

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ

и.о.заведующего кафедрой


к.г.н., доцент

 И.Д. Ахмедова

19 июня 2017

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**  
РЕГУЛИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ  
КОМПЛЕКСОВ АВИАПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ АЭРОПОРТА РОЩИНО  
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД ТЮМЕНЬ)  
05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа «Рациональное природопользование»

Выполнил (а) работу  
студент(ка) 2 курса  
очной формы обучения



Письмаков  
Евгений  
Игоревич

Научный руководитель  
к.г.н., доцент



Маршинин  
Александр  
Владимирович

Рецензент  
Гл. специалист отдела  
инженерно-экологических изысканий  
ООО ГП «Промнефтегазэкология»



Иванов  
Олег  
Евгеньевич

Тюмень 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННАЯ ГЕОСИСТЕМА АЭРОПОРТА РОЩИНО .....	6
1.1 Характеристика аэропорта Рощино .....	6
1.1.1 История аэропорта Рощино.....	6
1.1.2 География аэропорта .....	7
1.1.3 Аэропорт Рощино как субъект экономических отношений .....	11
1.2 Физико-химическая и геотехническая системы аэропорта Рощино.....	16
ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 1.....	21
ГЛАВА 2 АЭРОПОРТ РОЩИНО КАК ФАКТОР НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	22
2.1 Уровни негативного воздействия аэропорта Рощино на прилегающие антропогенно- измененные территории .....	22
2.2 Шумовое загрязнение.....	24
2.2.1 Источники шума в аэропорту Рощино.....	24
2.2.2 Ситуация с шумовым загрязнением в окрестностях аэропорта.....	26
2.2.3 Воздействие авиационного шума на человека.....	31
2.2.4 Исследование акустической обстановки в окрестностях аэропорта Рощино .....	33
2.3 Загрязнение атмосферного воздуха .....	35
2.3.1 Особенности загрязнения атмосферного воздуха воздушным транспортом в зоне аэропорта .....	35
2.3.2 Оценка загрязнения атмосферного воздуха в зоне аэропорта Рощино .....	37
2.4 Нарушения ландшафта.....	40
2.4.1 Ландшафтно-экологический анализ территории в зоне влияния аэропорта Рощино .....	40
2.4.2 Воздействие на ландшафты .....	46
2.5 Аварийно-залповое загрязнение.....	47
ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 2.....	52
ГЛАВА 3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ АЭРОПОРТА РОЩИНО НА ОКРЕСТНЫЕ ТЕРРИТОРИИ.....	53

3.1 Характеристики мероприятий по борьбе с авиационным шумом и загазованностью воздуха .....	53
3.2 Анализ и выбор мероприятий по снижению негативного воздействия аэропорта Рощино .....	59
ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 3 .....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Аэропорт Рощино играет в Тюменской области ключевую роль в осуществлении пассажирских авиатранспортных перевозок и является одним из крупнейших аэропортов международного класса в Западной Сибири. В настоящий момент перед Рощино стоит задача увеличения пассажиропотока, расширение сети сообщений, как на российских, так и на международных рейсах.

Цель работы – исследовать аэропорт Рощино как фактор негативного воздействия на окружающую природно-антропогенную среду.

Объект исследования – аэропорт Рощино.

Предмет исследования – воздействие деятельности аэропорта Рощина на его окрестные территории.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. сделать характеристику аэропорта Рощино как геотехнической системы;
2. оценить зону и степень антропогенной нагрузки аэропорта Рощино;
3. разработать меры по защите территорий, расположенных в зоне воздействия аэропорта Рощино.

Информационной базой исследования послужили нормативно-правовые акты (ГОСТ, СП); руководства, рекомендации и методики; литературные источники из различных сфер познания: экология (О.О. Никипелова, Н.И. Николайкин, А.М. Матягина), авиация (Ю.П. Матросов); различные интернет ресурсы.

В работе использованы следующие методы: аналитический, индуктивного умозаключения, дедуктивный, классификационный, описательный, картографический, экономико-статистический.

Практическая значимость: подобных работ, отражающих экологические аспекты деятельности аэропорта Рощино, еще не было. Данные, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для снижения антропогенного воздействия аэропорта на близлежащие территории.

Диссертационная работа содержит 68 страниц машинописного текста, 3 главы, 19 рисунков, 13 таблиц, 3 приложения, список литературы включает 55 источников. Во введении сформулированы цели и задачи работы, определены предмет и объект исследования. В первой главе представлена характеристика аэропорта Рощино как субъекта экономики и геотехническую систему в рамках природопользования. Во второй главе отражены экологические аспекты деятельности аэропорта, его вклад в антропогенную нагрузку на окрестные территории: шумовое воздействие, загрязнение

атмосферного воздуха, нагрузка на ландшафты территории. Третья глава содержит предложения по снижению антропогенной нагрузки аэропорта на территории, попадающие в зону его воздействия.

Содержание приложений: приложение А – таблицы характеристик двигателей воздушных судов; приложение Б – фотографии растений, предлагаемых для посадки в качестве естественных преград авиационного шума; приложение В – фотографии типов тонких акустических экранов (в составе комбинированных), предлагаемые для использования в качестве искусственных преград авиационного шума.

# ГЛАВА 1 АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННАЯ ГЕОСИСТЕМА АЭРОПОРТА РОЩИНО

## 1.1 Характеристика аэропорта Рощино

### 1.1.1 История аэропорта Рощино

До 60-х гг. главным аэропортом гражданской авиации (ГА) г. Тюмени был аэропорт Плеханово. За 40-50-е гг. население г. Тюмени выросло почти в три раза. Границы городской застройки вплотную подступили к Плеханово – главному в 50-е гг аэропорту города и региона, что сделало нереальным нормальную эксплуатацию воздушных «ворот» Западной Сибири.

Тогда решением Тюменского горисполкома от 23 октября 1961 года за № 478 был решен вопрос «О размещении Тюменского аэропорта гражданского воздушного флота», согласно которому, участком для расположения строительства нового аэропорта был выбран район деревни Утешево, как самой высокой точки в окрестностях города Тюмени.

Уже 9 сентября 1964 года Совет Министров РСФСР дает распоряжение об отводе земельного участка площадью 573 гектаров из земель учебно-опытного хозяйства Тюменского сельхозинститута под строительство нового аэропорта.

30 апреля 1968 года был создан второй Тюменский объединенный авиаотряд (второй Тюменский ОАО), в состав которого вошел новый аэропорт Рощино. 15 мая этого года правопреемником Тюменского ОАО становится Аэропорт Рощино [20].

История тюменского аэропорта Рощино неразрывно связана с освоением и промышленной разработкой нефтяных и газовых месторождений Тюменской области. Аэропорт был построен для воздушного сообщения северный районов области и юга. Рощино сыграл особую роль в хозяйственном освоение богатых природными ресурсами северных районов области. Авиация позволила не только организовать воздушную связь с крупнейшими месторождениями нефти и газа, но и обеспечить бесперебойную доставку продовольствия, промышленных товаров и оборудования для первых вахтовых городков. С освоением новых месторождений рос и поток пассажиров, а также перевозка различного оборудования и материалов для геологов, нефтяников и газовиков [33].

В 70-е и 80-е годы аэропорт Рощино становится самым крупным авиационным предприятием Тюменской области. Личный состав авиапредприятия участвовал во всех крупномасштабных мероприятиях по перевозке грузов и людей, проводимых в стране, в исключительно важной программе по обеспечению перевозок вахтовых бригад. После

распада СССР и дефолта конца 90-х годов, объемы перевозок сократились практически в пять раз. В 1997-1998 гг. основные фонды были сильно изношены. Аэропорт находился уже на грани ограничения приема самолетов Ту-134 и Ту-154. Сертификация служб и объектов производственного назначения выявила серьезные недостатки деятельности аэропорта при обеспечении полетов, а также несоблюдение норм авиационной безопасности.

Понимая необходимость бесперебойного функционирования аэропорта как важнейшей транспортной инфраструктуры области, администрация Тюменской области, при непосредственном участии губернатора С.С. Собянина, за счет средств областного бюджета провела ряд мероприятий, направленных на улучшение качества аэропортовой деятельности.

