			50-55				
1	15:40 (день)	взлет	50	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	53	70	-	85	-
3	18:21 (день)	взлет	55	70	-	85	-
4	18:33 (день)	взлет	54	70	-	85	-
5	18:47 (день)	взлет	53	70	-	85	-
B738			57				
1	16:04 (день)	взлет	57	70	-	85	-
B735			57				
1	16:07 (день)	взлет	57	70	-	85	-
AN-148			50-54				
1	16:38 (день)	взлет	54	70	-	85	-
2	17:56 (день)	взлет	51	70	-	85	-
3	18:27 (день)	взлет	50	70	-	85	-
CRJ2			49-57				
1	15:47 (день)	взлет	57	70	-	85	-
2	18:08 (день)	взлет	49	70	-	85	-

Таблица Б.6 – Результаты проведения мониторинга в точке №6
(д. Верхняя Колония).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.02.2019 23:00-01:00							
AN-148			56-58				
1	23:47 (ночь)	взлет	56	-	60	-	75
2	00:42 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
3	00:52 (ночь)	взлет	56	-	60	-	75
CRJ2			53				
1	23:05 (ночь)	взлет	53	-	60	-	75
25.02.2019 05:00-07:00							
A319			54				
1	05:25 (ночь)	взлет	54	-	60	-	75
A320			56				
1	05:53 (ночь)	взлет	56	-	60	-	75
A321			58				
1	06:19 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
02.03.2019 15:00-19:00							
A319			59-67				
1	15:01 (день)	посадка	66	70	-	85	-
2	15:13 (день)	посадка	67	70	-	85	-
3	15:35 (день)	посадка	61	70	-	85	-
4	15:52 (день)	посадка	65	70	-	85	-
5	15:59 (день)	посадка	59	70	-	85	-
6	16:04 (день)	посадка	62	70	-	85	-
7	16:17 (день)	посадка	65	70	-	85	-
8	16:37 (день)	посадка	67	70	-	85	-
9	16:40 (день)	посадка	63	70	-	85	-
10	16:50 (день)	посадка	64	70	-	85	-
11	17:29 (день)	посадка	59	70	-	85	-
12	18:34 (день)	посадка	64	70	-	85	-
13	18:46 (день)	посадка	63	70	-	85	-
14	18:47 (день)	посадка	65	70	-	85	-
A320			61-68				
1	15:04 (день)	посадка	64	70	-	85	-
2	15:32 (день)	посадка	62	70	-	85	-
3	15:48 (день)	посадка	68	70	-	85	-
4	16:23 (день)	посадка	61	70	-	85	-
5	16:29 (день)	посадка	62	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
6	16:45 (день)	посадка	63	70	-	85	-
7	16:59 (день)	посадка	61	70	-	85	-
8	17:03 (день)	посадка	63	70	-	85	-
9	17:06 (день)	посадка	64	70	-	85	-
10	18:06 (день)	посадка	61	70	-	85	-
11	18:42 (день)	посадка	61	70	-	85	-
B735			60-67				
1	18:26 (день)	посадка	60	70	-	85	-
2	18:28 (день)	посадка	65	70	-	85	-
3	18:31 (день)	посадка	67	70	-	85	-
AN-148			61-63				
1	15:26 (день)	посадка	61	70	-	85	-
2	16:07 (день)	посадка	62	70	-	85	-
3	16:11 (день)	посадка	63	70	-	85	-
CRJ2			58				
1	17:49 (день)	посадка	58	70	-	85	-
14.03.2019 15:00-19:00							
A319			57-63				
1	15:44 (день)	взлет	59	70	-	85	-
2	15:47 (день)	взлет	58	70	-	85	-
3	15:52 (день)	взлет	58	70	-	85	-
4	16:15 (день)	взлет	59	70	-	85	-
5	17:21 (день)	взлет	63	70	-	85	-
6	17:32 (день)	взлет	57	70	-	85	-
7	17:36 (день)	взлет	59	70	-	85	-
8	17:41 (день)	взлет	60	70	-	85	-
9	17:43 (день)	взлет	61	70	-	85	-
10	18:05 (день)	взлет	57	70	-	85	-
A320			57-60				
1	16:33 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	16:42 (день)	взлет	58	70	-	85	-
3	18:12 (день)	взлет	57	70	-	85	-
4	18:27 (день)	взлет	59	70	-	85	-
5	18:32 (день)	взлет	57	70	-	85	-
A321			58-60				
1	15:29 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	58	70	-	85	-
B735			56-59				
1	15:38 (день)	взлет	59	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	16:24 (день)	взлет	57	70	-	85	-
3	18:37 (день)	взлет	56	70	-	85	-
B738			61				
1	18:35 (день)	взлет	61	70	-	85	-
AN-148			56-57				
1	15:53 (день)	взлет	56	70	-	85	-
2	17:25 (день)	взлет	57	70	-	85	-
CRJ2			57				
1	15:05 (день)	взлет	57	70	-	85	-
06.05.2019 05.00-07.00							
B738			62				
1	6:18 (ночь)	посадка	62	-	60	-	75
AN-148			61				
1	6:24 (ночь)	посадка	61	-	60	-	75
2	6:35 (ночь)	посадка	61	-	60	-	75
06.05.2019 15.00-19.00							
A319			53-61				
1	15:25 (день)	взлет	58	70	-	85	-
2	15:39 (день)	взлет	61	70	-	85	-
3	15:54 (день)	взлет	53	70	-	85	-
4	17:22 (день)	взлет	58	70	-	85	-
5	18:23 (день)	взлет	53	70	-	85	-
A320			54-59				
1	16:27 (день)	взлет	59	70	-	85	-
2	16:30 (день)	взлет	58	70	-	85	-
3	16:43 (день)	взлет	54	70	-	85	-
4	17:44 (день)	взлет	58	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	55	70	-	85	-
A321			57-58				
1	16:58 (день)	взлет	57	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	58	70	-	85	-
B738			57				
1	16:11 (день)	взлет	57	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	57	70	-	85	-
AN-148			55-61				
1	16:32 (день)	взлет	61	70	-	85	-
2	16:49 (день)	взлет	59	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	55	70	-	85	-
14.05.2019-15.05.2019 23.00-01.00							
A321			54				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	23:03 (ночь)	взлет	54	-	60	-	75
AN-148			57-66				
1	23:35 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
2	0:24 (ночь)	взлет	66	-	60	-	75
3	0:38 (ночь)	взлет	57	-	60	-	75
16.05.2017 15.00-19.00							
A319			57-62				
1	15:29 (день)	взлет	59	70	-	85	-
2	16:09 (день)	взлет	59	70	-	85	-
3	16:48 (день)	взлет	59	70	-	85	-
4	17:20 (день)	взлет	62	70	-	85	-
5	17:35 (день)	взлет	58	70	-	85	-
6	17:48 (день)	взлет	57	70	-	85	-
7	18:04 (день)	взлет	58	70	-	85	-
A320			49-62				
1	15:15 (день)	взлет	62	70	-	85	-
2	15:34 (день)	взлет	49	70	-	85	-
3	16:34 (день)	взлет	52	70	-	85	-
4	16:37 (день)	взлет	56	70	-	85	-
5	17:38 (день)	взлет	59	70	-	85	-
6	18:24 (день)	взлет	56	70	-	85	-
A321			50-63				
1	16:20 (день)	взлет	50	70	-	85	-
2	17:07 (день)	взлет	58	70	-	85	-
3	17:44 (день)	взлет	60	70	-	85	-
4	18:43 (день)	взлет	63	70	-	85	-
B735			62				
1	16:02 (день)	взлет	62	70	-	85	-
B738			54-60				
1	16:12 (день)	взлет	58	70	-	85	-
2	16:51 (день)	взлет	54	70	-	85	-
3	17:03 (день)	взлет	60	70	-	85	-
AN-148			56-62				
1	16:05 (день)	взлет	62	70	-	85	-
2	16:22 (день)	взлет	62	70	-	85	-
3	16:38 (день)	взлет	60	70	-	85	-
4	17:33 (день)	взлет	56	70	-	85	-
CRJ2			52-57				
1	15:24 (день)	взлет	52	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	16:00 (день)	взлет	57	70	-	85	-
3	17:00 (день)	взлет	53	70	-	85	-
4	17:05 (день)	взлет	55	70	-	85	-
5	18:27 (день)	взлет	55	70	-	85	-

Таблица Б.7 – Результаты проведения мониторинга в точке №7 (г. Санкт-Петербург, пересечение ул. летчика Пилютова и пр. Народного ополчения).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.02.2019 23:00-01:00							
AN-148			64-67				
1	23:47 (ночь)	взлет	67	-	60	-	75
2	00:42 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
3	00:52 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
CRJ2			65				
1	23:05 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
25.02.2019 05:00-07:00							
A319			54				
1	05:25	взлет	54	-	60	-	75
A320			56				
1	05:53	взлет	56	-	60	-	75
A321			58				
1	06:19	взлет	58	-	60	-	75
02.03.2019 15:00-19:00							
A319			62-76				
1	15:01 (день)	посадка	63	70	-	85	-
2	15:13 (день)	посадка	72	70	-	85	-
3	15:35 (день)	посадка	74	70	-	85	-
4	15:52 (день)	посадка	65	70	-	85	-
5	15:59 (день)	посадка	62	70	-	85	-
6	16:04 (день)	посадка	75	70	-	85	-
7	16:17 (день)	посадка	65	70	-	85	-
8	16:37 (день)	посадка	75	70	-	85	-
9	16:40 (день)	посадка	67	70	-	85	-
10	16:50 (день)	посадка	68	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
11	17:29 (день)	посадка	67	70	-	85	-
12	18:34 (день)	посадка	76	70	-	85	-
13	18:46 (день)	посадка	64	70	-	85	-
14	18:47 (день)	посадка	76	70	-	85	-
A320			64-78				
1	15:04 (день)	посадка	75	70	-	85	-
2	15:32 (день)	посадка	66	70	-	85	-
3	15:48 (день)	посадка	71	70	-	85	-
4	16:23 (день)	посадка	76	70	-	85	-
5	16:29 (день)	посадка	77	70	-	85	-
6	16:45 (день)	посадка	78	70	-	85	-
7	16:59 (день)	посадка	76	70	-	85	-
8	17:03 (день)	посадка	64	70	-	85	-
9	17:06 (день)	посадка	66	70	-	85	-
10	18:06 (день)	посадка	65	70	-	85	-
11	18:42 (день)	посадка	65	70	-	85	-
AN-148			60-72				
1	15:26 (день)	посадка	60	70	-	85	-
2	16:07 (день)	посадка	72	70	-	85	-
3	16:11 (день)	посадка	70	70	-	85	-
B735			64-71				
1	18:26 (день)	посадка	64	70	-	85	-
2	18:28 (день)	посадка	68	70	-	85	-
3	18:31 (день)	посадка	71	70	-	85	-
CRJ2			64-68				
1	17:49 (день)	посадка	63	70	-	85	-
14.03.2019 15:00-19:00							
A319			65-79				
1	15:44 (день)	взлет	69	70	-	85	-
2	15:47 (день)	взлет	68	70	-	85	-
3	15:52 (день)	взлет	65	70	-	85	-
4	16:15 (день)	взлет	67	70	-	85	-
5	17:21 (день)	взлет	74	70	-	85	-
6	17:32 (день)	взлет	78	70	-	85	-
7	17:36 (день)	взлет	74	70	-	85	-
8	17:41 (день)	взлет	79	70	-	85	-
9	17:43 (день)	взлет	73	70	-	85	-
10	18:05 (день)	взлет	70	70	-	85	-
A320			69-75				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	16:33 (день)	взлет	71	70	-	85	-
2	16:42 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	18:12 (день)	взлет	77	70	-	85	-
4	18:27 (день)	взлет	75	70	-	85	-
5	18:32 (день)	взлет	69	70	-	85	-
A321			67-71				
1	15:29 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	71	70	-	85	-
AN-148			67-75				
1	15:53 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	17:25 (день)	взлет	75	70	-	85	-
B735			70-74				
1	15:38 (день)	взлет	74	70	-	85	-
2	16:24 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	18:37 (день)	взлет	70	70	-	85	-
B738			67				
1	18:35 (день)	взлет	67	70	-	85	-
CRJ2		взлет	65				
1	15:05 (день)	взлет	65	70	-	85	-
06.05.2019 05.00-07.00							
B738			64				
1	6:18 (ночь)	посадка	64	-	60	-	75
AN-148			60				
1	6:24 (ночь)	посадка	60	-	60	-	75
2	6:35 (ночь)	посадка	66	-	60	-	75
06.05.2019 15.00-19.00							
A319			65-68				
1	15:25 (день)	взлет	66	70	-	85	-
2	15:39 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	15:54 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	17:22 (день)	взлет	66	70	-	85	-
5	18:23 (день)	взлет	66	70	-	85	-
A320			67-70				
1	16:27 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	16:30 (день)	взлет	69	70	-	85	-
3	16:43 (день)	взлет	70	70	-	85	-
4	17:44 (день)	взлет	67	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	68	70	-	85	-
A321			66-73				
1	16:58 (день)	взлет	73	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	18:39 (день)	взлет	66	70	-	85	-
B738			65-73				
1	16:11 (день)	взлет	73	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	65	70	-	85	-
AN-148			64-68				
1	16:32 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	16:49 (день)	взлет	64	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	68	70	-	85	-
14.05.2019-15.05.2019 23.00-01.00							
A321			74				
1	23:03 (ночь)	взлет	74	-	60	-	75
AN-148			69-76				
1	23:35 (ночь)	взлет	69	-	60	-	75
2	0:24 (ночь)	взлет	76	-	60	-	75
3	0:38 (ночь)	взлет	73	-	60	-	75
16.05.2019 15.00-19.00							
A319			54-62				
1	15:29 (день)	взлет	62	70	-	85	-
2	16:09 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	16:48 (день)	взлет	54	70	-	85	-
4	17:20 (день)	взлет	54	70	-	85	-
5	17:35 (день)	взлет	58	70	-	85	-
6	17:48 (день)	взлет	54	70	-	85	-
7	18:04 (день)	взлет	54	70	-	85	-
A320			54-63				
1	15:15 (день)	взлет	63	70	-	85	-
2	15:34 (день)	взлет	55	70	-	85	-
3	16:34 (день)	взлет	54	70	-	85	-
4	16:37 (день)	взлет	57	70	-	85	-
5	17:38 (день)	взлет	55	70	-	85	-
6	18:24 (день)	взлет	54	70	-	85	-
A321			57-60				
1	16:20 (день)	взлет	57	70	-	85	-
2	17:07 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	17:44 (день)	взлет	60	70	-	85	-
4	18:43 (день)	взлет	57	70	-	85	-
B735			59				
1	16:02 (день)	взлет	59	70	-	85	-
B738			54-60				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	16:12 (день)	взлет	54	70	-	85	-
2	16:51 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	17:03 (день)	взлет	59	70	-	85	-
AN-148			58-62				
1	16:05 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	16:22 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	16:38 (день)	взлет	58	70	-	85	-
4	17:33 (день)	взлет	62	70	-	85	-
CRJ2			52-54				
1	15:24 (день)	взлет	52	70	-	85	-
2	16:00 (день)	взлет	53	70	-	85	-
3	17:00 (день)	взлет	54	70	-	85	-
4	17:05 (день)	взлет	53	70	-	85	-
5	18:27 (день)	взлет	54	70	-	85	-

Таблица Б.8 – Результаты проведения мониторинга в точке №8
(Авиагородок, ул. Взлетная, д. 13).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
04.03.2019 15:00-19:00							
A319			64-75				
1	15:17 (день)	посадка	67	70	-	85	-
2	15:19 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	15:28 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	15:33 (день)	взлет	69	70	-	85	-
5	15:35 (день)	взлет	72	70	-	85	-
6	16:01 (день)	посадка	67	70	-	85	-
7	16:13 (день)	посадка	72	70	-	85	-
8	16:16 (день)	посадка	65	70	-	85	-
9	16:19 (день)	посадка	64	70	-	85	-
10	16:24 (день)	посадка	75	70	-	85	-
11	16:26 (день)	посадка	74	70	-	85	-
12	16:42 (день)	посадка	60	70	-	85	-
13	16:48 (день)	взлет	68	70	-	85	-
14	16:49 (день)	посадка	65	70	-	85	-
15	17:08 (день)	взлет	74	70	-	85	-
16	17:11 (день)	взлет	68	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
17	17:29 (день)	взлет	64	70	-	85	-
18	17:42 (день)	взлет	71	70	-	85	-
19	17:44 (день)	посадка	77	70	-	85	-
20	17:52 (день)	посадка	73	70	-	85	-
21	18:15 (день)	взлет	73	70	-	85	-
22	18:17 (день)	взлет	69	70	-	85	-
23	18:18 (день)	взлет	70	70	-	85	-
24	18:42 (день)	взлет	67	70	-	85	-
A320			64-80				
1	15:57 (день)	посадка	69	70	-	85	-
2	16:21 (день)	посадка	72	70	-	85	-
3	16:35 (день)	взлет	70	70	-	85	-
4	16:44 (день)	посадка	74	70	-	85	-
5	16:51 (день)	взлет	71	70	-	85	-
6	17:05 (день)	посадка	70	70	-	85	-
7	17:38 (день)	посадка	75	70	-	85	-
8	17:59 (день)	посадка	80	70	-	85	-
9	18:05 (день)	взлет	75	70	-	85	-
10	18:08 (день)	посадка	76	70	-	85	-
11	18:41 (день)	посадка	70	70	-	85	-
12	18:49 (день)	посадка	64	70	-	85	-
A321			65-69				
1	15:25 (день)	посадка	69	70	-	85	-
2	16:27 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	16:30 (день)	взлет	67	70	-	85	-
4	17:07 (день)	посадка	66	70	-	85	-
5	18:19 (день)	посадка	68	70	-	85	-
6	18:32 (день)	взлет	65	70	-	85	-
7	15:25 (день)	посадка	69	70	-	85	-
AN-148			67-71				
1	15:31 (день)	посадка	68	70	-	85	-
2	15:40 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	16:10 (день)	посадка	68	70	-	85	-
4	18:21 (день)	взлет	71	70	-	85	-
5	18:52 (день)	посадка	67	70	-	85	-
B735			73				
1	19:00 (день)	посадка	73	70	-	85	-
B738			74				
1	15:37 (день)	взлет	74	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
CRJ2			62-67				
1	16:47 (день)	посадка	64	70	-	85	-
2	17:16 (день)	взлет	62	70	-	85	-
3	17:32 (день)	взлет	67	70	-	85	-
06.03.2019 23:00-01:00							
A319			69				
1	01:00 (ночь)	посадка	69	-	60	-	75
A320			65				
1	23:33 (ночь)	взлет	65	-	60	-	75
A321			73-75				
1	23:36 (ночь)	посадка	73	-	60	-	75
2	00:39 (ночь)	посадка	75	-	60	-	75
3	00:54 (ночь)	посадка	73	-	60	-	75
AN-148			63-72				
1	23:59 (ночь)	взлет	72	-	60	-	75
2	00:47 (ночь)	взлет	67	-	60	-	75
3	00:56 (ночь)	взлет	63	-	60	-	75
13.03.2019 15:00-19:00							
A319			70-75				
1	15:23 (день)	взлет	71	70	-	85	-
2	15:25 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	15:39 (день)	взлет	75	70	-	85	-
4	15:53 (день)	посадка	74	70	-	85	-
5	16:33 (день)	посадка	73	70	-	85	-
6	16:56 (день)	посадка	71	70	-	85	-
7	17:16 (день)	взлет	74	70	-	85	-
8	17:29 (день)	взлет	74	70	-	85	-
9	18:02 (день)	взлет	71	70	-	85	-
A320			64-75				
1	15:13 (день)	посадка	72	70	-	85	-
2	15:20 (день)	взлет	72	70	-	85	-
3	15:35 (день)	посадка	69	70	-	85	-
4	16:20 (день)	взлет	70	70	-	85	-
5	16:41 (день)	взлет	64	70	-	85	-
6	17:15 (день)	посадка	73	70	-	85	-
7	17:18 (день)	посадка	75	70	-	85	-
8	18:25 (день)	взлет	65	70	-	85	-
9	18:31 (день)	взлет	66	70	-	85	-
10	18:44 (день)	посадка	75	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A321			69-78				
1	16:28 (день)	взлет	72	70	-	85	-
2	17:10 (день)	посадка	74	70	-	85	-
3	17:12 (день)	посадка	78	70	-	85	-
4	18:30 (день)	посадка	69	70	-	85	-
5	18:33 (день)	взлет	70	70	-	85	-
6	18:38 (день)	взлет	69	70	-	85	-
AN-148			70-78				
1	15:00 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	15:48 (день)	посадка	75	70	-	85	-
3	16:19 (день)	посадка	75	70	-	85	-
4	18:00 (день)	посадка	70	70	-	85	-
5	18:16 (день)	взлет	78	70	-	85	-
6	18:36 (день)	посадка	73	70	-	85	-
B735			65-77				
1	15:38 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	16:34 (день)	посадка	70	70	-	85	-
3	16:44 (день)	взлет	68	70	-	85	-
4	17:06 (день)	посадка	65	70	-	85	-
5	18:22 (день)	взлет	68	70	-	85	-
6	18:28 (день)	посадка	74	70	-	85	-
7	19:00 (день)	посадка	77	70	-	85	-
B738			59				
1	18:11 (день)	посадка	59	70	-	85	-
CRJ2			66-70				
1	15:11 (день)	посадка	66	70	-	85	-
2	16:47 (день)	взлет	70	70	-	85	-
14.03.2019 05:00-07:00							
A320			54-59				
1	05:54 (ночь)	взлет	54	-	60	-	75
2	06:44 (ночь)	взлет	59	-	60	-	75
A321			55-56				
1	06:04 (ночь)	посадка	56	-	60	-	75
2	06:18 (ночь)	взлет	55	-	60	-	75
3	06:39 (ночь)	взлет	55	-	60	-	75
AN-148			70-78				
1	06:15 (ночь)	посадка	55	-	60	-	75
2	06:30 (ночь)	посадка	57	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
04.03.2019 15:00-19:00							
A319			52-56				
1	15:17(день)	посадка	53	70	-	85	-
2	16:01(день)	посадка	54	70	-	85	-
3	16:13(день)	посадка	54	70	-	85	-
4	16:16(день)	посадка	52	70		85	
5	16:19(день)	посадка	56	70	-	85	-
6	16:24(день)	посадка	56	70	-	85	-
7	16:26(день)	посадка	54	70	-	85	-
8	16:42(день)	посадка	54	70	-	85	-
9	16:49(день)	посадка	56	70	-	85	-
10	17:44(день)	посадка	54	70		85	
11	17:52(день)	посадка	55	70		85	
A320			53-57				
1	15:57 (день)	посадка	57	70	-	85	-
2	16:21 (день)	посадка	56	70	-	85	-
3	16:44 (день)	посадка	57	70	-	85	-
4	17:05 (день)	посадка	55	70	-	85	-
5	17:38 (день)	посадка	53	70	-	85	-
6	17:59 (день)	посадка	56	70	-	85	-
7	18:08 (день)	посадка	57	70	-	85	-
8	18:41 (день)	посадка	55	70	-	85	-
9	18:49 (день)	посадка	54	70	-	85	-
A321			54-59				
1	15:25 (день)	посадка	55	70	-	85	-
2	17:07 (день)	посадка	54	70	-	85	-
3	18:19 (день)	посадка	59	70	-	85	-
B735			58				
1	19:00 (день)	посадка	58	70	-	85	-
AN-148			54-59				
1	15:31 (день)	посадка	56	70	-	85	-
2	16:10 (день)	посадка	59	70	-	85	-
3	18:52 (день)	посадка	54	70	-	85	-
CRJ2			58				
1	16:47 (день)	посадка	58	70	-	85	-
06.03.2019 23:00-01:00							

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A320			62				
1	23:33 (ночь)	взлет	62	-	60	-	75
AN-148			58-67				
1	23:59 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
2	00:47 (ночь)	взлет	67	-	60	-	75
3	00:56 (ночь)	взлет	62	-	60	-	75
13.03.2019 15:00-19:00							
A319			57-67				
1	15:53(день)	посадка	57	70	-	85	-
2	16:33(день)	посадка	67	70	-	85	-
3	16:56(день)	посадка	59	70	-	85	-
A320			59-63				
1	15:13(день)	посадка	59	70	-	85	-
2	15:35(день)	посадка	62	70	-	85	-
3	17:15(день)	посадка	61	70	-	85	-
4	17:18(день)	посадка	63	70	-	85	-
5	18:44(день)	посадка	60	70	-	85	-
A321			58-65				
1	17:10(день)	посадка	60	70	-	85	-
2	17:12(день)	посадка	58	70	-	85	-
3	18:30(день)	посадка	65	70		85	
AN-148			61-64				
1	15:48(день)	посадка	61	70	-	85	-
2	16:19(день)	посадка	64	70	-	85	-
3	18:00(день)	посадка	61	70	-	85	-
4	18:36(день)	посадка	61				
B735			61-62				
1	16:34(день)	посадка	62	70		85	
2	17:06(день)	посадка	62	70		85	
3	18:28(день)	посадка	62	70		85	
4	19:00(день)	посадка	61	70		85	
B738			63				
1	18:11 (день)	посадка	63	70		85	
14.03.2019 05:00-07:00							
A321			50-51				
1	06:04 (ночь)	посадка	50	-	60	-	75
AN-148			50-51				
1	06:15 (ночь)	посадка	50	-	60	-	75
2	06:30 (ночь)	посадка	51	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
08.05.2019 05:00-07:00							
A319			69				
1	05:27 (ночь)	взлет	69	-	60	-	75
A320			78				
1	05:55 (ночь)	взлет	78	-	60	-	75
A321			74-76				
1	05:03 (ночь)	взлет	74	-	60	-	75
2	05:41 (ночь)	взлет	76	-	60	-	75
3	06:11 (ночь)	взлет	76	-	60	-	75
B735			74				
1	06:20 (ночь)	взлет	74	-	60	-	75
15.05.2019 15:00-19:00							
A319			66-70				
1	15:48 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	17:23 (день)	взлет	66	70	-	85	-
A320			59-74				
1	15:12 (день)	взлет	60	70	-	85	-
2	16:17 (день)	взлет	66	70	-	85	-
3	16:27 (день)	взлет	63	70	-	85	-
4	16:49 (день)	взлет	59	70	-	85	-
5	17:39 (день)	взлет	74	70	-	85	-
A321			65-73				
1	15:00 (день)	взлет	70	70	-	85	-
2	15:17 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	16:12 (день)	взлет	65	70	-	85	-
4	17:02 (день)	взлет	71	70	-	85	-
5	17:34 (день)	взлет	73	70	-	85	-
B735			60				
1	16:02 (день)	взлет	60	70	-	85	-
B738			65-66				
1	16:32 (день)	взлет	66	70	-	85	-
2	16:37 (день)	взлет	65	70	-	85	-
AN-148			72-74				
1	16:19 (день)	взлет	74	70	-	85	-
2	16:35 (день)	взлет	74	70	-	85	-
3	17:25 (день)	взлет	72	70	-	85	-
15.05.2019 23:00-01:00							
A319			66				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	23:00 (ночь)	посадка	66	-	60	-	75
A321			72				
1	23:12 (ночь)	посадка	72	-	60	-	75
CRJ2			60				
1	23:03 (ночь)	посадка	60	-	60	-	75
A320			70				
1	23:03 (ночь)	посадка	70	-	60	-	75
AN-148			64-71				
1	23:48 (ночь)	взлет	64	-	60	-	75
2	00:34 (ночь)	взлет	67	-	60	-	75
3	00:39 (ночь)	взлет	71	-	60	-	75
17.05.2019 23:00-01:00							
A319			66-74				
1	15:23 (день)	взлет	68	70	-	85	-
2	18:01 (день)	взлет	66	70	-	85	-
3	18:13 (день)	взлет	74	70	-	85	-
4	18:23 (день)	взлет	68	70	-	85	-
A320			62-70				
1	15:10 (день)	взлет	65	70	-	85	-
2	15:20 (день)	взлет	70	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	62	70	-	85	-
4	17:38 (день)	взлет	68	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	70	70	-	85	-
6	18:35 (день)	взлет	66	70	-	85	-
7	19:00 (день)	взлет	65	70	-	85	-
A321			65-72				
1	15:40 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	65	70	-	85	-
3	18:21 (день)	взлет	72	70	-	85	-
4	18:33 (день)	взлет	67	70	-	85	-
5	18:47 (день)	взлет	68	70	-	85	-
B738			70				
1	16:04 (день)	взлет	70	70	-	85	-
B735			74				
1	16:07 (день)	взлет	74	70	-	85	-
AN-148			65-70				
1	16:38 (день)	взлет	65	70	-	85	-
2	17:56 (день)	взлет	67	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	18:27 (день)	взлет	70	70	-	85	-
CRJ2			67-68				
1	15:47 (день)	взлет	67	70	-	85	-
2	18:08 (день)	взлет	68	70	-	85	-
08.05.2019 05.00-07.00							
AN-148			67-73				
1	6:41 (ночь)	посадка	73	-	60	-	75
2	6:48 (ночь)	посадка	67	-	60	-	75
15.05.2019 15.00-19.00							
A319			56-60				
1	16:18 (день)	посадка	60	70	-	85	-
2	16:47 (день)	посадка	56	70	-	85	-
A320			52-67				
1	15:05 (день)	посадка	62	70	-	85	-
2	15:08 (день)	посадка	67	70	-	85	-
3	15:48 (день)	посадка	52	70	-	85	-
4	16:23 (день)	посадка	65	70	-	85	-
5	16:48 (день)	посадка	65	70	-	85	-
A321			57-67				
1	15:34 (день)	посадка	67	70	-	85	-
2	16:00 (день)	посадка	62	70	-	85	-
3	16:20 (день)	посадка	58	70	-	85	-
4	17:33 (день)	посадка	57	70	-	85	-
B738			52				
1	15:30 (день)	посадка	52	70	-	85	-
AN-148			52-63				
1	15:46 (день)	посадка	63	70	-	85	-
2	17:30 (день)	посадка	52	70	-	85	-
15.05.2019 23.00-01.00							
A319			66				
1	23:00 (ночь)	посадка	66	-	60	-	75
A321			67-72				
1	23:12 (ночь)	посадка	72	-	60	-	75
2	0:59 (ночь)	посадка	67	-	60	-	75
B735			59				
1	0:45 (ночь)	посадка	59	-	60	-	75
B738			69-70				
1	23:30 (ночь)	посадка	69	-	60	-	75
2	0:20 (ночь)	посадка	70	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
CRJ2			60				
1	23:03 (ночь)	посадка	60	-	60	-	75
17.05.2019 15.00-19.00							
A319			56-67				
1	15:21 (день)	посадка	56	70	-	85	-
2	15:23 (день)	посадка	61	70	-	85	-
3	16:23 (день)	посадка	67	70	-	85	-
A320			57-61				
1	15:15 (день)	посадка	61	70	-	85	-
2	15:19 (день)	посадка	57	70	-	85	-
3	15:59 (день)	посадка	58	70	-	85	-
4	16:28 (день)	посадка	58	70	-	85	-
5	17:06 (день)	посадка	60	70	-	85	-
A321			56-64				
1	15:16 (день)	посадка	56	70	-	85	-
2	15:35 (день)	посадка	57	70	-	85	-
3	16:13 (день)	посадка	59	70	-	85	-
4	16:15 (день)	посадка	56	70	-	85	-
5	17:22 (день)	посадка	64	70	-	85	-
6	18:26 (день)	посадка	57	70	-	85	-
B735			60-67				
1	15:25 (день)	посадка	63	70	-	85	-
2	17:21 (день)	посадка	60	70	-	85	-
3	18:51 (день)	посадка	67	70	-	85	-
B738			59-63				
1	15:43 (день)	посадка	63	70	-	85	-
2	18:13 (день)	посадка	59	70	-	85	-
CRJ2			61				
1	15:40 (день)	посадка	61	70	-	85	-