Уже начиная с 2000 г., прирост объема отправок из аэропорта Рощино стремительно растет и составляет 5-10% ежегодно. Аэропорт Рощино неоднократно признавался победителем конкурсов среди действительных членов Ассоциации «Аэропорт ГА» в номинации «Интенсивно развивающийся аэропорт». В 2005 г. по итогам конкурса, проводимого Ассоциацией «Аэропорт ГА» среди аэропортов регионального значения с объемом отправок до одного млн. пассажиров в год, аэропорт Рощино занял первое место. А по результатам работы 2006 г. аэропорт находился на 12-м месте среди всех аэропортов России федерального значения [33].

С 2012 г. по январь 2017 г. в аэропорту была осуществлена реконструкция. Площадь нового аэровокзала составила 27 тыс. м<sup>2</sup>. Новый аэровокзал увеличит пропускную способность аэропорта. В соответствии с прогнозными данными по пассажиропотоку, к 2025 г. общее количество обслуживаемых пассажиров может достигнуть 3 млн человек в год, что в 2,2 раза превышает уровень 2015 года. Пропускная способность должна будет увеличиться до 600 чел. в час. Одновременно с запуском новых площадей Рощино расширяет и маршрутную сеть [31].

### **1.1.2 География аэропорта**

#### **Географическое положение**

Аэропорт Рощино расположен на северо-западе Калининского округа городского округа город Тюмень Тюменского района Тюменской области (рисунок 1). Некогда тут был поселок Новорощино, расположенном за границей городского округа Тюмени.

Данный участок находится на юге Западно-Сибирской низменной равнины, вблизи нижнего течения реки Тура. По физико-географическому районированию Н.А. Гвоздецкого, территория данного района входит в состав Туринской подпровинции, Тавдино-Пышминской провинции лесной области в зоне подтайги [14, 35].

Рельеф представлен Ишимской равниной. Территория вокруг аэропорта имеет полого-равнинный рельеф [14]. Аэропорт имеет наибольшую высоту в окрестностях Тюмени – 95-112 м над уровнем моря. Данное место выбрано не случайно, так как этот фактор предотвращает образование на ВПП тумана, который скапливается в низинах [20, 36].

В геолого-литологическом строении данного участка выделяется несколько комплексов кайнозойской складчатости. Стратиграфия кайнозоя включает палеогеновую, неогеновую и четвертичную складчатости. Наибольшее значение имеет четвертичная система, отложения которой распространены на всей поверхности Тюменского района. Она включает отложения бахтинского надгоризонта, в разрезе которого доминируют суглинки и супеси желтовато-коричневого и зеленовато-серого цвета с характерным наличием мелкого растительного дендрита и гнездообразными прослойками гумуса толщиной до 1 м; аллювия третьей надпойменной террасы, сложенной песками с гравием и галькой, различными глинами серого цвета, суглинками [32].

### **Климатические и метеорологические особенности**

Климат данного района относится к умеренной недостаточно увлажненной зоне континентального типа южной тайги умеренного пояса, что характеризуется удаленностью от Атлантического океана. Циклонические формы циркуляции преобладают над антициклоническими формами во все сезоны. Зимой это сопровождается сильными ветрами и снегопадами, а летом вторжение атлантических воздушных масс, формирующими пасмурную дождливую погоду. В годовом цикле наблюдаются южные и юго-западные ветры с повторяемостью около 45%. Господство этих ветров особенно сильно выражено зимой. Среднемесячная скорость ветра в среднем составляет 5,1 м/с. При такой скорости ветра метеорологические условия малоопасные. Бывают опасные ветра со скоростью свыше 15-20 м/с. Ветры 15 м/с и более в среднем дуют 8 дней в году. Штили наблюдаются очень редко – 2,2%, что не дает возможности возникновения смога, но способствует распределению выбросов на значительные площади [7].

Среднегодовая температура воздуха составляет +1,4°C. Наиболее теплый месяц – июль. Средняя температура июля +18,7°C. Самый холодный – январь. Средняя температура января -16,7°C. Абсолютный максимум температуры составляет +40,6°C, а



минимум  $-50,6^{\circ}\text{C}$ . Переходы среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  наблюдаются, как правило, в апреле и во второй половине октября, а через  $+10^{\circ}\text{C}$  – с конца мая по начало июня.

Относительная влажность воздуха варьируется от 59 % в мае и до 83 % в декабре, составляя в среднем за год 75 %.

Среднегодовое количество осадков составляет 400-525 мм. Из них более 60% приходится на дождевые осадки теплого периода года (с мая по сентябрь). Наибольшее количество осадков выпадает в июле. В среднем за год 146 дней с осадками. Суточный максимум осадков равен 111 мм.

Выпадение снега приходится обычно на вторую декаду октября. Устойчивый снежный покров образуется в первых числах ноября. Разрушение снежного покрова обычно происходит в начале апреля, а полный сход снега – во второй половине апреля [7].

### **Гидрографическая сеть**

В 3 км от северной границы аэропорта протекает река Тура. Это одна из крупнейших рек восточного склона Уральских гор. Водосборный бассейн занимает площадь около 80,4 тыс км<sup>2</sup>. Длина бассейна реки – 505 км, а ширина – 285 км. Территория водосбора примерно на 50 % покрыта лесами и сильно заболочена. В летние месяцы вода в Туре прогревается до  $17-20^{\circ}\text{C}$ . Льды на реке вскрываются обычно в середине апреля. Наивысший уровень подъема воды в реке приходится на вторую половину мая – начало июня. Обычно Тура поднимается на 7-8 м над уровнем летней межени, выходя на пойму. Однако выход воды на пойму бывает не ежегодно, а только в большое половодье. В пойме встречаются многочисленные низинные болота [7, 17].

### **Почвенно-растительный покров**

Тюменский район по почвенно-географическому районированию находится в Тура-Пышминском районе. На этой территории эрозионная сеть не развита, но в связи с волнистым рельефом и общим уклоном на юг, в сторону р. Пышмы, наблюдается хорошее дренирование территории, что способствует формированию черноземов, лугово-черноземных и серых лесных почв. Содержание гумуса в таких почвах примерно 8-9 % [17].

В окрестностях аэропорта наиболее распространены сосняки разнотравные с примесью березы и богатым травяным покровом подзолистых почвах в сочетании со злаковым разнотравием на оподзоленных черноземных почвах. В подросте березово-осиновых лесов много боярышника, шиповника, а в травяном ярусе – земляники и клубники [17, 35].

Район вокруг аэропорта интенсивно освоен и все более или менее пригодные земли введены в сельскохозяйственный оборот. Аэропорт окружен землями сельскохозяйственного назначения, на которых выращивается преимущественно картофель и зерновые. В пределах аэропорта, особенно в его застроенной части, преобладают урбаноземы. Они приурочены к территориям, занятыми строениями и имеющими бетонированное или асфальтированное покрытие. Также территория аэропорта Рощино – промышленный узел, имеющий индустриоземы, которые характеризуются как сильным нарушением почвенного профиля, так и высоким уровнем загрязнения химическими веществами техногенного происхождения [17].

### **Животный мир**

Животный мир зеленой зоны в целом составлен из типичных для зоны тюменского региона видов. Отличие состоит в том, что здесь число крупных видов намного меньше, нежели в малотронутых человеком ландшафтах.

Фауна млекопитающих насчитывает более 40 видов, из которых большинство находится на территории района аэропорта во время их проникновения в пределы городской черты в разные сезоны года в периоды миграций, кочевок (весенние паводки, пожары, бескормица и др.) и залета. Наиболее высокая численность свойственна грызунам и насекомоядным. Велика численность домовых мыши и серой крысы.

Большим разнообразием характеризуется орнитофауна, которая насчитывает около 200 видов. Однако большинство видов в этом списке представлено мигрирующими видами. Значителен перечень зимующих птиц, который насчитывается более 50 видов. Однако большинство из них они прилетают во время зимовок и кочевок. В списке постоянно обитающих видов доминируют домовые и полевые воробьи, полудомашняя форма сизого голубя, серая ворона, грач, сорока, галка и группа насекомоядных птиц. Численность их весьма динамична, что обусловлено антропогенным воздействием в период размножения и воспитания птенцов. Состояние численности других видов находится в прямой зависимости от числа пригодных для гнездования мест, а это, в первую очередь, заросли кустарников, площадь которых постоянно сокращается [7].