Таблица Б.10 – Результаты проведения мониторинга в точке №10 (г. Красное Село, ул. Геологическая).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.02.2019 23:00-01:00							
AN-148			45-55				
1	23:47(ночь)	взлет	53	-	60	-	75

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	00:42(ночь)	взлет	55	-	60	-	75
3	00:52(ночь)	взлет	45	-	60	-	75
25.02.2019 05:00-07:00							
A319			49				
1	05:25 (ночь)	взлет	49	-	60	-	75
A320			56				
1	05:53 (ночь)	взлет	56	-	60	-	75
A321			54				
1	06:19 (ночь)	взлет	54	-	60	-	75
02.03.2019 15:00-19:00							
A319			49-51				
1	15:01(день)	Посадка	49	70	-	85	-
2	15:13(день)	Посадка	49	70	-	85	-
3	15:35(день)	Посадка	49	70	-	85	-
4	15:52(день)	Посадка	49	70	-	85	-
5	15:59(день)	Посадка	49	70	-	85	-
6	16:04(день)	Посадка	49	70	-	85	-
7	16:17(день)	Посадка	49	70	-	85	-
8	16:37(день)	Посадка	50	70	-	85	-
9	16:40(день)	Посадка	49	70	-	85	-
10	16:50(день)	Посадка	50	70	-	85	-
11	17:29(день)	Посадка	49	70	-	85	-
12	18:34(день)	Посадка	51	70	-	85	-
13	18:46(день)	Посадка	51	70	-	85	-
14	18:47(день)	Посадка	51	70		85	
A320			49-51				
1	15:04 (день)	Посадка	49	70	-	85	-
2	15:32 (день)	Посадка	50	70	-	85	-
3	15:48 (день)	Посадка	49	70	-	85	-
4	16:23 (день)	Посадка	49	70	-	85	-
5	16:29 (день)	Посадка	50	70	-	85	-
6	16:45 (день)	Посадка	49	70	-	85	-
7	16:59 (день)	Посадка	49	70	-	85	-
8	17:03 (день)	Посадка	49	70	-	85	-
9	17:06 (день)	Посадка	50	70	-	85	-
10	18:06 (день)	Посадка	51	70		85	
11	18:42 (день)	Посадка	51	70		85	
AN-148			49-50				
1	15:26 (день)	Посадка	49	70	-	85	-

[illegible]

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
В738			44				
1	6:18 (ночь)	посадка	44	-	60	-	75
АН-148			45				
1	6:24 (ночь)	посадка	45	-	60	-	75
2	6:35 (ночь)	посадка	45	-	60	-	75
06.05.2019 15.00-19.00							
А319			58-62				
1	15:25 (день)	взлет	62	70	-	85	-
2	15:39 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	15:54 (день)	взлет	59	70	-	85	-
4	17:22 (день)	взлет	60	70	-	85	-
5	18:23 (день)	взлет	58	70	-	85	-
А320			59-64				
1	16:27 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	16:30 (день)	взлет	59	70	-	85	-
3	16:43 (день)	взлет	62	70	-	85	-
4	17:44 (день)	взлет	63	70	-	85	-
5	17:47 (день)	взлет	61	70	-	85	-
А321			60-61				
1	16:58 (день)	взлет	61	70	-	85	-
2	18:39 (день)	взлет	60	70	-	85	-
В738			57-63				
1	16:11 (день)	взлет	63	70	-	85	-
2	16:41 (день)	взлет	57	70	-	85	-
АН-148			58-64				
1	16:32 (день)	взлет	64	70	-	85	-
2	16:49 (день)	взлет	60	70	-	85	-
3	17:30 (день)	взлет	58	70	-	85	-
14.05.2019-15.05.2019 23.00-01.00							
А321			74				
1	23:03 (ночь)	взлет	74	-	60	-	75
АН-148			55-59				
1	23:35 (ночь)	взлет	59	-	60	-	75
2	0:24 (ночь)	взлет	58	-	60	-	75
3	0:38 (ночь)	взлет	55	-	60	-	75
16.05.2019 15.00-19.00							
А319			47-49				
1	15:29 (день)	взлет	47	70	-	85	-
2	16:09 (день)	взлет	48	70	-	85	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	16:48 (день)	взлет	47	70	-	85	-
4	17:20 (день)	взлет	48	70	-	85	-
5	17:35 (день)	взлет	48	70	-	85	-
6	17:48 (день)	взлет	48	70	-	85	-
7	18:04 (день)	взлет	49	70	-	85	-
A320			48-51				
1	15:15 (день)	взлет	48	70	-	85	-
2	15:34 (день)	взлет	49	70	-	85	-
3	16:34 (день)	взлет	51	70	-	85	-
4	16:37 (день)	взлет	48	70	-	85	-
5	17:38 (день)	взлет	48	70	-	85	-
6	18:24 (день)	взлет	49	70	-	85	-
A321			48-49				
1	16:20 (день)	взлет	48	70	-	85	-
2	17:07 (день)	взлет	48	70	-	85	-
3	17:44 (день)	взлет	48	70	-	85	-
4	18:43 (день)	взлет	49	70	-	85	-
B735			48				
1	16:02 (день)	взлет	48	70	-	85	-
B738			47-55				
1	16:12 (день)	взлет	47	70	-	85	-
2	16:51 (день)	взлет	55	70	-	85	-
3	17:03 (день)	взлет	47	70	-	85	-
AN-148			48-49				
1	16:05 (день)	взлет	49	70	-	85	-
2	16:22 (день)	взлет	49	70	-	85	-
3	16:38 (день)	взлет	48	70	-	85	-
4	17:33 (день)	взлет	48	70	-	85	-
CRJ2			47-49				
1	15:24 (день)	взлет	47	70	-	85	-
2	16:00 (день)	взлет	49	70	-	85	-
3	17:00 (день)	взлет	47	70	-	85	-
4	17:05 (день)	взлет	47	70	-	85	-
5	18:27 (день)	взлет	49	70	-	85	-
22.06.2020 15:00-19:00							
A319			70				
1	16:05 (день)	посадка	70	70	-	75	-
A320			66-78				
1	15:03 (день)	взлет	74	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	15:08 (день)	взлет	71	70	-	75	-
3	15:09 (день)	взлет	72	70	-	75	-
4	15:24 (день)	посадка	68	70	-	75	-
5	15:28 (день)	посадка	66	70	-	75	-
6	15:59 (день)	посадка	68	70	-	75	-
7	16:26 (день)	посадка	69	70	-	75	-
8	16:36 (день)	посадка	69	70	-	75	-
9	16:42 (день)	посадка	68	70	-	75	-
10	16:45 (день)	посадка	68	70	-	75	-
11	16:51 (день)	посадка	68	70	-	75	-
12	16:59 (день)	посадка	69	70	-	75	-
13	17:21 (день)	посадка	69	70	-	75	-
14	17:22 (день)	посадка	69	70	-	75	-
15	17:32 (день)	посадка	67	70	-	75	-
16	17:37:(день)	посадка	68	70	-	75	-
17	18:02 (день)	посадка	68	70	-	75	-
18	18:06 (день)	посадка	68	70	-	75	-
19	18:08 (день)	посадка	69	70	-	75	-
20	18:48 (день)	посадка	78	70	-	75	-
21	18:51 (день)	посадка	68	70	-	75	-
22	18:58 (день)	посадка	69	70	-	75	-
B735			70-74				
1	15:11 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	70	70	-	75	-
3	16:02 (день)	посадка	74	70	-	75	-
4	18:15 (день)	посадка	70	70	-	75	-
5	18:18 (день)	посадка	71	70	-	75	-
6	18:38 (день)	посадка	70	70	-	75	-
B763			71-74				
1	15:00 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	18:11 (день)	посадка	71	70	-	75	-
B73H			67				
1	16:22 (день)	посадка	67	70	-	75	-
CRJ2			67				
1	15:14 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	17:01(день)	посадка	67	70	-	75	-
24.06.2020 05:00-07:00							
A319			66-72				
1	05:22 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	06:50 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
A320			66-70				
1	05:07 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
2	05:45 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
3	05:55 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
4	06:13 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
B735			75				
1	06:48 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
B763			66-72				
1	05:14 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
2	05:27 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
3	05:36 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
4	06:46 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
CRJ2			64				
1	06:26 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
06.07.2020 15:00-19:00							
A319			67-73				
1	15:51 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	16:01 (день)	взлет	71	70	-	75	-
3	17:26 (день)	взлет	73	70	-	75	-
4	18:37 (день)	взлет	71	70	-	75	-
A320			68-77				
1	15:20 (день)	взлет	68	70	-	75	-
2	15:21 (день)	взлет	68	70	-	75	-
3	15:23 (день)	взлет	69	70	-	75	-
4	15:29 (день)	взлет	70	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	68	70	-	75	-
6	15:49 (день)	взлет	68	70	-	75	-
7	15:53 (день)	взлет	77	70	-	75	-
8	16:04 (день)	взлет	69	70	-	75	-
9	16:11 (день)	взлет	70	70	-	75	-
10	16:21 (день)	взлет	73	70	-	75	-
11	16:22 (день)	взлет	69	70	-	75	-
12	16:29 (день)	взлет	68	70	-	75	-
13	16:31 (день)	взлет	69	70	-	75	-
14	16:32(день)	взлет	68	70	-	75	-
15	16:34 (день)	взлет	69	70	-	75	-
16	16:59 (день)	взлет	68	70	-	75	-
17	17:00 (день)	взлет	75	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18	17:08 (день)	взлет	75	70	-	75	-
19	17:15 (день)	взлет	75	70	-	75	-
20	17:17 (день)	взлет	73	70	-	75	-
21	17:58 (день)	взлет	72	70	-	75	-
22	18:00 (день)	взлет	72	70	-	75	-
23	18:08 (день)	взлет	71	70	-	75	-
24	18:15 (день)	взлет	72	70	-	75	-
25	18:45 (день)	взлет	72	70	-	75	-
26	18:55 (день)	взлет	68	70	-	75	-
B735			70-73				
1	15:30 (день)	взлет	71	70	-	75	-
2	16:19 (день)	взлет	73	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	70	70	-	75	-
B763			73-74				
1	15:09 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	15:26 (день)	взлет	73	70	-	75	
3	16:43 (день)	взлет	74	70	-	75	-
B73H			61-72				
1	15:36 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	17:36 (день)	взлет	72	70	-	75	-
CRJ2			60-61				
1	15:16 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	16:37 (день)	взлет	60	70	-	75	-
06.07.2020 23:00-07:00							
A319			67-72				
1	23:04 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	00:59 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
A320			66-74				
1	23:26 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
2	23:39 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
3	23:44 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
4	23:53(ночь)	взлет	74	-	60	-	65
5	00:04 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
6	00:18 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
7	00:26 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
8	00:31(ночь)	взлет	71	-	60	-	65
9	00:44 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
B763			70-73				
1	23:21 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	00:19 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65

Таблица Б.11 – Результаты проведения мониторинга в точке №11 (ул. Партизана Германа, д.28к2).

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 23:00-01:00							
A319			74				
1	23:01 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
A320			58-67				
1	23:34 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
2	23:45 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
3	23:50 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65
4	23:53 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
5	00:02 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
6	00:22 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
7	00:24 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65
8	00:25 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
9	00:50 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
B763			63				
1	23:31 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
23.06.2020 15:00-19:00							
A319			-				
1	16:15 (день)	посадка	-	70	-	75	-
A320			71-76				
1	15:07 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	15:15 (день)	взлет	75	70	-	75	-
3	15:25 (день)	взлет	73	70	-	75	-
4	15:28 (день)	взлет	74	70	-	75	-
5	15:30 (день)	взлет	73	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	76	70	-	75	-
7	15:36 (день)	взлет	71	70	-	75	-
8	16:48 (день)	посадка	-	70	-	75	-
9	16:52 (день)	посадка	-	70	-	75	-
10	16:55 (день)	посадка	-	70	-	75	-
11	17:05 (день)	посадка	-	70	-	75	-
12	17:08 (день)	посадка	-	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
13	17:39 (день)	посадка	-	70	-	75	-
14	17:42 (день)	посадка	-	70	-	75	-
15	17:48 (день)	посадка	-	70	-	75	-
16	18:09 (день)	посадка	-	70	-	75	-
17	18:12 (день)	посадка	-	70	-	75	-
18	18:18 (день)	посада	-	70	-	75	-
19	18:31 (день)	посадка	-	70	-	75	-
B735			-				
1	16:05 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	18:15 (день)	посадка	-	70	-	75	-
3	18:29 (день)	посадка	-	70	-	75	-
B73H			78				
1	15:26 (день)	взлет	78	70	-	75	-
2	16:28 (день)	посадка	-	70	-	75	-
3	18:41 (день)	посадка	-	70	-	75	-
CRJ2			61-64				
1	15:05 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	15:18 (день)	взлет	64	70	-	75	-
3	16:44 (день)	посадка	-	70	-	75	-
25.06.2020 15:00-19:00							
A319			73-74				
1	15:55 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	17:40 (день)	взлет	74	70	-	75	-
A320			71-76				
1	15:02 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	15:10 (день)	взлет	74	70	-	75	-
3	15:12 (день)	взлет	73	70	-	75	-
4	15:14 (день)	взлет	75	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	74	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	71	70	-	75	-
7	15:49 (день)	взлет	74	70	-	75	-
8	16:03 (день)	взлет	72	70	-	75	-
9	16:09 (день)	взлет	73	70	-	75	-
10	16:27 (день)	взлет	74	70	-	75	-
11	16:29 (день)	взлет	74	70	-	75	-
12	16:33 (день)	взлет	74	70	-	75	-
13	16:35 (день)	взлет	73	70	-	75	-
14	16:55 (день)	взлет	76	70	-	75	-
15	17:09 (день)	взлет	75	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
16	17:13 (день)	взлет	75	70	-	75	-
17	17:25 (день)	взлет	73	70	-	75	-
18	17:58 (день)	взлет	74	70	-	75	-
19	18:07 (день)	взлет	71	70	-	75	-
20	18:36 (день)	взлет	74	70	-	75	-
21	18:39 (день)	взлет	72	70	-	75	-
22	18:42 (день)	взлет	74	70	-	75	-
23	18:52 (день)	взлет	74	70	-	75	-
24	18:57 (день)	взлет	75	70	-	75	-
В735			75-77				
1	15:03 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	75	70	-	75	-
3	17:35 (день)	взлет	77	70	-	75	-
В763			76-79				
1	15:00 (день)	взлет	78	70	-	75	-
2	16:20 (день)	взлет	79	70	-	75	-
3	18:12 (день)	взлет	76	70	-	75	-
В73Н			78				
1	17:37 (день)	взлет	78	70	-	75	-
CRJ2			66				
1	15:17 (день)	взлет	66	70	-	75	-
26.06.2020 05:00-07:00							
А319			61-63				
1	05:23 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
А320			61-63				
1	05:21 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
2	05:48 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
3	06:10 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
В763			63-64				
1	05:20 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
2	06:43 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
05.09.2021 15:00-19:00							
А319			60-66				
1	15:09 (день)	взлет	64	70	-	75	-
2	15:28 (день)	взлет	60	70	-	75	-
3	15:54 (день)	взлет	63	70	-	75	-
4	15:56 (день)	взлет	66	70	-	75	-
5	16:06 (день)	взлет	63	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
6	16:07 (день)	взлет	62	70	-	75	-
7	16:10 (день)	взлет	61	70	-	75	-
8	16:21 (день)	взлет	62	70	-	75	-
9	16:34 (день)	взлет	60	70	-	75	-
10	16:50 (день)	взлет	63	70	-	75	-
11	17:16 (день)	взлет	66	70	-	75	-
12	17:43 (день)	взлет	64	70	-	75	-
13	18:00 (день)	взлет	62	70	-	75	-
14	18:17 (день)	взлет	61	70	-	75	-
15	18:45 (день)	взлет	61	70	-	75	-
16	18:47 (день)	взлет	62	70	-	75	-
A320			58-69				
1	15:00 (день)	взлет	64	70	-	75	-
2	15:57 (день)	взлет	61	70	-	75	-
3	16:01 (день)	взлет	62	70	-	75	-
4	16:20 (день)	взлет	58	70	-	75	-
5	16:27 (день)	взлет	61	70	-	75	-
6	16:51 (день)	взлет	59	70	-	75	-
7	16:53 (день)	взлет	62	70	-	75	-
8	17:23 (день)	взлет	61	70	-	75	-
9	17:51 (день)	взлет	64	70	-	75	-
10	18:37 (день)	взлет	62	70	-	75	-
11	18:48 (день)	взлет	63	70	-	75	-
12	18:57 (день)	взлет	69	70	-	75	-
A321			61-65				
1	15:10 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	15:45 (день)	взлет	64	70	-	75	-
3	16:36 (день)	взлет	63	70	-	75	-
4	18:43 (день)	взлет	61	70	-	75	-
B738			62-65				
1	15:02 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	17:55 (день)	взлет	65	70	-	75	-
CRJ1			54-61				
1	16:25 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	17:25 (день)	взлет	54	70	-	75	-
CRJ2			56-62				
1	15:16 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	16:56 (день)	взлет	56	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	18:02 (день)	взлет	62	70	-	75	-
07.09.2021 23:00-01:00							
A319			71-74				
1	23:03 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
2	23:05 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
3	23:37 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
4	23:51 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
5	23:53 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
6	23:58 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
7	00:07 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
A320			72-75				
1	23:07 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
2	23:34 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
3	23:35 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
4	23:48 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
5	00:20 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
6	00:29 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
A321			72				
1	23:02 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
B738			76				
1	00:05 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
09.09.2021 15:00-19:00							
A319			59-69				
1	15:05 (день)	взлет	59	70	-	75	-
2	15:16 (день)	взлет	63	70	-	75	-
3	15:45 (день)	взлет	66	70	-	75	-
4	15:52 (день)	взлет	64	70	-	75	-
5	15:57 (день)	взлет	61	70	-	75	-
6	16:19 (день)	взлет	60	70	-	75	-
7	16:38 (день)	взлет	65	70	-	75	-
8	16:46 (день)	взлет	64	70	-	75	-
9	16:50 (день)	взлет	69	70	-	75	-
10	16:51 (день)	взлет	64	70	-	75	-
11	17:06 (день)	взлет	60	70	-	75	-
12	17:30 (день)	взлет	65	70	-	75	-
13	17:33 (день)	взлет	61	70	-	75	-
14	18:15 (день)	взлет	63	70	-	75	-
15	18:43 (день)	взлет	63	70	-	75	-
16	18:46 (день)	взлет	67	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A320			59-69				
1	15:21 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	15:41 (день)	взлет	61	70	-	75	-
3	15:43 (день)	взлет	63	70	-	75	-
4	15:54 (день)	взлет	59	70	-	75	-
5	16:28 (день)	взлет	63	70	-	75	-
6	16:48 (день)	взлет	63	70	-	75	-
7	17:55 (день)	взлет	64	70	-	75	-
8	17:57 (день)	взлет	63	70	-	75	-
9	18:41 (день)	взлет	63	70	-	75	-
10	18:48 (день)	взлет	65	70	-	75	-
A321			66				
1	16:40 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	18:45 (день)	взлет	66	70	-	75	-
B738			59-66				
1	16:33 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	17:02 (день)	взлет	59	70	-	75	-
3	17:04 (день)	взлет	66	70	-	75	-
4	17:26 (день)	взлет	66	70	-	75	-
CRJ1			56				
1	16:02 (день)	взлет	56	70	-	75	-
CRJ2			55-61				
1	16:31 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	17:31 (день)	взлет	58	70	-	75	-
3	17:53 (день)	взлет	55	70	-	75	-
14.09.2021 05:00-07:00							
A319			74-75				
1	05:34 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
3	06:40 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
4	06:45 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
A320			74-76				
1	05:12 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
2	05:24 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
3	05:25 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
4	06:23 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
A321			75-78				
1	06:26 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
2	06:29 (ночь)	взлет	78	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
CRJ2			64				
1	05:44 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65

Таблица Б.12 – Результаты проведения мониторинга в точке №12
(гаражный комплекс «Дружба»)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 23:00-01:00							
A319			77				
1	23:01 (ночь)	взлет	77	-	60	-	65
A320			65-74				
1	23:34 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	23:45 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
3	23:50 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
4	23:53 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
5	00:02 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
6	00:22 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
7	00:24 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
8	00:25 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
9	00:50 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
B763			64				
1	23:31 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
23.06.2020 15:00-19:00							
A319			57				
1	16:15 (день)	посадка	57	70	-	75	-
A320			56-72				
1	15:07 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	15:15 (день)	взлет	67	70	-	75	-
3	15:25 (день)	взлет	68	70	-	75	-
4	15:28 (день)	взлет	69	70	-	75	-
5	15:30 (день)	взлет	68	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	72	70	-	75	-
7	15:36 (день)	взлет	71	70	-	75	-
8	16:48 (день)	посадка	58	70	-	75	-
9	16:52 (день)	посадка	56	70	-	75	-
10	16:55 (день)	посадка	60	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
11	17:05 (день)	посадка	60	70	-	75	-
12	17:08 (день)	посадка	58	70	-	75	-
13	17:39 (день)	посадка	60	70	-	75	-
14	17:42 (день)	посадка	63	70	-	75	-
15	17:48 (день)	посадка	57	70	-	75	-
16	18:09 (день)	посадка	57	70	-	75	-
17	18:12 (день)	посадка	60	70	-	75	-
18	18:18 (день)	посадка	60	70	-	75	-
19	18:31 (день)	посадка	60	70	-	75	-
B735			59-60				
1	16:05 (день)	посадка	60	70	-	75	-
2	18:15 (день)	посадка	59	70	-	75	-
3	18:29 (день)	посадка	60	70	-	75	-
B73H			58-70				
1	15:26 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	16:28 (день)	посадка	60	70	-	75	-
3	18:41 (день)	посадка	58	70	-	75	-
CRJ2			63-74				
1	15:05 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	15:18 (день)	взлет	57	70	-	75	-
3	16:44 (день)	посадка	74	70	-	75	-
25.06.2020 15:00-19:00							
A319			70-71				
1	15:55 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	17:40 (день)	взлет	71	70	-	75	-
A320			66-78				
1	15:02 (день)	взлет	75	70	-	75	-
2	15:10 (день)	взлет	66	70	-	75	-
3	15:12 (день)	взлет	73	70	-	75	-
4	15:14 (день)	взлет	77	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	73	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	75	70	-	75	-
7	15:49 (день)	взлет	75	70	-	75	-
8	16:03 (день)	взлет	77	70	-	75	-
9	16:09 (день)	взлет	78	70	-	75	-
10	16:27 (день)	взлет	77	70	-	75	-
11	16:29 (день)	взлет	78	70	-	75	-
12	16:33 (день)	взлет	75	70	-	75	-
13	16:35 (день)	взлет	74	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
14	16:55 (день)	взлет	78	70	-	75	-
15	17:09 (день)	взлет	73	70	-	75	-
16	17:13 (день)	взлет	76	70	-	75	-
17	17:25 (день)	взлет	74	70	-	75	-
18	17:58 (день)	взлет	73	70	-	75	-
19	18:07 (день)	взлет	75	70	-	75	-
20	18:36 (день)	взлет	75	70	-	75	-
21	18:39 (день)	взлет	74	70	-	75	-
22	18:42 (день)	взлет	77	70	-	75	-
23	18:52 (день)	взлет	72	70	-	75	-
24	18:57 (день)	взлет	75	70	-	75	-
B735			74-77				
1	15:03 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	76	70	-	75	-
3	17:35 (день)	взлет	77	70	-	75	-
B763			76-79				
1	15:00 (день)	взлет	78	70	-	75	-
2	16:20 (день)	взлет	79	70	-	75	-
3	18:12 (день)	взлет	76	70	-	75	-
B73H			77				
1	17:37 (день)	взлет	77	70	-	75	-
CRJ2			78				
1	15:17 (день)	взлет	78	70	-	75	-
26.06.2020 05:00-07:00							
A319			67				
1	05:23 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
A320			67-70				
1	05:21 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
2	05:48 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
3	06:10 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
B763			68-70				
1	05:20 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
2	06:43 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65

Таблица Б.12 – Результаты проведения мониторинга в точке №12
(гаражный комплекс «Дружба»)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 23:00-01:00							
A319			62				
1	23:01 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
A320			70-79				
1	23:34 (ночь)	взлет	79	-	60	-	65
2	23:45 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
3	23:50 (день)	взлет	76	-	60	-	65
4	23:53 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
5	00:02 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
6	00:22 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
7	00:24 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
8	00:25 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
9	00:50 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
B763			68				
1	23:31 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
23.06.2020 15:00-19:00							
A319			74				
1	16:15 (день)	посадка	74	70	-	75	-
A320			62-76				
1	15:07 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	15:15 (день)	взлет	62	70	-	75	-
3	15:25 (день)	взлет	62	70	-	75	-
4	15:28 (день)	взлет	63	70	-	75	-
5	15:30 (день)	взлет	62	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	66	70	-	75	-
7	15:36 (день)	взлет	64	70	-	75	-
8	16:48 (день)	посадка	75	70	-	75	-
9	16:52 (день)	посадка	74	70	-	75	-
10	16:55 (день)	посадка	75	70	-	75	-
11	17:05 (день)	посадка	74	70	-	75	-
12	17:08 (день)	посадка	74	70	-	75	-
13	17:39 (день)	посадка	76	70	-	75	-
14	17:42 (день)	посадка	74	70	-	75	-
15	17:48 (день)	посадка	73	70	-	75	-
16	18:09 (день)	посадка	74	70	-	75	-
17	18:12 (день)	посадка	74	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18	18:18 (день)	посадка	74	70	-	75	-
19	18:31 (день)	посадка	75	70	-	75	-
B735			77-79				
1	16:05 (день)	посадка	77	70	-	75	-
2	18:15 (день)	посадка	79	70	-	75	-
3	18:29 (день)	посадка	78	70	-	75	-
B73H			66-76				
1	15:26 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	16:28 (день)	посадка	76	70	-	75	-
3	18:41 (день)	посадка	73	70	-	75	-
CRJ2			62-74				
1	15:05 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	15:18 (день)	взлет	56	70	-	75	-
3	16:44 (день)	посадка	74	70	-	75	-
25.06.2020 15:00-19:00							
A319			64-67				
1	15:55 (день)	взлет	64	70	-	75	-
2	17:40 (день)	взлет	67	70	-	75	-
A320			62-72				
1	15:02 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	15:10 (день)	взлет	62	70	-	75	-
3	15:12 (день)	взлет	68	70	-	75	-
4	15:14 (день)	взлет	64	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	66	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	67	70	-	75	-
7	15:49 (день)	взлет	66	70	-	75	-
8	16:03 (день)	взлет	63	70	-	75	-
9	16:09 (день)	взлет	65	70	-	75	-
10	16:27 (день)	взлет	63	70	-	75	-
11	16:29 (день)	взлет	65	70	-	75	-
12	16:33 (день)	взлет	66	70	-	75	-
13	16:35 (день)	взлет	63	70	-	75	-
14	16:55 (день)	взлет	71	70	-	75	-
15	17:09 (день)	взлет	64	70	-	75	-
16	17:13 (день)	взлет	62	70	-	75	-
17	17:25 (день)	взлет	63	70	-	75	-
18	17:58 (день)	взлет	64	70	-	75	-
19	18:07 (день)	взлет	72	70	-	75	-
20	18:36 (день)	взлет	66	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
21	18:39 (день)	взлет	68	70	-	75	-
22	18:42 (день)	взлет	68	70	-	75	-
23	18:52 (день)	взлет	64	70	-	75	-
24	18:57 (день)	взлет	67	70	-	75	-
B735			64-72				
1	15:03 (день)	взлет	72	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	64	70	-	75	-
3	17:35 (день)	взлет	67	70	-	75	-
B763			69-71				
1	15:00 (день)	взлет	69	70	-	75	-
2	16:20 (день)	взлет	70	70	-	75	-
3	18:12 (день)	взлет	71	70	-	75	-
B73H			67				
1	17:37 (день)	взлет	67	70	-	75	-
CRJ2			58				
1	15:17 (день)	взлет	58	70	-	75	-
26.06.2020 05:00-07:00							
A319			76-77				
1	05:23 (ночь)	взлет	77	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
A320			76-77				
1	05:21 (ночь)	взлет	77	-	60	-	65
2	05:48 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
3	06:10 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
B763			75-76				
1	05:20 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
2	06:43 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
05.09.2021 15:00-19:00							
A319			71-77				
1	15:09 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	15:28 (день)	взлет	73	70	-	75	-
3	15:54 (день)	взлет	74	70	-	75	-
4	15:56 (день)	взлет	73	70	-	75	-
5	16:06 (день)	взлет	73	70	-	75	-
6	16:07 (день)	взлет	76	70	-	75	-
7	16:10 (день)	взлет	74	70	-	75	-
8	16:21 (день)	взлет	76	70	-	75	-
9	16:34 (день)	взлет	77	70	-	75	-
10	16:50 (день)	взлет	74	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
11	17:16 (день)	взлет	76	70	-	75	-
12	17:43 (день)	взлет	75	70	-	75	-
13	18:00 (день)	взлет	71	70	-	75	-
14	18:17 (день)	взлет	75	70	-	75	-
15	18:45 (день)	взлет	74	70	-	75	-
16	18:47 (день)	взлет	75	70	-	75	-
A320			64-76				
1	15:00 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	15:57 (день)	взлет	74	70	-	75	-
3	16:01 (день)	взлет	75	70	-	75	-
4	16:20 (день)	взлет	64	70	-	75	-
5	16:27 (день)	взлет	75	70	-	75	-
6	16:51 (день)	взлет	74	70	-	75	-
7	16:53 (день)	взлет	75	70	-	75	-
8	17:23 (день)	взлет	75	70	-	75	-
9	17:51 (день)	взлет	73	70	-	75	-
10	18:37 (день)	взлет	74	70	-	75	-
11	18:48 (день)	взлет	73	70	-	75	-
12	18:57 (день)	взлет	76	70	-	75	-
A321			74-77				
1	15:10 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	15:45 (день)	взлет	74	70	-	75	-
3	16:36 (день)	взлет	77	70	-	75	-
4	18:43 (день)	взлет	75	70	-	75	-
B738			72-74				
1	15:02 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	17:55 (день)	взлет	72	70	-	75	-
CRJ1			61-67				
1	16:25 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	17:25 (день)	взлет	61	70	-	75	-
CRJ2			63-74				
1	15:16 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	16:56 (день)	взлет	63	70	-	75	-
3	18:02 (день)	взлет	67	70	-	75	-
07.09.2021 23:00-01:00							
A319			69-75				
1	23:03 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
2	23:05 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	23:37 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
4	23:51 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
5	23:53 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
6	23:58 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
7	00:07 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
A320			70-75				
1	23:07 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
2	23:34 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
3	23:35 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
4	23:48 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
5	00:20 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
6	00:29 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
A321			76				
1	23:02 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
B738			74				
1	00:05 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
09.09.2021 15:00-19:00							
A319			72-74				
1	15:05 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	15:16 (день)	взлет	72	70	-	75	-
3	15:45 (день)	взлет	74	70	-	75	-
4	15:52 (день)	взлет	73	70	-	75	-
5	15:57 (день)	взлет	73	70	-	75	-
6	16:19 (день)	взлет	74	70	-	75	-
7	16:38 (день)	взлет	74	70	-	75	-
8	16:46 (день)	взлет	74	70	-	75	-
9	16:50 (день)	взлет	73	70	-	75	-
10	16:51 (день)	взлет	73	70	-	75	-
11	17:06 (день)	взлет	73	70	-	75	-
12	17:30 (день)	взлет	72	70	-	75	-
13	17:33 (день)	взлет	74	70	-	75	-
14	18:15 (день)	взлет	74	70	-	75	-
15	18:43 (день)	взлет	73	70	-	75	-
16	18:46 (день)	взлет	73	70	-	75	-
A320			71-75				
1	15:21 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	15:41 (день)	взлет	73	70	-	75	-
3	15:43 (день)	взлет	75	70	-	75	-
4	15:54 (день)	взлет	73	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
5	16:28 (день)	взлет	74	70	-	75	-
6	16:48 (день)	взлет	73	70	-	75	-
7	17:55 (день)	взлет	74	70	-	75	-
8	17:57 (день)	взлет	71	70	-	75	-
9	18:41 (день)	взлет	72	70	-	75	-
10	18:48 (день)	взлет	72	70	-	75	-
A321			73-75				
1	16:40 (день)	взлет	75	70	-	75	-
2	18:45 (день)	взлет	73	70	-	75	-
B738			75-77				
1	16:33 (день)	взлет	75	70	-	75	-
2	17:02 (день)	взлет	77	70	-	75	-
3	17:04 (день)	взлет	75	70	-	75	-
4	17:26 (день)	взлет	75	70	-	75	-
CRJ1			62				
1	16:02 (день)	взлет	62	70	-	75	-
CRJ2			62-64				
1	16:31 (день)	взлет	64	70	-	75	-
2	17:31 (день)	взлет	63	70	-	75	-
3	17:53 (день)	взлет	62	70	-	75	-
14.09.2021 05:00-07:00							
A319			72-75				
1	05:34 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
3	06:40 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
4	06:45 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
A320			71-74				
1	05:12 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
2	05:24 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
3	05:25 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
4	06:23 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
A321			74-76				
1	06:26 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
2	06:29 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
CRJ2			65				
1	05:44 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65