#### **1.1.3 Аэропорт Рощино как субъект экономических отношений**

Аэропорт Тюмень Рощино является аэропортом международного класса и допущен к приему около 30 типов воздушных судов (ВС) (Ту-204, Ту-134, Ил-76, Ан-12, Ан-24, Ан-

26, Ан-28, Як-40, Як-42, Ил-18, Боинг-734/757, Ил-86, АТR-42, АТR-72, CRJ-100/200, А-319/321, Golfstream V SP G-550/IV SP, Embraer-170, Sukhoi Superjet 100, Let L-410 Turbolet и др.) и всех типов вертолетов [38].

Аэродром включает в себя две искусственные асфальтированные взлетно-посадочные полосы (ИВПП). ИВПП-2 размером 3003×45 м оснащена светосигнальным оборудованием огней высокой интенсивности (ОВИ-1) и имеет средства посадки ВС с обоих направлений. ИВПП-1, размером 2704×50, оборудована системой светосигнального оборудования огней малой интенсивности (ОМИ) с обеих направлений [38].

На предприятии работает более 1200 рабочих и служащих различных специальностей. Из них 680 со средним специальным и высшим образованием. Руководством Общества уделяется большое внимание вопросам профессиональной подготовки личного состава. Ежегодно курсы повышения квалификации проходят до 250 работников [38].

По состоянию на 28.05.2017 года аэропортом Рощино осуществляются рейсы летнего сезона 2017 года (27 марта - 29 октября 2017 года) (рисунок 2).

Из них регулярные рейсы по следующим направлениям [39]:

- международный аэропорт Анапа (Витязево);
- международный аэропорт Анталья, Турция;
- международный аэропорт Баку имени Гайдара Алиева, Азербайджан;
- аэропорт Белоярский;
- аэропорт Березово;
- международный аэропорт Бургас (Сарафово), Болгария;
- аэропорт Геленджик;
- международный аэропорт Екатеринбург Кольцово;
- аэропорт Игрим;
- международный аэропорт Казань;
- международный аэропорт Краснодар (Пашковский);
- международный аэропорт Красноярск (Емельяново);
- международный аэропорт Минеральные Воды;
- международный аэропорт Москва (Внуково);
- международный аэропорт Москва (Домодедово);
- международный аэропорт Москва (Шереметьево);

- аэропорт Надым;
- международный аэропорт Нижневартовск;
- международный аэропорт Нижний Новгород (Стригино);
- международный аэропорт Новосибирск (Толмачево);
- аэропорт Новый Уренгой;
- аэропорт Ноябрьск;
- аэропорт Нягань;
- международный аэропорт Омск-Центральный;
- международный аэропорт Пермь (Большое Савино);
- международный аэропорт Пхукет, Тайланд;
- международный аэропорт Ростов-на-Дону;
- аэропорт Салехард;
- международный аэропорт Салоники, Греция;
- международный аэропорт Самара (Курумоч);
- международный аэропорт Санкт-Петербург (Пулково);
- международный аэропорт Симферополь;
- аэропорт Советский;
- международный аэропорт Сочи;
- международный аэропорт Стамбул имени Ататюрка, Турция;
- аэропорт Стрежевой;
- международный аэропорт Сургут;
- аэропорт Талакан;
- аэропорт Тарко-Сале;
- международный аэропорт Ташкент имени Ислама Каримова, Узбекистан;
- аэропорт Толька;
- международный аэропорт Томск (Богашево);
- аэропорт Урай;
- аэропорт Усинск;
- международный аэропорт Уфа;
- международный аэропорт Ханты-Мансийск;
- международный аэропорт Худжанд, Таджикистан.

Чартерные рейсы по следующим направлениям:

- международный аэропорт Анталья, Турция;

- международный аэропорт Ларнака, Кипр;
- международный аэропорт Стамбул имени Ататюрка, Турция;
- международный аэропорт Энфида, Тунис.

АО «Аэропорт Рощино» круглосуточно обслуживает ВС внутренних и международных рейсов. В аэропорту базируются ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр», АО Авиакомпания транспортная компания «Ямал».

100% акций Общества владеет ООО «НОВАПОРТ». В таблице 1 представлена динамика пассажиропотока аэропорта за последние три года.

Таблица 1 – Динамика пассажиропотока аэропорта Рощино [52, 53, 54, 55]

<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
1369094	1399264	1530549

Как видно из таблицы с 2014 года пассажиропоток аэропорта растет. Это связано с открытием новых направлений вылетов и увеличением частоты отправок. По итогам работы в 2016 году пассажиропоток составил 1530549 пассажиров, что выше уровня 2015 года на 131285 пассажиров [52, 53, 54, 55].

Увеличение количества обслуженных пассажиров в аэропорту Рощино в целом соответствует тенденциям отрасли. По итогам 2016 года аэропорт Рощино обслужил 10775 рейсов (2015 год – 9251 рейс, 2014 год – 9544 рейса), в том числе 492 международных рейса (2015 год – 293 рейса, 2014 год – 305 рейсов). Несмотря на то, что в 2016 году были сокращены ряд чартерных программ по существующим туристическим маршрутам (Египет и Тайланд), количество международных рейсов, а, следовательно, и их пассажиропоток, выросли. Были созданы новые направления и на внутренних рейсах, а также увеличено количество вылетов на уже существующих направлениях. За двенадцать месяцев прошлого года обработано 1696 тонн груза, что на 49 тонн больше уровня 2015 года. Также было отправлено 391 тонна почты, что на 36 тонн больше, чем в 2015 году. Благодаря государственной программе субсидирования продолжается развитие региональной авиации. В рамках реализации данной продолжается осуществление сообщения по открытым в 2015 году рейсам в Казань, Красноярск, Новосибирск, Пермь, Ростов-на-Дону, Самару и Уфу [39,41].

В 2016 году выручка АО «Аэропорт Рощино» от реализации оказанных услуг по основным видам деятельности составила 1659105000 руб., что 8% больше уровня прошлого года на 306214. Прирост составил 22,6 % [54].

В 2017 году ожидается еще большее количество рейсов. Несмотря на то, что в 2017 году перестали существовать чартерные направления Камрань (Вьетнам) и Шарм-эль-Шейх (Египет), а также регулярный рейс – аэропорт Горно-Алтайск, созданы новые направления. На внутренних регулярных направлениях – аэропорт Стрежевой, на международных регулярных направлениях – аэропорт Салоники (Греция). Также созданы новые чартерные направления – международный аэропорт Ларнака (Кипр), международный аэропорт Стамбул имени Ататюрка (Турция), международный аэропорт Энфида (Тунис) [39].

Кроме того, в этом году увеличилась частота рейсов на зарубежные и российские курортные направления, такие как Анталья, Ларнака, Энфида, Сочи, Анапа, Минеральные Воды. Также из Рощино чаще будут вылеты в Москву, Красноярск и Санкт-Петербург, так как эти города являются пересадочными пунктами на международных рейсах.

## **1.2 Физико-химическая и геотехническая системы аэропорта Рощино**

### **1.2.1 Понятие и классификация физико-химической и геотехнической систем аэропорта Рощино**

Важным фактором воздействия авиапредприятия на экосистемы вокруг, является то, что авиапредприятия бывают редко размещены в природной среде обособленно. В существующих условиях практически любой аэропорт, в том числе и Рощино, расположенный вблизи обслуживаемого им крупного промышленного центра или города, фактически является конгломератом из нескольких авиапредприятий ГА с инфраструктурой организаций, связанных жизненным циклом процесса выполнения авиатранспортной работы. Это аэровокзал, авиационно-техническая база (АТБ), топливозаправочная компания, АТБ крупных авиакомпаний, ремонтные организации вплоть до авиаремонтных заводов, а также это гостиничный комплекс, охраняемые и неорганизованные стоянки прибывающего автотранспорта, магазины [29].

Объект, взаимодействующий с окружающей средой (ОС), представляет собой неединичное авиапредприятие или организацию ГА, а комплекс таких предприятий и (или) организаций. Они группируются рядом друг с другом, частично взаимно проникают на территорию смежных предприятий. В результате все перечисленное, хоть и может принадлежать к различным отраслям экономики, образует характерный для ГА комплексный узел авиатранспортных предприятий (УАТП) (рисунок 3, рисунок 4) [30].

Авиапредприятия и организации узла, по сути, являются самостоятельными и финансово независимыми, но, тем не менее, они взаимосвязано нацелены на выполнение единой авиатранспортной работы. При формировании экологической ситуации в регионе УАТП играет роль концентрированного источника антропогенного воздействия на ОС. Вокруг общей границы узла существует санитарно-защитная зона (СЗЗ) и более широкая «зона влияния», в пределы которых попадают как естественные, так и антропогенно-измененные экологические системы, а также жилые дома.

Разделить между отдельными субъектами хозяйствования ответственность за негативное воздействие на экосистемы, приведшее к их разрушению, невозможно, как невозможно эффективно регулировать воздействие на ОС каждой организации отдельно, без учета общности выполняемой работы и их совместного воздействия на природу. Интенсивность переноса массы и энергии внутри таких систем обуславливается преимущественно характером технологических процессов. Для авиапредприятия характерно потребление готового продукта, сопровождающееся образованием отходов. Так, аэропорт потребляет значительное количество углеводородного топлива и кислорода воздуха для получения энергии, необходимой для выполнения работы по перемещению пассажиров и грузов в пространстве [26]. Таким образом, аэропорт Рошино является типичной физико-химической системой.

Классическое определение физико-химическая система дано В.В. Кафаровым и И.Н. Дороховым. *Физико-химическая система (ФХС)* – это сплошная среда, распределенная в пространстве и переменная во времени. При наличии источника и тока в каждой точке среды и на границах фаз происходит перенос вещества и энергии. Система осложнена накладываемыми друг на друга явлениями различной природы (гидромеханическими, химическими, тепловыми, диффузионными и др.) [10]. Взаимодействуя с окружающей природной и антропогенно-измененной средой, аэропорт Рошино является геотехнической системой.

*Геотехническая система (ГТС)* – это открытая система, в которой антропогенный (транспортный, промышленный или иной) объект обменивается массой и энергией с окружающей его средой. Процессы передачи массы, энергии и информации в ГТС подчиняются тем же общим закономерностям, что и в искусственно созданных физико-химических системах. Природную подсистему в ГТС можно рассматривать как некий химический реактор, направленные на нейтрализацию материальной и энергетической техногенной нагрузки [30].

В таблице 2 Отражена иерархия ФХС и ГТС в ГА. Данная иерархия опирается на общую промышленную классификацию ФХС и ГТС.

Первые два уровня классификации – двигатель в качестве технологического устройства и транспортное средство в качестве технологической линии – представлены техническими ФХС, перерабатывающими природное вещество или продукты его искусственной трансформации (преимущественно авиатопливо).

Остальные три уровня ФХС – это типичные геотехнические системы, специфической особенностью которых является интенсивность процессов в ГТС, обусловленная разнообразием технологических процессов, размером систем и масштабом экологических последствий. Узлы авиатранспортных предприятий, специфическое формирование которых рассмотрено выше, представляют собой ГТС 4-го уровня.



## ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 1

Аэропорт Рощино является крупным аэропортом международного значения. Он имеет богатую историю. С его помощью были освоены первые нефтяные и газовые месторождения Тюменской области. За почти 50 лет своего существования аэропорт превратился в ключевой объект авиации России.

На сегодняшний день самолеты летают из Рощино в 47 регулярных направления, связывая Европу, Азию и Африку. В 2016 г. было перевезено 1530549 пассажиров, что является историческим рекордом.

Рощино является открытой геотехнической системой, расположенной в границе муниципального округа г. Тюмень. Он находится в постоянной связи и обменивается веществом, энергией и информацией с окружающей его природно-антропогенной средой, включающую районы г. Тюмень, пригородные населенные пункты и природные объекты в зоне влияния аэропорта.

## ГЛАВА 2 АЭРОПОРТ РОЩИНО КАК ФАКТОР НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

### 2.1 Уровни негативного воздействия аэропорта Рощино на прилегающие антропогенно-измененные территории

Территория ГТС аэропорта Рощино (ФХС третьего и четвертого уровней) делится на центральную зону непосредственного воздействия и зону косвенного влияния (рисунок). Центральная (производственная) зона ГТС – это целенаправленно преобразованная территория, на которой размещены авиатранспортные объекты. В зоне сконцентрированы вещество и энергия, участвующие в производственных (технологических) процессах. В данной зоне выделяют три подзоны: активную, ослабленной активности и периферийную.

В **активной подзоне** на территории авиапредприятия, где размещены транспортные средства, а также вспомогательные технологические аппараты и линии, реализуются процессы переработки природных ресурсов в экстремальных условиях интенсивных нагрузок (давление, температура, концентрация – особенно в двигателях). Это взлетно-посадочные полосы (ВПП) и производственно-складской комплекс, а именно такие его участки, как авиаремонтный завод (АЗ), авиационно-техническая база (АТБ), взлетно-, топливозаправочный комплекс (ТЗК), стоянка ВС. Эти участки характерны и для аэропорта Рощино. Здесь формируются максимальные техногенные нагрузки на природную среду. Характер их проявления определяется степенью открытости технических систем, то есть интенсивностью материально-энергетического обмена с окружающей средой [26].

Прежде всего, нагрузку оказывают выбросы загрязняющих веществ, образование отходов и шумовое загрязнение.

Наибольшее загрязнение атмосферы от объектов ГА составляют выбросы авиадвигателей ВС [9]. Основными выбросами загрязняющих веществ от ВС являются CO, NO<sub>x</sub>, углеводороды, SO<sub>2</sub>, сажа и т.п. Особое внимание имеют парниковые газы - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O и др. [11]. В районе аэропорта валовый выброс авиадвигателями ЗВ составляет порядка 60 % от общего количества, выбрасываемого в атмосферу всеми источниками [21].

На территории аэропорта образуются отходы I-V. Они изолированно размещаются на территории аэропорта в местах накопления отходов согласно действующим санитарным нормам, после чего вывозятся с территории предприятия для дальнейшего

обезвреживания, утилизации либо размещения на городском полигоне отходов «Велижанский». Таким образом, аэропорт в данном случае является по своей сути открытой системой, которая обменивается как веществом, так и энергией с окружающей ее средой. В свою очередь, отходы минуют природные экосистемы и либо изолируются от нее, либо попадают в повторный цикл производства какой-либо продукции.

В подзоне **ослабленной активности**, которая является территорией СЗЗ зоны вокруг территории предприятия, могут располагаться склады, пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, мотели, общественные здания административного назначения, нежилые помещения для дежурного персонала и охраны предприятия, электроподстанции, сооружения оборотного водоснабжения и т.п. В СЗЗ аэропорта Рощино не допускается размещать: жилую застройку, включая отдельные жилые дома, ландшафтно-рекреационные зоны, зоны отдыха, территории курортов, санаториев и домов отдыха, территории садоводческих товариществ и коттеджной застройки, коллективных или индивидуальных дачных и садово-огородных участков, а также другие территории с нормируемыми показателями качества среды обитания; спортивные сооружения, детские площадки, образовательные и детские учреждения, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

Допускается размещать в границах СЗЗ и на территории санитарного разрыва: нежилые помещения для дежурного аварийного персонала, помещения для пребывания работающих по вахтовому методу (не более двух недель), здания управления, конструкторские бюро, здания административного назначения, научно-исследовательские лаборатории, поликлиники, спортивно-оздоровительные сооружения закрытого типа, бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания, мотели, гостиницы, гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, пожарные депо, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения, автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей. СЗЗ или территория санитарного разрыва не может рассматриваться как резервная территория объекта и использоваться для расширения промышленной или жилой территории без соответствующей обоснованной корректировки границ СЗЗ (санитарного разрыва) [44].