Таблица Б.13 – Результаты проведения мониторинга в точке №13
(Волхонское ш., д.115)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 23:00-01:00							
A319			74				
1	23:01 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
A320			64-69				
1	23:34 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	23:45 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
3	23:50 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
4	23:53 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
5	00:02 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
6	00:22 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
7	00:24 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
8	00:25 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
9	00:50 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
B763			62				
1	23:31 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
23.06.2020 15:00-19:00							
A319			57				
1	16:15 (день)	посадка	57	70	-	75	-
A320			55-78				
1	15:07 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	15:15 (день)	взлет	78	70	-	75	-
3	15:25 (день)	взлет	75	70	-	75	-
4	15:28 (день)	взлет	76	70	-	75	-
5	15:30 (день)	взлет	71	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	71	70	-	75	-
7	15:36 (день)	взлет	73	70	-	75	-
8	16:48 (день)	посадка	58	70	-	75	-
9	16:52 (день)	посадка	58	70	-	75	-
10	16:55 (день)	посадка	60	70	-	75	-
11	17:05 (день)	посадка	56	70	-	75	-
12	17:08 (день)	посадка	59	70	-	75	-
13	17:39 (день)	посадка	59	70	-	75	-
14	17:42 (день)	посадка	55	70	-	75	-
15	17:48 (день)	посадка	57	70	-	75	-
16	18:09 (день)	посадка	58	70	-	75	-
17	18:12 (день)	посадка	55	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18	18:18 (день)	посадка	59	70	-	75	-
19	18:31 (день)	посадка	58	70	-	75	-
B735			59-62				
1	16:05 (день)	посадка	62	70	-	75	-
2	18:15 (день)	посадка	60	70	-	75	-
3	18:29 (день)	посадка	59	70	-	75	-
B73H			58-74				
1	15:26 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	16:28 (день)	посадка	60	70	-	75	-
3	18:41 (день)	посадка	58	70	-	75	-
CRJ2			61-64				
1	15:05 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	15:18 (день)	взлет	65	70	-	75	-
3	16:44 (день)	посадка	57	70	-	75	-
25.06.2020 15:00-19:00							
A319			69-72				
1	15:55 (день)	взлет	69	70	-	75	-
2	17:40 (день)	взлет	72	70	-	75	-
A320			69-78				
1	15:02 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	15:10 (день)	взлет	71	70	-	75	-
3	15:12 (день)	взлет	78	70	-	75	-
4	15:14 (день)	взлет	76	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	74	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	72	70	-	75	-
7	15:49 (день)	взлет	75	70	-	75	-
8	16:03 (день)	взлет	69	70	-	75	-
9	16:09 (день)	взлет	75	70	-	75	-
10	16:27 (день)	взлет	78	70	-	75	-
11	16:29 (день)	взлет	76	70	-	75	-
12	16:33 (день)	взлет	72	70	-	75	-
13	16:35 (день)	взлет	73	70	-	75	-
14	16:55 (день)	взлет	77	70	-	75	-
15	17:09 (день)	взлет	75	70	-	75	-
16	17:13 (день)	взлет	74	70	-	75	-
17	17:25 (день)	взлет	76	70	-	75	-
18	17:58 (день)	взлет	71	70	-	75	-
19	18:07 (день)	взлет	69	70	-	75	-
20	18:36 (день)	взлет	74	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
21	18:39 (день)	взлет	75	70	-	75	-
22	18:42 (день)	взлет	75	70	-	75	-
23	18:52 (день)	взлет	72	70	-	75	-
24	18:57 (день)	взлет	75	70	-	75	-
B735			73-75				
1	15:03 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	75	70	-	75	-
3	17:35 (день)	взлет	74	70	-	75	-
B763			76-78				
1	15:00 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	16:20 (день)	взлет	78	70	-	75	-
3	18:12 (день)	взлет	76	70	-	75	-
B73H			74				
1	17:37 (день)	взлет	74	70	-	75	-
CRJ2			65				
1	15:17 (день)	взлет	65	70	-	75	-
26.06.2020 05:00-07:00							
A319			67-68				
1	05:23 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
A320			66-67				
1	05:21 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	05:48 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
3	06:10 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
B763			69				
1	05:20 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
2	06:43 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
05.09.2021 15:00-19:00							
A319			71-79				
1	15:09 (день)	взлет	79	70	-	75	-
2	15:28 (день)	взлет	77	70	-	75	-
3	15:54 (день)	взлет	74	70	-	75	-
4	15:56 (день)	взлет	76	70	-	75	-
5	16:06 (день)	взлет	75	70	-	75	-
6	16:07 (день)	взлет	77	70	-	75	-
7	16:10 (день)	взлет	75	70	-	75	-
8	16:21 (день)	взлет	77	70	-	75	-
9	16:34 (день)	взлет	75	70	-	75	-
10	16:50 (день)	взлет	75	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
11	17:16 (день)	взлет	78	70	-	75	-
12	17:43 (день)	взлет	76	70	-	75	-
13	18:00 (день)	взлет	71	70	-	75	-
14	18:17 (день)	взлет	77	70	-	75	-
15	18:45 (день)	взлет	76	70	-	75	-
16	18:47 (день)	взлет	75	70	-	75	-
A320			65-78				
1	15:00 (день)	взлет	71	70	-	75	-
2	15:57 (день)	взлет	77	70	-	75	-
3	16:01 (день)	взлет	78	70	-	75	-
4	16:20 (день)	взлет	65	70	-	75	-
5	16:27 (день)	взлет	74	70	-	75	-
6	16:51 (день)	взлет	78	70	-	75	-
7	16:53 (день)	взлет	77	70	-	75	-
8	17:23 (день)	взлет	77	70	-	75	-
9	17:51 (день)	взлет	76	70	-	75	-
10	18:37 (день)	взлет	76	70	-	75	-
11	18:48 (день)	взлет	76	70	-	75	-
12	18:57 (день)	взлет	75	70	-	75	-
A321			76-79				
1	15:10 (день)	взлет	78	70	-	75	-
2	15:45 (день)	взлет	76	70	-	75	-
3	16:36 (день)	взлет	79	70	-	75	-
4	18:43 (день)	взлет	77	70	-	75	-
B738			75-78				
1	15:02 (день)	взлет	75	70	-	75	-
2	17:55 (день)	взлет	78	70	-	75	-
CRJ1			63-68				
1	16:25 (день)	взлет	68	70	-	75	-
2	17:25 (день)	взлет	63	70	-	75	-
CRJ2			62-68				
1	15:16 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	16:56 (день)	взлет	63	70	-	75	-
3	18:02 (день)	взлет	68	70	-	75	-
07.09.2021 23:00-01:00							
A319			60-74				
1	23:03 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
2	23:05 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
3	23:37 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
4	23:51 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
5	23:53 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
6	23:58 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
7	00:07 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
A320			61-64				
1	23:07 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
2	23:34 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
3	23:35 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
4	23:48 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
5	00:20 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
6	00:29 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
A321			75				
1	23:02 (ночь)	взлет	75	-	60	-	65
B738			64				
1	00:05 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
09.09.2021 15:00-19:00							
A319			74-78				
1	15:05 (день)	взлет	77	70	-	75	-
2	15:16 (день)	взлет	76	70	-	75	-
3	15:45 (день)	взлет	76	70	-	75	-
4	15:52 (день)	взлет	74	70	-	75	-
5	15:57 (день)	взлет	74	70	-	75	-
6	16:19 (день)	взлет	77	70	-	75	-
7	16:38 (день)	взлет	78	70	-	75	-
8	16:46 (день)	взлет	76	70	-	75	-
9	16:50 (день)	взлет	76	70	-	75	-
10	16:51 (день)	взлет	77	70	-	75	-
11	17:06 (день)	взлет	75	70	-	75	-
12	17:30 (день)	взлет	75	70	-	75	-
13	17:33 (день)	взлет	78	70	-	75	-
14	18:15 (день)	взлет	75	70	-	75	-
15	18:43 (день)	взлет	75	70	-	75	-
16	18:46 (день)	взлет	75	70	-	75	-
A320			73-79				
1	15:21 (день)	взлет	77	70	-	75	-
2	15:41 (день)	взлет	77	70	-	75	-
3	15:43 (день)	взлет	76	70	-	75	-
4	15:54 (день)	взлет	76	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
5	16:28 (день)	взлет	79	70	-	75	-
6	16:48 (день)	взлет	77	70	-	75	-
7	17:55 (день)	взлет	76	70	-	75	-
8	17:57 (день)	взлет	73	70	-	75	-
9	18:41 (день)	взлет	75	70	-	75	-
10	18:48 (день)	взлет	75	70	-	75	-
A321			76-77				
1	16:40 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	18:45 (день)	взлет	77	70	-	75	-
B738			76-81				
1	16:33 (день)	взлет	78	70	-	75	-
2	17:02 (день)	взлет	81	70	-	75	-
3	17:04 (день)	взлет	77	70	-	75	-
4	17:26 (день)	взлет	76	70	-	75	-
CRJ1			64				
1	16:02 (день)	взлет	64	70	-	75	-
CRJ2			65				
1	16:31 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	17:31 (день)	взлет	65	70	-	75	-
3	17:53 (день)	взлет	65	70	-	75	-
14.09.2021 05:00-07:00							
A319			59-67				
1	05:34 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
3	06:40 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
4	06:45 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
A320			59-64				
1	05:12 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
2	05:24 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
3	05:25 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
4	06:23 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
A321			62-65				
1	06:26 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
2	06:29 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
CRJ2			51				
1	05:44 (ночь)	взлет	51	-	60	-	65

Таблица Б.14 – Результаты проведения мониторинга в точке №14
(МО Горелово, 4-я линия, д.4)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 23:00-01:00							
A319			66				
1	23:01 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
A320			61-67				
1	23:34 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
2	23:45 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
3	23:50 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
4	23:53 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
5	00:02 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
6	00:22 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
7	00:24 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
8	00:25 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
9	00:50 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
B763			67				
1	23:31 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
23.06.2020 15:00-19:00							
A319			55				
1	16:15 (день)	посадка	55	70	-	75	-
A320			51-62				
1	15:07 (день)	взлет	58	70	-	75	-
2	15:15 (день)	взлет	55	70	-	75	-
3	15:25 (день)	взлет	60	70	-	75	-
4	15:28 (день)	взлет	61	70	-	75	-
5	15:30 (день)	взлет	59	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	62	70	-	75	-
7	15:36 (день)	взлет	59	70	-	75	-
8	16:48 (день)	посадка	59	70	-	75	-
9	16:52 (день)	посадка	57	70	-	75	-
10	16:55 (день)	посадка	59	70	-	75	-
11	17:05 (день)	посадка	57	70	-	75	-
12	17:08 (день)	посадка	51	70	-	75	-
13	17:39 (день)	посадка	56	70	-	75	-
14	17:42 (день)	посадка	52	70	-	75	-
15	17:48 (день)	посадка	56	70	-	75	-
16	18:09 (день)	посадка	56	70	-	75	-
17	18:12 (день)	посадка	55	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18	18:18 (день)	посадка	55	70	-	75	-
19	18:31 (день)	посадка	58	70	-	75	-
B735			56-61				
1	16:05 (день)	посадка	56	70	-	75	-
2	18:15 (день)	посадка	59	70	-	75	-
3	18:29 (день)	посадка	61	70	-	75	-
B73H			51-64				
1	15:26 (день)	взлет	64	70	-	75	-
2	16:28 (день)	посадка	57	70	-	75	-
3	18:41 (день)	посадка	51	70	-	75	-
CRJ2			48-57				
1	15:05 (день)	взлет	48	70	-	75	-
2	15:18 (день)	взлет	48	70	-	75	-
3	16:44 (день)	посадка	57	70	-	75	-
25.06.2020 15:00-19:00							
A319			57-64				
1	15:55 (день)	взлет	57	70	-	75	-
2	17:40 (день)	взлет	64	70	-	75	-
A320			53-72				
1	15:02 (день)	взлет	57	70	-	75	-
2	15:10 (день)	взлет	59	70	-	75	-
3	15:12 (день)	взлет	57	70	-	75	-
4	15:14 (день)	взлет	59	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	61	70	-	75	-
6	15:34 (день)	взлет	56	70	-	75	-
7	15:49 (день)	взлет	61	70	-	75	-
8	16:03 (день)	взлет	55	70	-	75	-
9	16:09 (день)	взлет	53	70	-	75	-
10	16:27 (день)	взлет	56	70	-	75	-
11	16:29 (день)	взлет	57	70	-	75	-
12	16:33 (день)	взлет	60	70	-	75	-
13	16:35 (день)	взлет	58	70	-	75	-
14	16:55 (день)	взлет	60	70	-	75	-
15	17:09 (день)	взлет	61	70	-	75	-
16	17:13 (день)	взлет	60	70	-	75	-
17	17:25 (день)	взлет	63	70	-	75	-
18	17:58 (день)	взлет	60	70	-	75	-
19	18:07 (день)	взлет	72	70	-	75	-
20	18:36 (день)	взлет	60	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
21	18:39 (день)	взлет	60	70	-	75	-
22	18:42 (день)	взлет	56	70	-	75	-
23	18:52 (день)	взлет	62	70	-	75	-
24	18:57 (день)	взлет	58	70	-	75	-
B735			53-60				
1	15:03 (день)	взлет	60	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	53	70	-	75	-
3	17:35 (день)	взлет	58	70	-	75	-
B763			63-67				
1	15:00 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	16:20 (день)	взлет	66	70	-	75	-
3	18:12 (день)	взлет	67	70	-	75	-
B73H			59				
1	17:37 (день)	взлет	59	70	-	75	-
CRJ2			50				
1	15:17 (день)	взлет	50	70	-	75	-
26.06.2020 05:00-07:00							
A319			65-67				
1	05:23 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
2	06:35 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
A320			66-74				
1	05:21 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
2	05:48 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
3	06:10 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
B763			67				
1	05:20 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	06:43 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65