В случае с аэропортом Рощино, в данной подзоне располагается аэровокзал, административный корпус аэропорта, офисы авиакомпаний «ЮТэйр» и «Ямал», коммерческий склад, столовая, две платные и две бесплатные парковки, гостиница

«Лайнер», складские помещения производственно-складского комплекса. Эта подзона характеризуется высокой концентрацией вещества, участвующего в технологическом процессе, повышенным давлением, нормальной температурой и большей степенью открытости, чем активная подзона.

**Периферийная подзона и зона косвенного влияния** аэропорта Рощино имеют схожую специфику и представлены естественным ландшафтом с повышенными концентрациями веществ, участвующих в технологических процессах. Они характеризуются повышенным уровнем шумового воздействия. Периферийная подзона расположена в границах зоны В, тогда как косвенная зона гораздо шире и расположена в границах зоны Б (рисунок 2.3). В косвенной зоне в большой степени проявляется действие механизма самоочищения природной среды, зависящего от географических условий, величины техногенного пресса и предельно допустимых экологических нагрузок [26].

Особенностью аэропорта является то, что он располагается в границах городского округа города Тюмени, в Калининском автономном округе. Именно поэтому остро стоит вопрос шума от авиатранспорта вблизи аэропорта. Исходя из уровня авиационного шума, территория санитарного разрыва аэропорта ранжирована по пригодности к застройке [44].

## **2.2 Шумовое загрязнение**

### **2.2.1 Источники шума в аэропорту Рощино**

Аэропорт Рощино – крупнейший аэропорт Тюменской области с годовым пассажиропотоком свыше 1,5 млн человек (2016 год), безусловно, является источником шумового загрязнения как собственной территории, так и территории в его окрестностях.

По природе возникновения шумов, создаваемые аэропортом Рощино, подразделяются на механические, гидравлические, электромагнитные и аэродинамические. Авиационные шумы относятся к категории аэродинамических – одной из самых значительных по уровню звука. Они являются результатом обтекания потоком газа различных тел. Причинами аэродинамических шумов являются [22]:

- *вихревые процессы*, возникшие в потоке при обтекании и выпуске свободной струи газа;
- *пульсации рабочей среды*, вызываемые вращением лопастных колес вентиляторов, турбин;
- *колебания*, связанные с неоднородностью и пульсациями потока.

Источниками шума всех ВС ГА являются авиационные двигатели, вспомогательные силовые установки (ВСУ) и планер (особую роль в создании шума занимают элементы механизации крыла), обтекаемый потоком воздуха. При работе двигателей в режиме земного малого газа основным источником шума являются ВСУ. При взлете ВС в зоне аэропорта Рошино преобладают шумы маршевых двигателей. При заходе ВС на посадку значительный, а часто основной вклад принадлежит шуму, связанному с обтеканием планера воздухом [22].

В двигателе источники шума разделяются на *внутренние* и *внешние*. Для дозвуковых пассажирских самолетов ГА характерны двухконтурные турбореактивные двигатели. В них внутренними источниками являются вентилятор, компрессоры, камера сгорания, турбина и выходной канал, а внешними – реактивная струя и винт турбовинтового двигателя.

Спектр шума вентилятора складывается из широкополосного и тонального шумов. Тональные составляющие кратны основной частоте прохождения лопаток рабочего колеса. Широкополосная составляющая этого шума возникает из-за вихрей, образующихся при обтекании лопаток рабочих колес и направляющих аппаратов. Тональные компоненты возникают как следствие взаимодействия неравномерных полей давления и взаимодействия вращающегося рабочего колеса с потоком, обладающим крупномасштабной турбулентностью [22].

Современные вентиляторы характеризуются сверхзвуковыми окружными скоростями. Это вызывает ударные волны и создает неравномерные поля давления у лопаток вращающегося рабочего колеса, в результате чего появляется шум вращения и общий шум вентилятора резко повышается.

У нефорсированных турбовинтовых двухконтурных двигателей (ТРДД) внутренний шум горячей части складывается из шумов камеры сгорания, турбины, и выходного канала.

С ростом диаметра струи и температуры газов спектр сдвигается в сторону низких частот, а с увеличением скорости истечения – в сторону высоких частот. Поэтому современным ТРДД характерен шум в низкочастотной и средней частях общего спектра. Основным шум у турбовинтовых двигателей – шум воздушного винта. Он является результатом силового воздействия лопастей на воздух, при котором, в сопровождении объемного шума, происходит вытеснение воздуха и образование турбулентного слоя на поверхности лопастей. Помимо основного шума существует дополнительный шум, результат ударных волн и местных скачков уплотнения газа [22].

## 2.2.2 Ситуация с шумовым загрязнением в окрестностях аэропорта

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.561-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» на территории жилой застройки вблизи аэропорта Рощино уровни авиационного шума не должны превышать значений, указанных в таблице 3.

При проектировании и строительстве жилой застройки до 2015 года использовался неактуальный на сегодняшний момент ГОСТ 22283-88 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения». В таблице 4 отражены уровни авиационного шума, регламентируемые ГОСТ 22283-88 на вновь проектируемых территориях жилой застройки вблизи аэропортов. Данные значения не соответствуют санитарным нормам, отраженным СН 2.2.4/2.1.8.561-96. Допустимые уровни авиационного шума в ГОСТ 22283-88 выше, чем в СН 2.2.4/2.1.8.561-96. Как в дневное, так и в ночное время эквивалентный и максимальный уровень звука выше на 15 дБА.

При проектировании жилой застройки в аэропорту Рощино применялся ГОСТ 22283-88. Была ли территории строительства исследована на соответствие уровня шума СН 2.2.4/2.1.8.561-96 не известно.

Начиная с 2015 года при проектировании и строительстве жилой застройки используется новый ГОСТ 22283-88-2014, заменивший ГОСТ 22283-88. В таблице 5 можно посмотреть предельно-допустимые уровни авиационного шума, которые устанавливает этот ГОСТ.

Как видим, допустимые значения эквивалентного уровня звука идентичны уровню СН 2.2.4/2.1.8.561-96. Максимальный же уровень звука выше на 5 дБА.

Территория санитарного разрыва аэропорта Рощино поделена на 4 зоны – А, Б, В, Г. Данные зоны ранжированы по пригодности к застройке (рисунок 5).

Для каждой зоны санитарного разрыва аэропорта Рощино установлены свои допустимые уровни шума, отраженные в таблице 6.

В зоне А разрешается размещение жилых домов, детских дошкольных учреждений, школ и учебных заведений, гостиниц, административных и научно-исследовательских организаций (рисунок)

В зонах Б и В разрешается нахождение зданий всех назначений при условии повышенной звукоизоляции всех зданий: для зоны Б – обеспечение звукоизоляции – 20-25 дБА, зоны В – 25-30 дБА.

В зоне Г размещение объектов жилищно-гражданского назначения запрещено, за исключением административных и научно-исследовательских организаций при условии обеспечения необходимой звукоизоляции [44].

В настоящий момент граница жилой зоны вблизи аэропорта расположена в зонах Г, Б и В (рисунок 6, рисунок 7).

В зону Б попадают коттеджный поселок «Луговое», с. Луговое, с. Горьковка, с. Кулаково, п. Утешево, д. Дударева и коттеджный поселок «Московский дворик» г. Тюмени. В зону В – все те же перечисленные населенные пункты, а также микрорайон Новорошино г. Тюмени и д. Дербыши [36, 37].

В этих зонах днем уровень шума при пролетах не должен превышать 61-65 дБА (при опробовании двигателей 81-85 дБА), ночью при пролетах не должен превышать 51-55 дБА (при опробовании двигателей 71-75 дБА). Опробование двигателя входит в стандартный ВПЦ.

Как видно, предельные уровни шума зон не соответствуют СН 2.2.4/2.1.8.561-96. Из этого следует, что при зонировании санитарного разрыва использовался только ГОСТ 22283-88, а СН 2.2.4/2.1.8.561-96 – нет.

Зоны санитарного разрыва и СЗЗ установлены Постановлением Главного санитарного врача РФ № 20 от 01.04.2014 «Об установлении размера СЗЗ имущественного комплекса международного аэропорта Рошино на территории г. Тюмени Тюменской области» [1]. В 2014 году жилая зона располагалась как в зоне В, так и в зоне Б. Это исключает возможность, что предельные уровни шума установлены не по СН 2.2.4/2.1.8.561-96 из-за того, что жилая зона находилась за пределами санитарного разрыва аэропорта.

Как было сказано выше, в зонах Б и В разрешается нахождение зданий всех назначений при условии повышенной звукоизоляции всех зданий: для зоны Б – обеспечение звукоизоляции – 20-25 дБА, для зоны В – 25-30 дБА [26]. По факту ни одно из зданий, ни административно-производственных, ни жилых, не построены с применением звукоизоляционных технологий [44].

В зону Г попадают коттеджный поселок «Луговое», с. Луговое и п. Утешево. Несмотря на запрет, здесь расположены жилые постройки, предназначенные для постоянного проживания населения. Эти строения, как в зонах Б и В, не были построены с применением звукоизоляционных технологий. Разрешенные к строительству в данной зоне административные и научно-исследовательские организаций также не были построены с применением звукоизоляционных технологий, несмотря на то, что это является обязательным условием [44]. В данный момент особенно остро стоит вопрос

застройки коттеджного поселка «Луговое» в с. Луговое, расположенного на севере от аэропорта. Территория, отведенная под строительство поселка, поделена на участки, идет прокладка коммуникаций, на некоторых участках уже идет строительство. Учитывая высокую интенсивность строительства и планы застройщика, в ближайшем будущем поселок будет жилым. Самые близлежащие дома поселка будут построены примерно в 1,4 км от ВПП аэропорта [36, 37].

Расположение аэропорта Рощино вблизи селитебных территорий города Тюмень и его пригородных населенных пунктов способствуют созданию неблагоприятной эколого-гигиенической ситуации. Величина техногенной нагрузки на среду обитания в жилых зонах, расположенных вблизи аэропорта на расстоянии до 2 км (поселок «Луговое» с. Луговое), в 1,17 раза превышает загрязнение отдаленной от аэропортов территории города [18].

Особенностью аэропорта Рощино является то, что обе ВПП расположены друг к другу перпендикулярно под углом в  $90^\circ$ , а, следовательно, жилая застройка располагается параллельно к маршрутам захода ВС на посадку и к маршрутам выхода В [45].

### **2.2.3 Воздействие авиационного шума на человека**

Шум относится к главному фактору риска здоровью населения в окружении аэропортов. По результатам социально-гигиенических исследований 72 % населения, проживающего на территориях около аэропортов, предъявляют жалобы на нарушение условий отдыха, труда и быта. Количество жалоб населения находится в прямой зависимости от величины эквивалентного уровня звука на жилой территории [13].

Авиационный шум является акустическим раздражителем, зависящим от типов ВС и оказывает существенное влияние на шумовой режим территории в окрестностях аэропортов.

Реакции организма человека на акустические раздражители разнообразны и зависят от частоты звуковых волн, их интенсивности и продолжительности. Звуки частотой 40 кГц нарушают нервно-сенсорные структуры внутреннего уха. Они поражают кортиева орган (рецепторная часть слухового анализатора, расположенная внутри перепончатого лабиринта), не повреждая барабанной перепонки и среднего уха.

Для психологического восприятия шума имеет значение число шумовых событий, определяемое интенсивностью полетов самолетов в дневное и ночное время. Выявлены различия у населения в реакции раздражения на различные типы ВС и этапы ВПЦ.



Установлено, что узкополосный шум ВС раздражает человека сильнее, чем широкополосный шум [12].

Непрерывное звуковое воздействие приводит к медленному прогрессирующему снижению слуховой. Снижение остроты слуха наблюдается уже при уровне шума свыше 75 дБ. Наблюдается проблема понимания разговорной речи. Человек, регулярно пребывающий под воздействием шума с уровнем 90 дБ, не только ощущает снижение слуха, но и сталкивается с проблемой сосредоточения внимания. Хроническое воздействие шума может приводить к так называемому акустическому стрессу. Волокна слуховых нервов передают шумовое раздражение в центральную и вегетативную нервную системы. Через них раздражение передается на внутренние органы, влияет на психическое состояние человека, вызывая чувство беспокойства и раздражения. Воздействие шума на вегетативную нервную систему возникает уже при звуке громкостью 40 дБА и не зависит от субъективного восприятия шума человеком. При уровнях звука выше 85 дБА у человека могут наблюдаться вегетативные реакции, проявляющиеся за счет сужения капилляров кожного покрова и слизистых оболочек и также повышения артериального давления, в виде нарушения периферического кровообращения.

Люди, постоянно пребывающие в условиях авиационного шумового воздействия, испытывают раздражительность, повышенную утомляемость, головные боли, понижение аппетита, боли в ушах, головокружение, снижение памяти, ухудшение речевой коммуникации. Такие нарушения в работе органов и систем организма человека сопровождаются нервно-психическим напряжением, вызывающее негативные изменения в эмоциональном состоянии человека. В конечном счете это может стать причиной стресса [34].

#### **2.2.4 Исследование акустической обстановки в окрестностях аэропорта Рощино**

В рамках работы было проведено исследование акустической обстановки портативным шумомером-анализатором ОКТАВА-110А в 7 точках близлежащих к аэропорту Рощино населенных пунктов, попадающих в зону санитарного разрыва (рисунок 8, рисунок 9):

- 1) КП «Луговое» с. Луговое (1,4 км от ВПП-2);
- 2) с. Кулаково (4,35 км от ВПП-1);
- 3) с. Луговое (3 км от ВПП-2);
- 4) мкр. Новорощино (800 м от ВПП-2);
- 5) п. Утешево (1,25 км от ВПП-2).

б) с. Горьковка (2,1 км от ВПП-1);

7) д. Дударева (9 км от ВВП-2).

Данные измерения помогли установить реальную картину воздействия аэропорта на жилые зоны в окрестностях аэропорта. Все измерения выполнялись в дневное время в безветренную погоду без осадков в условиях нормальной деятельности аэропорта, когда движение ВС наиболее интенсивно и при полетах наиболее шумных крупных самолетов. аэропорта в дневное время в безветренную погоду,

В таблице 7 приведены данные, полученные в ходе измерений.

В точке 1 предельно допустимый уровень звука взят согласно ГОСТ 22283-2014, так как территория на данный момент еще застраивается. Для других точек взят ГОСТ 22283.

Эквивалентный уровень звука был рассчитан выведением среднего значения измерений.

Измерения показали, что ни в одной из точек нет превышения предельно-допустимого уровня звука. Полученные данные не нарушают нормы по звуку ГОСТ 22283-88, ГОСТ 22283-2014 и СН 2.2.4/2.18.562-96. Такому положению дел способствует естественные и искусственные преграды, – лесополосы, постройки, облесенные территории. Все населенные пункты, попадающие в зону влияния аэропорта Рощино, защищены теми или иными преградами. Только п. Утешево не защищено никакими шумовыми преградами. Именно поэтому в точке 5 измерений самый высокий уровень шума (49,9 дБА) [20, 37].

Исходя из этого, можно сказать, что в окрестностях аэропорта Рощино наблюдается положительная акустическая ситуация. Деятельность аэропорта не нарушает санитарно-гигиенических правил, а, следовательно, нагрузка на окружающие территории в пределах нормы.

## **2.3 Загрязнение атмосферного воздуха**

### **2.3.1 Особенности загрязнения атмосферного воздуха воздушным транспортом в зоне аэропорта**

В аэропорту Рощино основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят передвижные источники загрязнения, к которым относятся ВС, спецмашины и автотранспорт, как аэропорта, так и прибывающий в него.

Основным факторами, определяющими состав и объем выбросов загрязняющих веществ ВС и масштабы их воздействия на качество атмосферного воздуха и здоровье людей, являются – авиационное топливо и показатели его потребления. Как правило, в качестве топлива используется авиакеросин (для турбореактивных двухконтурных двигателей) и авиабензин (для поршневых двигателей).