Таблица Б.15 – Результаты проведения мониторинга в точке №15
(Витебский проспект, д.157)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 15:00-19:00							
A319			-				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	16:05 (день)	посадка	-	70	-	75	-
A320			51-76				
1	15:03 (день)	взлет	76	70	-	75	-
2	15:08 (день)	взлет	74	70	-	75	-
3	15:09 (день)	взлет	78	70	-	75	-
4	15:24 (день)	посадка	52	70	-	75	-
5	15:28 (день)	посадка	-	70	-	75	-
6	15:59 (день)	посадка	58	70	-	75	-
7	16:26 (день)	посадка	59	70	-	75	-
8	16:36 (день)	посадка	64	70	-	75	-
9	16:42 (день)	посадка	59	70	-	75	-
10	16:45 (день)	посадка	57	70	-	75	-
11	16:51 (день)	посадка	51	70	-	75	-
12	16:59 (день)	посадка	56	70	-	75	-
13	17:21 (день)	посадка	57	70	-	75	-
14	17:22 (день)	посадка	55	70	-	75	-
15	17:32 (день)	посадка	57	70	-	75	-
16	17:37:(день)	посадка	58	70	-	75	-
17	18:02 (день)	посадка	56	70	-	75	-
18	18:06 (день)	посадка	57	70	-	75	-
19	18:08 (день)	посадка	59	70	-	75	-
20	18:48 (день)	посадка	58	70	-	75	-
21	18:51 (день)	посадка	61	70	-	75	-
22	18:58 (день)	посадка	57	70	-	75	-
B735			58-74				
1	15:11 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	61	70	-	75	-
3	16:02 (день)	посадка	58	70	-	75	-
4	18:15 (день)	посадка	60	70	-	75	-
5	18:18 (день)	посадка	59	70	-	75	-
6	18:38 (день)	посадка	59	70	-	75	-
B763			61-73				
1	15:00 (день)	взлет	73	70	-	75	-
2	18:11 (день)	посадка	61	70	-	75	-
B73H			59				
1	16:22 (день)	посадка	59	70	-	75	-
CRJ2			57-74				
1	15:14 (день)	взлет	74	70	-	75	-
2	17:01(день)	посадка	57	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.06.2020 05:00-07:00							
A319			63-73				
1	05:22 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
2	06:50 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
A320			66-76				
1	05:07 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
2	05:45 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
3	05:55 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
4	06:13 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
B735			65				
1	06:48 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
B763			69-78				
1	05:14 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
2	05:27 (ночь)	взлет	77	-	60	-	65
3	05:36 (ночь)	взлет	78	-	60	-	65
4	06:46 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
CRJ2			57				
1	06:26 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
06.07.2020 15:00-19:00							
A319			64-67				
1	15:51 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	16:01 (день)	взлет	64	70	-	75	-
3	17:26 (день)	взлет	67	70	-	75	-
4	18:37 (день)	взлет	66	70	-	75	-
A320			63-76				
1	15:20 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	15:21 (день)	взлет	67	70	-	75	-
3	15:23 (день)	взлет	69	70	-	75	-
4	15:29 (день)	взлет	65	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	66	70	-	75	-
6	15:49 (день)	взлет	66	70	-	75	-
7	15:53 (день)	взлет	74	70	-	75	-
8	16:04 (день)	взлет	65	70	-	75	-
9	16:11 (день)	взлет	66	70	-	75	-
10	16:21 (день)	взлет	67	70	-	75	-
11	16:22 (день)	взлет	64	70	-	75	-
12	16:29 (день)	взлет	65	70	-	75	-
13	16:31 (день)	взлет	65	70	-	75	-
14	16:32(день)	взлет	65	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
15	16:34 (день)	взлет	65	70	-	75	-
16	16:59 (день)	взлет	67	70	-	75	-
17	17:00 (день)	взлет	67	70	-	75	-
18	17:08 (день)	взлет	76	70	-	75	-
19	17:15 (день)	взлет	66	70	-	75	-
20	17:17 (день)	взлет	66	70	-	75	-
21	17:58 (день)	взлет	65	70	-	75	-
22	18:00 (день)	взлет	65	70	-	75	-
23	18:08 (день)	взлет	66	70	-	75	-
24	18:15 (день)	взлет	67	70	-	75	-
25	18:45 (день)	взлет	66	70	-	75	-
26	18:55 (день)	взлет	63	70	-	75	-
B735			65-67				
1	15:30 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	16:19 (день)	взлет	67	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	66	70	-	75	-
B763			71-72				
1	15:09 (день)	взлет	71	70	-	75	-
2	15:26 (день)	взлет	72	70	-	75	
3	16:43 (день)	взлет	71	70	-	75	-
B73H			63-68				
1	15:36 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	17:36 (день)	взлет	68	70	-	75	-
CRJ2			57-59				
1	15:16 (день)	взлет	59	70	-	75	-
2	16:37 (день)	взлет	57	70	-	75	-
06.07.2020 23:00-07:00							
A319			60				
1	23:04 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
2	00:59 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
A320			61-72				
1	23:26 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
2	23:39 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
3	23:44 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
4	23:53(ночь)	взлет	71	-	60	-	65
5	00:04 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
6	00:18 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
7	00:26 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
8	00:31(ночь)	взлет	70	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
9	00:44 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
В763			63-71				
1	23:21 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
2	00:19 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65

Таблица Б.16 – Результаты проведения мониторинга в точке №16 (Петербургское ш.)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 15:00-19:00							
A319			79				
1	16:05 (день)	посадка	79	70	-	75	-
A320			64-80				
1	15:03 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	15:08 (день)	взлет	64	70	-	75	-
3	15:09 (день)	взлет	72	70	-	75	-
4	15:24 (день)	посадка	72	70	-	75	-
5	15:28 (день)	посадка	80	70	-	75	-
6	15:59 (день)	посадка	77	70	-	75	-
7	16:26 (день)	посадка	80	70	-	75	-
8	16:36 (день)	посадка	80	70	-	75	-
9	16:42 (день)	посадка	80	70	-	75	-
10	16:45 (день)	посадка	79	70	-	75	-
11	16:51 (день)	посадка	80	70	-	75	-
12	16:59 (день)	посадка	80	70	-	75	-
13	17:21 (день)	посадка	80	70	-	75	-
14	17:22 (день)	посадка	79	70	-	75	-
15	17:32 (день)	посадка	79	70	-	75	-
16	17:37:(день)	посадка	79	70	-	75	-
17	18:02 (день)	посадка	81	70	-	75	-
18	18:06 (день)	посадка	80	70	-	75	-
19	18:08 (день)	посадка	80	70	-	75	-
20	18:48 (день)	посадка	80	70	-	75	-
21	18:51 (день)	посадка	79	70	-	75	-
22	18:58 (день)	посадка	80	70	-	75	-
B735			69-83				
1	15:11 (день)	взлет	69	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	15:45 (день)	посадка	81	70	-	75	-
3	16:02 (день)	посадка	83	70	-	75	-
4	18:15 (день)	посадка	81	70	-	75	-
5	18:18 (день)	посадка	83	70	-	75	-
6	18:38 (день)	посадка	79	70	-	75	-
B763			69-81				
1	15:00 (день)	взлет	69	70	-	75	-
2	18:11 (день)	посадка	81	70	-	75	-
B73H			79				
1	16:22 (день)	посадка	79	70	-	75	-
CRJ2			69-76				
1	15:14 (день)	взлет	69	70	-	75	-
2	17:01(день)	посадка	76	70	-	75	-
24.06.2020 05:00-07:00							
A319			63-77				
1	05:22 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
2	06:50 (ночь)	взлет	77	-	60	-	65
A320			59-76				
1	05:07 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
2	05:45 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
3	05:55 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
4	06:13 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
B735			79				
1	06:48 (ночь)	взлет	79	-	60	-	65
B763			55-68				
1	05:14 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
2	05:27 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
3	05:36 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
4	06:46 (ночь)	взлет	55	-	60	-	65
CRJ2			65				
1	06:26 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
06.07.2020 15:00-19:00							
A319			74-77				
1	15:51 (день)	взлет	77	70	-	75	-
2	16:01 (день)	взлет	74	70	-	75	-
3	17:26 (день)	взлет	76	70	-	75	-
4	18:37 (день)	взлет	77	70	-	75	-
A320			74-80				
1	15:20 (день)	взлет	79	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	15:21 (день)	взлет	77	70	-	75	-
3	15:23 (день)	взлет	80	70	-	75	-
4	15:29 (день)	взлет	76	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	76	70	-	75	-
6	15:49 (день)	взлет	78	70	-	75	-
7	15:53 (день)	взлет	76	70	-	75	-
8	16:04 (день)	взлет	77	70	-	75	-
9	16:11 (день)	взлет	77	70	-	75	-
10	16:21 (день)	взлет	75	70	-	75	-
11	16:22 (день)	взлет	79	70	-	75	-
12	16:29 (день)	взлет	79	70	-	75	-
13	16:31 (день)	взлет	78	70	-	75	-
14	16:32(день)	взлет	78	70	-	75	-
15	16:34 (день)	взлет	76	70	-	75	-
16	16:59 (день)	взлет	80	70	-	75	-
17	17:00 (день)	взлет	78	70	-	75	-
18	17:08 (день)	взлет	74	70	-	75	-
19	17:15 (день)	взлет	78	70	-	75	-
20	17:17 (день)	взлет	74	70	-	75	-
21	17:58 (день)	взлет	75	70	-	75	-
22	18:00 (день)	взлет	77	70	-	75	-
23	18:08 (день)	взлет	76	70	-	75	-
24	18:15 (день)	взлет	80	70	-	75	-
25	18:45 (день)	взлет	79	70	-	75	-
26	18:55 (день)	взлет	79	70	-	75	-
B735			78-80				
1	15:30 (день)	взлет	78	70	-	75	-
2	16:19 (день)	взлет	80	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	78	70	-	75	-
B763			77-82				
1	15:09 (день)	взлет	82	70	-	75	-
2	15:26 (день)	взлет	78	70	-	75	
3	16:43 (день)	взлет	77	70	-	75	-
B73H			81-82				
1	15:36 (день)	взлет	82	70	-	75	-
2	17:36 (день)	взлет	81	70	-	75	-
CRJ2			68				
1	15:16 (день)	взлет	68	70	-	75	-
2	16:37 (день)	взлет	68	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
06.07.2020 23:00-07:00							
A319			76-78				
1	23:04 (ночь)	взлет	76	-	60	-	65
2	00:59 (ночь)	взлет	78	-	60	-	65
A320			72-78				
1	23:26 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
2	23:39 (ночь)	взлет	78	-	60	-	65
3	23:44 (ночь)	взлет	77	-	60	-	65
4	23:53(ночь)	взлет	76	-	60	-	65
5	00:04 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
6	00:18 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
7	00:26 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
8	00:31(ночь)	взлет	72	-	60	-	65
9	00:44 (ночь)	взлет	74	-	60	-	65
B763			78-79				
1	23:21 (ночь)	взлет	78	-	60	-	65
2	00:19 (ночь)	взлет	79	-	60	-	65

Таблица Б.17 – Результаты проведения мониторинга в точке №17
(г. Пушкин, Детскосельский бульвар, д.10)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 15:00-19:00							
A319			50				
1	16:05 (день)	посадка	50	70	-	75	-
A320			50-62				
1	15:03 (день)	взлет	56	70	-	75	-
2	15:08 (день)	взлет	62	70	-	75	-
3	15:09 (день)	взлет	-	70	-	75	-
4	15:24 (день)	посадка	-	70	-	75	-
5	15:28 (день)	посадка	-	70	-	75	-
6	15:59 (день)	посадка	-	70	-	75	-
7	16:26 (день)	посадка	-	70	-	75	-
8	16:36 (день)	посадка	-	70	-	75	-
9	16:42 (день)	посадка	-	70	-	75	-
10	16:45 (день)	посадка	-	70	-	75	-
11	16:51 (день)	посадка	-	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
12	16:59 (день)	посадка	-	70	-	75	-
13	17:21 (день)	посадка	-	70	-	75	-
14	17:22 (день)	посадка	-	70	-	75	-
15	17:32 (день)	посадка	-	70	-	75	-
16	17:37:(день)	посадка	51	70	-	75	-
17	18:02 (день)	посадка	-	70	-	75	-
18	18:06 (день)	посадка	-	70	-	75	-
19	18:08 (день)	посадка	-	70	-	75	-
20	18:48 (день)	посадка	-	70	-	75	-
21	18:51 (день)	посадка	-	70	-	75	-
22	18:58 (день)	посадка	50	70	-	75	-
B735			50-66				
1	15:11 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	50	70	-	75	-
3	16:02 (день)	посадка	52	70	-	75	-
4	18:15 (день)	посадка	-	70	-	75	-
5	18:18 (день)	посадка	-	70	-	75	-
6	18:38 (день)	посадка	51	70	-	75	-
B763			51-56				
1	15:00 (день)	взлет	56	70	-	75	-
2	18:11 (день)	посадка	51	70	-	75	-
B73H			-				
1	16:22 (день)	посадка	-	70	-	75	-
CRJ2			52-66				
1	15:14 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	17:01(день)	посадка	52	70	-	75	-
24.06.2020 05:00-07:00							
A319			57-61				
1	05:22 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
2	06:50 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
A320			48-67				
1	05:07 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	05:45 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
3	05:55 (ночь)	взлет	48	-	60	-	65
4	06:13 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
B735			68				
1	06:48 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
B763			52-71				
1	05:14 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	05:27 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
3	05:36 (ночь)	взлет	52	-	60	-	65
4	06:46 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
CRJ2			49				
1	06:26 (ночь)	взлет	49	-	60	-	65
06.07.2020 15:00-19:00							
A319			57-67				
1	15:51 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	16:01 (день)	взлет	57	70	-	75	-
3	17:26 (день)	взлет	67	70	-	75	-
4	18:37 (день)	взлет	65	70	-	75	-
A320			50-90				
1	15:20 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	15:21 (день)	взлет	53	70	-	75	-
3	15:23 (день)	взлет	58	70	-	75	-
4	15:29 (день)	взлет	55	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	64	70	-	75	-
6	15:49 (день)	взлет	56	70	-	75	-
7	15:53 (день)	взлет	50	70	-	75	-
8	16:04 (день)	взлет	59	70	-	75	-
9	16:11 (день)	взлет	58	70	-	75	-
10	16:21 (день)	взлет	52	70	-	75	-
11	16:22 (день)	взлет	59	70	-	75	-
12	16:29 (день)	взлет	60	70	-	75	-
13	16:31 (день)	взлет	60	70	-	75	-
14	16:32(день)	взлет	59	70	-	75	-
15	16:34 (день)	взлет	60	70	-	75	-
16	16:59 (день)	взлет	57	70	-	75	-
17	17:00 (день)	взлет	63	70	-	75	-
18	17:08 (день)	взлет	50	70	-	75	-
19	17:15 (день)	взлет	58	70	-	75	-
20	17:17 (день)	взлет	68	70	-	75	-
21	17:58 (день)	взлет	65	70	-	75	-
22	18:00 (день)	взлет	63	70	-	75	-
23	18:08 (день)	взлет	64	70	-	75	-
24	18:15 (день)	взлет	67	70	-	75	-
25	18:45 (день)	взлет	58	70	-	75	-
26	18:55 (день)	взлет	58	70	-	75	-
B735			54-65				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	15:30 (день)	взлет	54	70	-	75	-
2	16:19 (день)	взлет	65	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	60	70	-	75	-
B763			61-70				
1	15:09 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	15:26 (день)	взлет	70	70	-	75	
3	16:43 (день)	взлет	61	70	-	75	-
B73H			54-58				
1	15:36 (день)	взлет	54	70	-	75	-
2	17:36 (день)	взлет	58	70	-	75	-
CRJ2			46-49				
1	15:16 (день)	взлет	46	70	-	75	-
2	16:37 (день)	взлет	49	70	-	75	-
06.07.2020 23:00-07:00							
A319			67-72				
1	23:04 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
2	00:59 (ночь)	взлет	72	-	60	-	65
A320			66-74				
1	23:26 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65
2	23:39 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
3	23:44 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
4	23:53(ночь)	взлет	74	-	60	-	65
5	00:04 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
6	00:18 (ночь)	взлет	71	-	60	-	65
7	00:26 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65
8	00:31(ночь)	взлет	71	-	60	-	65
9	00:44 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
B763			70-73				
1	23:21 (ночь)	взлет	73	-	60	-	65
2	00:19 (ночь)	взлет	70	-	60	-	65