Уровень химического загрязнения воздуха в границе аэропорта, зависит от следующих основных факторов:

- интенсивность воздушного движения (количество взлетов и посадок ВС);
- образование и выброс в атмосферу ЗВ;
- организация перемещения ВС по территории аэродрома.

Каждый самолет, осуществляя свою деятельность по перевозке пассажиров и грузов проходит стандартный взлетно-посадочный цикл (ВПЦ). ВПЦ включает в себя 4 этапа: взлет, набор высоты, заход на посадку, движение на земном малом ходу. На каждом этапе ВПЦ двигатель ВС работает в соответствующем режиме [5].

Масса каждого загрязняющего вещества, образующегося в авиадвигателе в процессе сгорания топлива и выбрасываемого в атмосферу, зависит от:

- режима и времени работы двигателя;
- расхода топлива в соответствующем режиме работы;
- удельного показателя образования этого вещества, отнесенного к единице количества используемого топлива.

Главной особенностью загрязнения атмосферного воздуха, характерной только для летательных аппаратов, является выброс ЗВ на различных высотах:

- на уровне земной поверхности. На этом уровне осуществляется запуск и остановка двигателей, наземное руление перед взлетом и заруливание после посадки, а также опробование маршевых двигателей ВС в стационарных условиях и работа вспомогательных силовых установок ВС;
- в приземном слое атмосферы от уровня земли до высоты 900 м. На это уровне происходит взлет и плавный набор высоты;
- на больших высотах – от 900 м до 9000-12000 м. Это набор высоты, крейсерский горизонтальный полет и снижение ВС.

Все время полета подразделяется на несколько стадий, соответствующих различным зонам выброса ЗВ в атмосферу:

- взлетно-посадочный цикл в зоне аэродрома (до высоты 900 м);
- набор высоты от 900 м до эшелона крейсерского полета;
- крейсерский горизонтальный полет по маршруту на высотах эшелона;

- снижение с высоты эшелона крейсерского полета до высоты зоны аэродрома (900 м).

Если рассматривать аэропорт Рощино как физико-химическую и геотехническую систему 4 уровня, геотехническую систему, то зона аэропорта (аэродрома) Рощино, как объекта, загрязняющего атмосферный воздух, в высоту условно ограничивается 914,4 м (можно условно взять 900-1000 м) от уровня покрытия ВПП. Это соответствует средней толщине пограничного слоя атмосферы, принятой в метеорологии. Вещества, выброшенные в атмосферу на больших высотах, как правило, уже не достигают уровня земной поверхности, так как не попадают в приземные слои, а, следовательно, и не загрязняют воздух в районе аэропорта [25].

### **2.3.2 Оценка загрязнения атмосферного воздуха в зоне аэропорта Рощино**

Для того, чтобы оценить масштабы загрязнения атмосферного воздуха от ВС в зоне аэропорта Рощино, были произведены расчеты выбросов простым методом из Методики расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации 2007 г.

Простой метод расчета подходит для условия отсутствия данных средств объективного контроля полетной информации. Этот метод основан на использовании стандартного взлетно-посадочного цикла (ВПЦ). Стандартный ВПЦ по продолжительности длится 1974 с (взлет – 21 с, набор высоты – 66 с, заход на посадку – 120 с, движение на земном малом ходу – 780 с) [5].

Зная индекс эмиссии и время работы одного двигателя, можно вычислить массу выбросов ЗВ данного типа [5, 25]. Также для расчета необходимы характеристики двигателей. Характеристика двигателей ВС была взята из таблицы «Удельные показатели выбросов ЗВ для иностранных авиадвигателей, распространенных в практике отечественной ГА», в соответствии с Банком данных ИКАО по эмиссии выхлопных газов двигателей 1995 г. из пособия для практических занятий и дипломного проектирования «Промышленная экология. Расчет выбросов загрязняющих веществ от авиадвигателей гражданских воздушных судов» 2006 г. [25]. Информация, взятая из данного пособия, была оформлена в таблице пояснений (ПРИЛОЖЕНИЕ А) для каждого двигателя. Если данные по какому-либо авиадвигателю отсутствуют, то допускается использовать данные двигателей со сходными параметрами рабочего процесса (например, такие как тяга, степень повышения давления и температура газов на выходе из камеры сгорания и т.д.) [5].

Масса выбросов считается по данной формуле:

$$M = \sum EI_i * G_i * \tau_i \quad (1)$$

где  $EI_i$  – индекс эмиссии двигателя на  $i$ -ом режиме работы двигателя;

$G_i$  – расход топлива на  $i$ -ом режиме работы двигателя, кг/с;

$\tau_i$  – продолжительность  $i$ -го режима работы двигателя, сек;

$i$  – режим (этап ВПЦ) работы двигателя в зоне аэропорта.

Для расчета использовались данные расписания полетов, взятые с сайта аэропорта Рощино [39].

Расчет массы выбросов веществ выполняется из соотношений:

–  $CH_4 = 0,1HC$ ,

–  $SO_2 = 0,005 Gc$ ,

–  $CO_2 = 3,12 Gc$ ,

–  $H_2O = 1,35 Gc$ ,

где  $Gc$  (кг) – суммарный расход топлива ВС за весь ВПЦ [5, 25]. Масса выбросов по каждому виду загрязняющего вещества от судна определяется путем суммирования значений масс загрязняющих веществ по этапам полета для всех его двигателей [5].

В результате расчета было установлено, что за 2016 год в границе аэропорта Рощино в атмосферу было выброшено 105221,26 т загрязняющих веществ. В зимний период – 47421,27 тонн, в летний – 57799,99 т (рисунок 10). Выходит, что ежедневно в атмосферу зоны аэропорта Рощина выбрасывалось в среднем 290,21 кг загрязняющих веществ. Это в среднем 69,02 г на одного пассажира в сутки. На рисунке 10 изображено количество основных загрязнителей в составе выбросов от ВС в зоне аэропорта Рощино в 2016 г в кг.

В главе 1 было сказано, что в 2017 году увеличилось количество рейсов, а также созданы новые направления полетов. Если принять во внимание эту информацию, можно предположить, что в 2017 году количество выбросов загрязняющих веществ будет больше, чем в 2016 году. Основываясь на расписании зимнего и актуального на данный момент летнего периодов 2017 года, был произведен расчет предполагаемого выброса загрязняющих веществ в 2017 году (рисунок 11). Количество выбросов составило 106967,83 т (зимний период – 47778,58, летний период – 59189,25) [39].

Как видно из рисунка, если опираться на данные официального расписания полетов аэропорта Рощино, выброс в 2017 году предположительно будет больше на 1746,57 т, чем в 2016 году. Учитывая, что до окончания 2017 года в расписание могут быть внесены коррективы (созданы новые маршруты и увеличено количество рейсов), то выброс может оказаться еще больше.

В планах аэропорта Рощино приоритетным является увеличение пассажиропотока. Непосредственно для этих целей с 2012 по декабрь 2016 проводилась реконструкция аэропорта [46]. Пассажиропоток будет увеличен за счет расширения сети полетов как внутри страны, так и за ее пределами. В настоящий момент эта программа уже начала реализовываться. Внутри страны открыты полеты в аэропорт Усинск, увеличено количество рейсов в аэропорты Омска и Красноярска. Данная программа реализуется за счет средних по пассажироместности самолетов – ATR-72, Embraer 170, Let L-410 Turbolet, что экономически целесообразно. Кроме того, в начале 2017 года созданы новые чартерные рейсы на туристических направлениях Азии, Африки и Турции. В планах аэропорта и дальше развивать чартерное сообщение.

## **2.4 Нарушения ландшафта**

### **2.4.1 Ландшафтно-экологический анализ территории в зоне влияния аэропорта Рощино**

Аэропорт Рощино расположен в районе Новорощино Калининского округа городского округа город Тюмень Тюменского района Тюменской области. Некогда Новорощино был поселком, расположенном за границей городского округа Тюмени.

Данный участок находится на юге Западно-Сибирской низменной равнины, вблизи нижнего течения реки Тура. По физико-географическому районированию Н.А. Гвоздецкого, территория данного района входит в состав Туринской подпровинции, Тавдино-Пышминской провинции лесной области в зоне подтайги [35].