Таблица Б.18 – Результаты проведения мониторинга в точке №18
(пос. Ленсоветовский, д.25)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
22.06.2020 15:00-19:00							
A319			66				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	16:05 (день)	посадка	66	70	-	75	-
A320			54-71				
1	15:03 (день)	взлет	60	70	-	75	-
2	15:08 (день)	взлет	56	70	-	75	-
3	15:09 (день)	взлет	67	70	-	75	-
4	15:24 (день)	посадка	54	70	-	75	-
5	15:28 (день)	посадка	67	70	-	75	-
6	15:59 (день)	посадка	65	70	-	75	-
7	16:26 (день)	посадка	67	70	-	75	-
8	16:36 (день)	посадка	66	70	-	75	-
9	16:42 (день)	посадка	68	70	-	75	-
10	16:45 (день)	посадка	71	70	-	75	-
11	16:51 (день)	посадка	69	70	-	75	-
12	16:59 (день)	посадка	68	70	-	75	-
13	17:21 (день)	посадка	68	70	-	75	-
14	17:22 (день)	посадка	68	70	-	75	-
15	17:32 (день)	посадка	67	70	-	75	-
16	17:37:(день)	посадка	68	70	-	75	-
17	18:02 (день)	посадка	68	70	-	75	-
18	18:06 (день)	посадка	70	70	-	75	-
19	18:08 (день)	посадка	67	70	-	75	-
20	18:48 (день)	посадка	68	70	-	75	-
21	18:51 (день)	посадка	66	70	-	75	-
22	18:58 (день)	посадка	68	70	-	75	-
B735			62-71				
1	15:11 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	71	70	-	75	-
3	16:02 (день)	посадка	68	70	-	75	-
4	18:15 (день)	посадка	68	70	-	75	-
5	18:18 (день)	посадка	70	70	-	75	-
6	18:38 (день)	посадка	68	70	-	75	-
B763			70-74				
1	15:00 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	18:11 (день)	посадка	74	70	-	75	-
B73H			70				
1	16:22 (день)	посадка	70	70	-	75	-
CRJ2			65-67				
1	15:14 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	17:01(день)	посадка	65	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.06.2020 05:00-07:00							
A319			48-66				
1	05:22 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
2	06:50 (ночь)	взлет	48	-	60	-	65
A320			50-62				
1	05:07 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
2	05:45 (ночь)	взлет	52	-	60	-	65
3	05:55 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
4	06:13 (ночь)	взлет	50	-	60	-	65
B735			51				
1	06:48 (ночь)	взлет	51	-	60	-	65
B763			61-69				
1	05:14 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
2	05:27 (ночь)	взлет	69	-	60	-	65
3	05:36 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
4	06:46 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
CRJ2			58				
1	06:26 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65
06.07.2020 15:00-19:00							
A319			62-70				
1	15:51 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	16:01 (день)	взлет	68	70	-	75	-
3	17:26 (день)	взлет	69	70	-	75	-
4	18:37 (день)	взлет	62	70	-	75	-
A320			56-73				
1	15:20 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	15:21 (день)	взлет	62	70	-	75	-
3	15:23 (день)	взлет	69	70	-	75	-
4	15:29 (день)	взлет	68	70	-	75	-
5	15:32 (день)	взлет	72	70	-	75	-
6	15:49 (день)	взлет	67	70	-	75	-
7	15:53 (день)	взлет	57	70	-	75	-
8	16:04 (день)	взлет	65	70	-	75	-
9	16:11 (день)	взлет	69	70	-	75	-
10	16:21 (день)	взлет	61	70	-	75	-
11	16:22 (день)	взлет	69	70	-	75	-
12	16:29 (день)	взлет	68	70	-	75	-
13	16:31 (день)	взлет	70	70	-	75	-
14	16:32(день)	взлет	67	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
15	16:34 (день)	взлет	68	70	-	75	-
16	16:59 (день)	взлет	68	70	-	75	-
17	17:00 (день)	взлет	70	70	-	75	-
18	17:08 (день)	взлет	56	70	-	75	-
19	17:15 (день)	взлет	69	70	-	75	-
20	17:17 (день)	взлет	70	70	-	75	-
21	17:58 (день)	взлет	69	70	-	75	-
22	18:00 (день)	взлет	73	70	-	75	-
23	18:08 (день)	взлет	67	70	-	75	-
24	18:15 (день)	взлет	71	70	-	75	-
25	18:45 (день)	взлет	69	70	-	75	-
26	18:55 (день)	взлет	66	70	-	75	-
B735			64-68				
1	15:30 (день)	взлет	64	70	-	75	-
2	16:19 (день)	взлет	68	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	68	70	-	75	-
B763			68-72				
1	15:09 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	15:26 (день)	взлет	72	70	-	75	
3	16:43 (день)	взлет	68	70	-	75	-
B73H			68-69				
1	15:36 (день)	взлет	68	70	-	75	-
2	17:36 (день)	взлет	69	70	-	75	-
CRJ2			49-59				
1	15:16 (день)	взлет	49	70	-	75	-
2	16:37 (день)	взлет	59	70	-	75	-
06.07.2020 23:00-01:00							
A319			58-59				
1	23:04 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65
2	00:59 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
A320			57-66				
1	23:26 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
2	23:39 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
3	23:44 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
4	23:53(ночь)	взлет	60	-	60	-	65
5	00:04 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65
6	00:18 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
7	00:26 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
8	00:31(ночь)	взлет	59	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
9	00:44 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
В763			52-66				
1	23:21 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
2	00:19 (ночь)	взлет	52	-	60	-	65

Таблица Б.19 – Результаты проведения мониторинга в точке №19
(г. Петергоф, Ропшинское шоссе, д. 10)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18.04.2022 15:00-19:00							
A319			51-60				
1	15:08 (день)	посадка	59	70	-	75	-
2	16:20 (день)	посадка	60	70	-	75	-
3	16:48 (день)	посадка	54	70	-	75	-
4	16:53 (день)	посадка	59	70	-	75	-
5	16:57 (день)	посадка	60	70	-	75	-
6	18:02 (день)	посадка	51	70	-	75	-
7	18:20 (день)	посадка	59	70	-	75	-
A320			55-60				
1	15:18 (день)	посадка	60	70	-	75	-
2	15:28 (день)	посадка	55	70	-	75	-
3	16:29 (день)	посадка	62	70	-	75	-
4	17:16 (день)	посадка	59	70	-	75	-
5	18:56 (день)	посадка	60	70	-	75	-
A321			55-62				
1	16:31 (день)	посадка	61	70	-	75	-
2	16:58 (день)	посадка	56	70	-	75	-
3	17:36 (день)	посадка	55	70	-	75	-
4	18:26 (день)	посадка	62	70	-	75	-
B735			58-60				
1	16:01 (день)	посадка	58	70	-	75	-
2	18:09 (день)	посадка	60	70	-	75	-
B73H			56-60				
1	15:27 (день)	посадка	56	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	60	70	-	75	-
3	18:47 (день)	посадка	56	70	-	75	-
04.05.2020 05:00-07:00							
A319			59-68				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	05:23 (ночь)	посадка	64	-	60	-	65
2	05:38 (ночь)	посадка	62	-	60	-	65
3	05:42 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
4	05:53 (ночь)	посадка	59	-	60	-	65
5	05:59 (ночь)	посадка	60	-	60	-	65
6	06:06 (ночь)	посадка	60	-	60	-	65
7	06:12 (ночь)	посадка	62	-	60	-	65
8	06:18 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
9	06:22 (ночь)	посадка	61	-	60	-	65
10	06:25 (ночь)	посадка	68	-	60	-	65
11	06:37 (ночь)	посадка	66	-	60	-	65
12	06:41 (ночь)	посадка	62	-	60	-	65
13	06:57 (ночь)	посадка	65	-	60	-	65
A320			62-66				
1	06:15 (ночь)	посадка	62	-	60	-	65
2	07:00 (ночь)	посадка	66	-	60	-	65
B735			65				
1	06:55 (ночь)	посадка	65	-	60	-	65
28.04.2022 05:00-07:00							
A319			56-61				
1	05:24 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	06:22 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
3	06:56 (ночь)	взлет	56	-	60	-	65
A320			53-58				
1	05:16 (ночь)	взлет	53	-	60	-	65
2	05:53 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65
A321			59-60				
1	05:56 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
2	06:30 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
B735			51				
1	05:42 (ночь)	взлет	51	-	60	-	65
B738			57-60				
1	05:05 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	05:14 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
3	06:11 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
B73H			61				
1	06:06 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65

Таблица Б.21 – Результаты проведения мониторинга в точке №21
(д. Верхняя Колония, д. 35а)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.04.2022 15:00-19:00							
A319			51-65				
1	15:13 (день)	взлет	61	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	63	70	-	75	-
3	16:16 (день)	взлет	59	70	-	75	-
4	16:18 (день)	взлет	62	70	-	75	-
5	16:26 (день)	взлет	63	70	-	75	-
6	16:28 (день)	взлет	59	70	-	75	-
7	16:33 (день)	взлет	65	70	-	75	-
8	16:45 (день)	взлет	59	70	-	75	-
9	16:51 (день)	взлет	62	70	-	75	-
10	17:03 (день)	взлет	61	70	-	75	-
11	17:49 (день)	взлет	60	70	-	75	-
12	18:02 (день)	взлет	51	70	-	75	-
13	18:25 (день)	взлет	63	70	-	75	-
14	18:42 (день)	взлет	63	70	-	75	-
A320			56-64				
1	15:36 (день)	взлет	56	70	-	75	-
2	15:48 (день)	взлет	64	70	-	75	-
3	16:39 (день)	взлет	60	70	-	75	-
4	17:50 (день)	взлет	63	70	-	75	-
5	18:07 (день)	взлет	62	70	-	75	-
6	18:14 (день)	взлет	61	70	-	75	-
A321			60-65				
1	15:07 (день)	взлет	60	70	-	75	-
2	15:59 (день)	взлет	65	70	-	75	-
3	16:34 (день)	взлет	65	70	-	75	-
4	18:18 (день)	взлет	65	70	-	75	-
B735			63-69				
1	15:11 (день)	взлет	63	70	-	75	-
2	16:00 (день)	взлет	65	70	-	75	-
3	16:09 (день)	взлет	69	70	-	75	-
B738			60-63				
1	15:03 (день)	взлет	60	70	-	75	-
2	15:09 (день)	взлет	63	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	61	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
В73Н			62-66				
1	15:43 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	17:20 (день)	взлет	62	70	-	75	-
11.05.2022 23:00-01:00							
А319			60-66				
1	23:03 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
2	23:07 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
3	23:15 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
4	23:32 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
5	23:47 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
6	00:02 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
7	00:14 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
8	00:16 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
9	00:46 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
10	00:55 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
11	00:58 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
А320			61				
1	23:40 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
А321			60				
1	23:48 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
В735			63				
1	23:35 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65

Таблица Б.22 – Результаты проведения мониторинга в точке №22
(д. Ольгино, ул. Полевая)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18.04.2022 15:00-19:00							
A319			54-69				
1	15:08 (день)	посадка	68	70	-	75	-
2	16:20 (день)	посадка	68	70	-	75	-
3	16:48 (день)	посадка	66	70	-	75	-
4	16:53 (день)	посадка	67	70	-	75	-
5	16:57 (день)	посадка	69	70	-	75	-
6	18:02 (день)	посадка	54	70	-	75	-
7	18:20 (день)	посадка	67	70	-	75	-
A320			61-68				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	15:18 (день)	посадка	68	70	-	75	-
2	15:28 (день)	посадка	61	70	-	75	-
3	16:29 (день)	посадка	67	70	-	75	-
4	17:16 (день)	посадка	67	70	-	75	-
5	18:56 (день)	посадка	67	70	-	75	-
A321			57-68				
1	16:31 (день)	посадка	68	70	-	75	-
2	16:58 (день)	посадка	57	70	-	75	-
3	17:36 (день)	посадка	63	70	-	75	-
4	18:26 (день)	посадка	67	70	-	75	-
B735			64-65				
1	16:01 (день)	посадка	64	70	-	75	-
2	18:09 (день)	посадка	65	70	-	75	-
B73H			64-66				
1	15:27 (день)	посадка	66	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	66	70	-	75	-
3	18:47 (день)	посадка	64	70	-	75	-
04.05.2022 05:00-07:00							
A319			66-73				
1	05:23 (ночь)	посадка	70	-	60	-	65
2	05:38 (ночь)	посадка	69	-	60	-	65
3	05:42 (ночь)	посадка	69	-	60	-	65
4	05:53 (ночь)	посадка	66	-	60	-	65
5	05:59 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
6	06:06 (ночь)	посадка	66	-	60	-	65
7	06:12 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
8	06:18 (ночь)	посадка	70	-	60	-	65
9	06:22 (ночь)	посадка	72	-	60	-	65
10	06:25 (ночь)	посадка	73	-	60	-	65
11	06:37 (ночь)	посадка	68	-	60	-	65
12	06:41 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
13	06:57 (ночь)	посадка	69	-	60	-	65
A320			67-70				
1	06:15 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
2	07:00 (ночь)	посадка	70	-	60	-	65
B735			68				
1	06:55 (ночь)	посадка	68	-	60	-	65
28.04.2022 05:00-07:00							
A319			52-61				
1	05:24 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	06:22 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
3	06:56 (ночь)	взлет	52	-	60	-	65
A320			55-56				
1	05:16 (ночь)	взлет	55	-	60	-	65
2	05:53 (ночь)	взлет	56	-	60	-	65
A321			57-62				
1	05:56 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
2	06:30 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
B735			53				
1	05:42 (ночь)	взлет	53	-	60	-	65
B738			56-59				
1	05:05 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	05:14 (ночь)	взлет	56	-	60	-	65
3	06:11 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
B73H			63				
1	06:06 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65

Таблица Б.23 – Результаты проведения мониторинга в точке №23
(пос. Стрельна, ул. Нижняя Колония)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.04.2022 15:00-19:00							
A319			56-69				
1	15:13 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	67	70	-	75	-
3	16:16 (день)	взлет	64	70	-	75	-
4	16:18 (день)	взлет	62	70	-	75	-
5	16:26 (день)	взлет	67	70	-	75	-
6	16:28 (день)	взлет	63	70	-	75	-
7	16:33 (день)	взлет	64	70	-	75	-
8	16:45 (день)	взлет	66	70	-	75	-
9	16:51 (день)	взлет	67	70	-	75	-
10	17:03 (день)	взлет	69	70	-	75	-
11	17:49 (день)	взлет	67	70	-	75	-
12	18:02 (день)	взлет	56	70	-	75	-
13	18:25 (день)	взлет	68	70	-	75	-
14	18:42 (день)	взлет	67	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A320			59-69				
1	15:36 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	15:48 (день)	взлет	69	70	-	75	-
3	16:39 (день)	взлет	59	70	-	75	-
4	17:50 (день)	взлет	68	70	-	75	-
5	18:07 (день)	взлет	67	70	-	75	-
6	18:14 (день)	взлет	69	70	-	75	-
A321			57-70				
1	15:07 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	15:59 (день)	взлет	57	70	-	75	-
3	16:34 (день)	взлет	70	70	-	75	-
4	18:18 (день)	взлет	61	70	-	75	-
B735			66-71				
1	15:11 (день)	взлет	69	70	-	75	-
2	16:00 (день)	взлет	71	70	-	75	-
3	16:09 (день)	взлет	66	70	-	75	-
B738			66-70				
1	15:03 (день)	взлет	66	70	-	75	-
2	15:09 (день)	взлет	68	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	70	70	-	75	-
B73H			67-70				
1	15:43 (день)	взлет	70	70	-	75	-
2	17:20 (день)	взлет	67	70	-	75	-
11.05.2022 23:00-01:00							
A319			61-67				
1	23:03 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
2	23:07 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
3	23:15 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
4	23:32 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
5	23:47 (ночь)	взлет	66	-	60	-	65
6	00:02 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
7	00:14 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
8	00:16 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
9	00:46 (ночь)	взлет	67	-	60	-	65
10	00:55 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
11	00:58 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
A320			64				
1	23:40 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
A321			63				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	23:48 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
В735			68				
1	23:35 (ночь)	взлет	68	-	60	-	65

Таблица Б.24 – Результаты проведения мониторинга в точке №24
(г. Петергоф, Озерковая ул., д. 39)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18.04.2022 15:00-19:00							
A319			55				
1	15:08 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	16:20 (день)	посадка	-	70	-	75	-
3	16:48 (день)	посадка	55	70	-	75	-
4	16:53 (день)	посадка	-	70	-	75	-
5	16:57 (день)	посадка	-	70	-	75	-
6	18:02 (день)	посадка	55	70	-	75	-
7	18:20 (день)	посадка	-	70	-	75	-
A320			50				
1	15:18 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	15:28 (день)	посадка	50	70	-	75	-
3	16:29 (день)	посадка	-	70	-	75	-
4	17:16 (день)	посадка	-	70	-	75	-
5	18:56 (день)	посадка	-	70	-	75	-
A321			52-57				
1	16:31 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	16:58 (день)	посадка	52	70	-	75	-
3	17:36 (день)	посадка	-	70	-	75	-
4	18:26 (день)	посадка	57	70	-	75	-
B735			-				
1	16:01 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	18:09 (день)	посадка	-	70	-	75	-
B73H			50-51				
1	15:27 (день)	посадка	51	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	-	70	-	75	-
3	18:47 (день)	посадка	50	70	-	75	-
04.05.2022 05:00-07:00							
A319			46-72				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{A_{\max}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	05:23 (ночь)	посадка	46	-	60	-	65
2	05:38 (ночь)	посадка	46	-	60	-	65
3	05:42 (ночь)	посадка	61	-	60	-	65
4	05:53 (ночь)	посадка	47	-	60	-	65
5	05:59 (ночь)	посадка	59	-	60	-	65
6	06:06 (ночь)	посадка	70	-	60	-	65
7	06:12 (ночь)	посадка	72	-	60	-	65
8	06:18 (ночь)	посадка	66	-	60	-	65
9	06:22 (ночь)	посадка	58	-	60	-	65
10	06:25 (ночь)	посадка	63	-	60	-	65
11	06:37 (ночь)	посадка	69	-	60	-	65
12	06:41 (ночь)	посадка	71	-	60	-	65
13	06:57 (ночь)	посадка	70	-	60	-	65
A320			69				
1	06:15 (ночь)	посадка	-	-	60	-	65
2	07:00 (ночь)	посадка	69	-	60	-	65
B735			-				
1	06:55 (ночь)	посадка	-	-	60	-	65
28.04.2022 05:00-07:00							
A319			54				
1	05:24 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	06:22 (ночь)	взлет	54	-	60	-	65
3	06:56 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
A320			48				
1	05:16 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	05:53 (ночь)	взлет	48	-	60	-	65
A321			52-54				
1	05:56 (ночь)	взлет	52	-	60	-	65
2	06:30 (ночь)	взлет	54	-	60	-	65
B735			48				
1	05:42 (ночь)	взлет	48	-	60	-	65
B738			49-51				
1	05:05 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	05:14 (ночь)	взлет	49	-	60	-	65
3	06:11 (ночь)	взлет	51	-	60	-	65
B73H			54				
1	06:06 (ночь)	взлет	54	-	60	-	65

Таблица Б.25 – Результаты проведения мониторинга в точке №25
(пос. Стрельна, ж/д станция «Стрельна»)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	L _{Амакс} , дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.04.2022 15:00-19:00							
A319			63-69				
1	15:13 (день)	взлет	68	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	66	70	-	75	-
3	16:16 (день)	взлет	63	70	-	75	-
4	16:18 (день)	взлет	63	70	-	75	-
5	16:26 (день)	взлет	68	70	-	75	-
6	16:28 (день)	взлет	69	70	-	75	-
7	16:33 (день)	взлет	67	70	-	75	-
8	16:45 (день)	взлет	65	70	-	75	-
9	16:51 (день)	взлет	66	70	-	75	-
10	17:03 (день)	взлет	67	70	-	75	-
11	17:49 (день)	взлет	67	70	-	75	-
12	18:02 (день)	взлет	60	70	-	75	-
13	18:25 (день)	взлет	68	70	-	75	-
14	18:42 (день)	взлет	68	70	-	75	-
A320			65-70				
1	15:36 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	15:48 (день)	взлет	68	70	-	75	-
3	16:39 (день)	взлет	58	70	-	75	-
4	17:50 (день)	взлет	67	70	-	75	-
5	18:07 (день)	взлет	70	70	-	75	-
6	18:14 (день)	взлет	65	70	-	75	-
A321			60-67				
1	15:07 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	15:59 (день)	взлет	60	70	-	75	-
3	16:34 (день)	взлет	67	70	-	75	-
4	18:18 (день)	взлет	64	70	-	75	-
B735			68				
1	15:11 (день)	взлет	68	70	-	75	-
2	16:00 (день)	взлет	68	70	-	75	-
3	16:09 (день)	взлет	68	70	-	75	-
B738			65-69				
1	15:03 (день)	взлет	65	70	-	75	-
2	15:09 (день)	взлет	67	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	69	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
В73Н			67-68				
1	15:43 (день)	взлет	67	70	-	75	-
2	17:20 (день)	взлет	68	70	-	75	-
11.05.2022 23:00-01:00							
A319			54-65				
1	23:03 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
2	23:07 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
3	23:15 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
4	23:32 (ночь)	взлет	61	-	60	-	65
5	23:47 (ночь)	взлет	60	-	60	-	65
6	00:02 (ночь)	взлет	62	-	60	-	65
7	00:14 (ночь)	взлет	54	-	60	-	65
8	00:16 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
9	00:46 (ночь)	взлет	63	-	60	-	65
10	00:55 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
11	00:58 (ночь)	взлет	65	-	60	-	65
A320			56				
1	23:40 (ночь)	взлет	56	-	60	-	65
A321			59				
1	23:48 (ночь)	взлет	59	-	60	-	65
В735			58				
1	23:35 (ночь)	взлет	58	-	60	-	65

Таблица Б.26 – Результаты проведения мониторинга в точке №26
(г. Петергоф, ул. Шахматова, д. 2к2)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
18.04.2022 15:00-19:00							
A319			39-51				
1	15:08 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	16:20 (день)	посадка	39	70	-	75	-
3	16:48 (день)	посадка	51	70	-	75	-
4	16:53 (день)	посадка	44	70	-	75	-
5	16:57 (день)	посадка	-	70	-	75	-
6	18:02 (день)	посадка	51	70	-	75	-
7	18:20 (день)	посадка	41	70	-	75	-
A320			40-48				

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
1	15:18 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	15:28 (день)	посадка	40	70	-	75	-
3	16:29 (день)	посадка	48	70	-	75	-
4	17:16 (день)	посадка	-	70	-	75	-
5	18:56 (день)	посадка	47	70	-	75	-
A321			40-47				
1	16:31 (день)	посадка	-	70	-	75	-
2	16:58 (день)	посадка	47	70	-	75	-
3	17:36 (день)	посадка	42	70	-	75	-
4	18:26 (день)	посадка	40	70	-	75	-
B735			42-46				
1	16:01 (день)	посадка	42	70	-	75	-
2	18:09 (день)	посадка	46	70	-	75	-
B73H			40-51				
1	15:27 (день)	посадка	41	70	-	75	-
2	15:45 (день)	посадка	40	70	-	75	-
3	18:47 (день)	посадка	51	70	-	75	-
04.05.2022 05:00-07:00							
A319			46-74				
1	05:23 (ночь)	посадка	48	-	60	-	65
2	05:38 (ночь)	посадка	46	-	60	-	65
3	05:42 (ночь)	посадка	64	-	60	-	65
4	05:53 (ночь)	посадка	49	-	60	-	65
5	05:59 (ночь)	посадка	67	-	60	-	65
6	06:06 (ночь)	посадка	55	-	60	-	65
7	06:12 (ночь)	посадка	54	-	60	-	65
8	06:18 (ночь)	посадка	59	-	60	-	65
9	06:22 (ночь)	посадка	74	-	60	-	65
10	06:25 (ночь)	посадка	70	-	60	-	65
11	06:37 (ночь)	посадка	55	-	60	-	65
12	06:41 (ночь)	посадка	57	-	60	-	65
13	06:57 (ночь)	посадка	58	-	60	-	65
A320			57				
1	06:15 (ночь)	посадка	-	-	60	-	65
2	07:00 (ночь)	посадка	57	-	60	-	65
B735			-				
1	06:55 (ночь)	посадка	-	-	60	-	65
28.04.2022 05:00-07:00							
A319			50				
1	05:24 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СанПиН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
2	06:22 (ночь)	взлет	50	-	60	-	65
3	06:56 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
A320			50				
1	05:16 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	05:53 (ночь)	взлет	50	-	60	-	65
A321			47-50				
1	05:56 (ночь)	взлет	50	-	60	-	65
2	06:30 (ночь)	взлет	47	-	60	-	65
B735			47				
1	05:42 (ночь)	взлет	47	-	60	-	65
B738			47				
1	05:05 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
2	05:14 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
3	06:11 (ночь)	взлет	47	-	60	-	65
B73H			51				
1	06:06 (ночь)	взлет	51	-	60	-	65

Таблица Б.26 – Результаты проведения мониторинга в точке №26
(г. Петергоф, ул. Шахматова, д. 2к2)

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
24.04.2022 15:00-19:00							
A319			51-63				
1	15:13 (день)	взлет	60	70	-	75	-
2	16:04 (день)	взлет	55	70	-	75	-
3	16:16 (день)	взлет	52	70	-	75	-
4	16:18 (день)	взлет	63	70	-	75	-
5	16:26 (день)	взлет	51	70	-	75	-
6	16:28 (день)	взлет	58	70	-	75	-
7	16:33 (день)	взлет	63	70	-	75	-
8	16:45 (день)	взлет	54	70	-	75	-
9	16:51 (день)	взлет	57	70	-	75	-
10	17:03 (день)	взлет	-	70	-	75	-
11	17:49 (день)	взлет	56	70	-	75	-
12	18:02 (день)	взлет	-	70	-	75	-
13	18:25 (день)	взлет	55	70	-	75	-
14	18:42 (день)	взлет	56	70	-	75	-

Тип ВС	Время события (день/ночь)	Взлет/ посадка	$L_{\text{Амакс}}$, дБ(А)	Нормативные значения, дБ(А)			
				СН		ГОСТ	
				День	Ночь	День	Ночь
A320			54-62				
1	15:36 (день)	взлет	-	70	-	75	-
2	15:48 (день)	взлет	62	70	-	75	-
3	16:39 (день)	взлет	-	70	-	75	-
4	17:50 (день)	взлет	54	70	-	75	-
5	18:07 (день)	взлет	59	70	-	75	-
6	18:14 (день)	взлет	58	70	-	75	-
A321			51-56				
1	15:07 (день)	взлет	56	70	-	75	-
2	15:59 (день)	взлет	50	70	-	75	-
3	16:34 (день)	взлет	-	70	-	75	-
4	18:18 (день)	взлет	52	70	-	75	-
B735			62				
1	15:11 (день)	взлет	62	70	-	75	-
2	16:00 (день)	взлет	-	70	-	75	-
3	16:09 (день)	взлет	-	70	-	75	-
B738			56-62				
1	15:03 (день)	взлет	58	70	-	75	-
2	15:09 (день)	взлет	56	70	-	75	-
3	17:39 (день)	взлет	62	70	-	75	-
B73H			51-59				
1	15:43 (день)	взлет	51	70	-	75	-
2	17:20 (день)	взлет	59	70	-	75	-
11.05.2022 23:00-01:00							
A319			50-64				
1	23:03 (ночь)	взлет	56	-	60	-	65
2	23:07 (ночь)	взлет	50	-	60	-	65
3	23:15 (ночь)	взлет	49	-	60	-	65
4	23:32 (ночь)	взлет	52	-	60	-	65
5	23:47 (ночь)	взлет	57	-	60	-	65
6	00:02 (ночь)	взлет	56	-	60	-	65
7	00:14 (ночь)	взлет	44	-	60	-	65
8	00:16 (ночь)	взлет	45	-	60	-	65
9	00:46 (ночь)	взлет	64	-	60	-	65
10	00:55 (ночь)	взлет	-	-	60	-	65
11	00:58 (ночь)	взлет	44	-	60	-	65
A320			40				
1	23:40 (ночь)	взлет	40	-	60	-	65
A321			45				

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Акты внедрения



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ВОЗДУШНЫЕ ВОРОТА СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЫ»
(ООО «ВОЗДУШНЫЕ ВОРОТА СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЫ»)
ю/а и п/а Пулковское ш., д. 41, литера ЗИ, Санкт-Петербург, Россия,
196140
Тел.: (812) 331-49-33, т/ф: (812) 331-47-48
<http://www.pulkovoairport.ru>
e-mail: office@pulkovo-airport.com
ОГРН 1067746535944
ИНН/КПП 7703590927/785150001/781001001
р/с 40702810015000004412
Ф. ОПЕРУ Банка ВТБ (ПАО) в г. Санкт-Петербурге
г. Санкт-Петербург БИК044030704
к/с 30101810200000000704
в Северо-Западном ГУ Банка России

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель
группы охраны окружающей среды
ООО «Воздушные Ворота Северной
Столицы»



Мухометшина Э.Р.

2024 г.

№	№
Н а	от

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук Фиева К.П.

Результаты диссертационной работы «Оценка и снижение авиационного шума вблизи аэропортов» соискателя ученой степени кандидата технических наук Фиева К.П. использованы при выполнении работ по разработке и внедрению методики измерения авиационного шума, учитывающей влияние отклонения воздушных судов от стандартных маршрутов взлёта на шумовые контуры.

По рекомендации автора была проведена апробация предложенной методики, позволившей оценить вклад воздушных судов, отклонившихся от стандартных маршрутов взлёта, в шумовую нагрузку на селитебную территорию и разработать мероприятия по снижению воздействия авиационного шума на селитебную территорию.

Новизна подхода и методики, применённой в диссертационной работе, позволяет оператору аэропорта проводить статистический анализ по типам воздушных судов, создающих наибольшее звуковое давление и оказывающих шумовое воздействие на селитебную территорию, при отклонении от стандартных маршрутов взлёта, и требовать от авиакомпаний, чьи воздушные суда допускают такие отклонения, разработать и внедрить шумозащитные мероприятия эксплуатационного и процедурного характера, для соблюдения установленных санитарно-гигиенических нормативов.

Инженер

Handwritten signature

Кративная Т.А.

«УТВЕРЖДАЮ»

Помощник и.о. ректора по научной работе
и инновационному развитию ФГБОУ ВО

БГТУ «ВОЕНМЕХ»

им. Д.Ф. Устинова

А.А. Воронков

В.А. Воронков

2024 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор
ООО «ПКФ Цифровые Приборы»

Ю.В. Куриленко

«30» ноября 2024 г.



АКТ

внедрения результатов диссертационной работы
на соискание ученой степени кандидата технических наук Фиева К.П.

Комиссия в составе генерального директора Куриленко Ю.В. и руководителя метрологической службы Воронкова А.А. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Контроль, оценка и снижение авиационного шума вблизи аэропортов» соискателя ученой степени кандидата технических наук Фиева К.П. (научная специальность 1.3.7 - Акустика), использованы при разработке и внедрении методики мониторинга авиационного шума измерительными станциями производства ООО «ПКФ Цифровые приборы», которая позволяет учитывать влияние отклонения воздушных судов от стандартных маршрутов взлёта на создаваемую акустическую нагрузку на селитебную территорию.

Разработанные в диссертационной работе Фиева К.П. рекомендации внедрены в процедуры измерения авиационного шума вблизи аэропортов станциями мониторинга производства ООО «ПКФ Цифровые приборы».

От ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. УстиноваСтарший преподаватель
кафедры Е5 «Экология и
производственная безопасность»

К.П. Фиев

От ООО «ПКФ Цифровые Приборы»

Генеральный директор

Ю.В. Куриленко

Руководитель метрологической службы

А.А. Воронков