Рельеф представлен Ишимской равниной. Территория вокруг аэропорта имеет полого-равнинный рельеф [14]. Аэропорт имеет наибольшую высоту в окрестностях Тюмени – 95-112 м над уровнем моря [20].

В геолого-литологическом строении данного участка выделяется несколько комплексов кайнозойской складчатости. Наибольшее значение имеет четвертичная система, отложения которой распространены на всей поверхности Тюменского района. Она включает отложения бахтинского надгоризонта, в разрезе которого доминируют

суглинки и супеси желтовато-коричневого и зеленовато-серого цвета с характерным наличием мелкого растительного дендрита и гнездообразными прослойками гумуса толщиной до 1 м [32].

Природные комплексы окрестностей аэропорта Роцино относятся к классу равнинных ландшафтов. В соответствии с биоклиматическими показателями и преобладающими зональными почвенно-растительными сочетаниями данная территория относится к ландшафтам подтаежного подтипа лесного типа ландшафтов. Ландшафты подтайги формируются в умеренно влажных условиях при среднегодовой температуре  $+0,3^{\circ}\text{C}$ , средней температуре января  $-18,5^{\circ}\text{C}$ , июля  $+18,7^{\circ}\text{C}$  [6, 23].

Сумма температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$  составляет  $1750-1800^{\circ}$ . Безморозный период длится 120 дней. За год в среднем выпадает 375 мм осадков, из них 80-85% – за теплый период. [19].

Большие площади данной территории используются под пашню (рисунок 12). Также вблизи аэропорта расположено много населенных пунктов и дачных кооперативов.

Территория дифференцирована террасовыми и пойменными типами местностей (таблица 8). В пределах 10 км в северном, южном и западном направлениях и 3,5 км в восточном направлении вокруг аэропорта ландшафт представлен следующими урочищами:

1.1 – Плосковолнистые дренированные поверхности надпойменной террасы, сложенные субэральными отложениями, занятые сосново-березово-осиновыми ягодно-разнотравными лесами на суглинистых дерново-подзолистых почвах.

1.2 – Плосковолнистые дренированные поверхности надпойменной террасы, сложенные субэральными отложениями, занятые разнотравно-злаковыми суходольными лугами, с участием плоских слабодренированных понижений, занятых группировками кустарников и сосново-березовых колок, сложенных субэральными отложениями на суглинистых дерново-подзолистых почвах.

2.1 – Плоские дренированные поверхности поймы реки крупного порядка, сложенные аллювиальными отложениями, занятые сосново-березовыми ягодно-разнотравными лесами на суглинистых дерново-подзолистых почвах.

2.2 – Плоские слабодренированные поверхности поймы реки крупного порядка, сложенные аллювиальными отложениями, занятые местами подболоченными разнотравно-злаковыми лугами на лугово-черноземных почвах с участием сосново-березового разнотравно-ягодно-зеленомошного редколесья, сложенного аллювиальными отложениями на суглинистых дерново-подзолистых почвах.

2.3 – Плоские дренированные поверхности поймы реки крупного порядка, сложенные аллювиальными отложениями, занятые разнотравно-злаковыми лугами с отдельными группировками кустарников на суглинистых лугово-черноземных почвах.

2.4 – Плоскостолбовые дренированные поверхности поймы реки крупного, сложенные аллювиальными отложениями, занятые разнотравно-злаковыми лугами с отдельными группировками кустарников с участием плоских слабодренированных понижений, занятых сосново-березовыми колками, сложенных аллювиальными отложениями на суглинистых дерново-подзолистых почвах.

Данная территория слабо нарушена и в целом устойчива к антропогенному воздействию. Она обладает низкой и средней степенью экологического риска (таблица 9). Почти на всей территории промышленное освоение допустимо без дополнительных ограничений [8].

#### **2.4.2 Воздействие на ландшафты**

Нарушение ландшафта аэропортом Рощино является следствием его комплексного воздействия на природные системы. Оно выражается в виде разрушения местообитаний организмов и нарушения регенерационной способности природных ландшафтов. В результате происходит сдвиг равновесия, при котором природная среда имеет способность к саморегуляции и самовоспроизводству. За счет это наблюдается деградация и разрушение экосистем и негативное видоизменение ландшафтов.

Главная причина ландшафтных нарушений аэропортом Рощино – отчуждение территорий под его транспортные коммуникации и объекты инфраструктуры. Отчуждение территории сопровождалось фрагментацией ландшафтов – рассечением природной среды транспортными трассами (автомобильными, ВПП с подъездными путями и т.п.). За счет этого богатые гумусом оподзоленные черноземные почвы, площадь 5,1 км<sup>2</sup>, не попадают в сельскохозяйственный оборот и не используются под пашни [48].

Экосистемы на отчужденных и прилегающих к ним территориях деградируют от:

- чрезмерного химического и физического (шумового, вибрационного, электромагнитного) загрязнения воздуха и почв;
- больших асфальтированных и бетонированных территорий, препятствующих нормальному воздухо- и влагообмену.

При перевозке пассажиров и грузов автомобильным транспортом, а также при работе ВС и спецавтотранспорта в аэропорте происходит истирание дорожных покрытий и шин, продукты износа которых смешиваются с твердыми частицами отработавших газов



и грязь почвенного слоя, занесенная на проезжую часть ВПП с прилегающих участков. В результате образуется пыль, которая в сухую погоду поднимается в атмосферу потоками воздуха ВС и ветром. Эти загрязнения, попадая в близлежащий к аэропорту водоем – р. Туру, действует негативно на речную и пойменную растительность, рыб и других обитателей, а также накапливается в донных отложениях.

Вблизи границы аэропорта Рощино возникают «краевые зоны» ландшафта с измененными экосистемами, где действуют следующие группы факторов:

- *барьерные факторы* (ограждения и полотна дорог и ВПП), препятствующие питанию, размножению, естественной миграции, обмену генофонда животных;
- *факторы беспокойства* (вибрация, шум, свет от транспортных средств, светосигнальных и охранных устройств), нарушающие среду обитания животных, пугая и беспокоя их. Воздействие шума было рассмотрено в подглаве 2.2 главы 2.
- *факторы, вызывающие химическое загрязнение местообитаний* растений и животных. Данные факторы были рассмотрены выше в подглаве 2.3 главы 2 о загрязнении атмосферного воздуха.
- *факторы, обуславливающие столкновения* животных с транспортными средствами их гибель.

Последняя группа факторов очень актуальна для аэропорта Рощино, так как попадание птиц в авиадвигатели может привести к серьезным поломкам и даже их отказу, что, в свою очередь может стать причиной авиапроисшествия. [22] Для исключения столкновения птиц с ВС, в аэропорту Рощино принимаются специальные акустические установки, отпугивающие птиц и не допускающие гнездование в зоне аэропорта [49].

Отдельно стоит рассмотреть вибрацию. Вибрационное загрязнение близко по природе к шумовому и в значительной мере характеризуется теми же показателями. Различие заключается в том, что звук распространяется в любых средах, а вибрация только в твердых телах. Поэтому на живые организмы в районе аэропорта вибрация оказывает воздействие только при контакте через опорные поверхности: ВПП, грунт, подъездные пути, перекрытия и полы зданий, расположенных на территории аэропорта Рощино. Авиационная вибрация оказывает локальное воздействие преимущественно на рабочую среду обитания человека, работающего на территории аэропорта, а также на летный состав ВС. Кроме того, вибрация оказывает воздействие не только на работников отрасли, но и на находящихся на борту ВС или на территории аэропортов пассажиров и посетителей аэропорта, а также на тех, кто проживается вблизи аэропортов. У человека под действием вибрации развивается особая вибрационная болезнь.

В аэропорту Рощино источником особенно мощной вибрации являются ВС, совершающие посадку. Вибрация распространяется по грунту и достигает фундамента зданий и сооружений. В грунте она затухает. Ощутимое воздействие вибрации распространяется на расстояние 150-200 м от ВПП [22].

## **2.5 Аварийно-залповое загрязнение**

Развитие ГА развивается год от года. Она является наиболее высокотехнологичной отраслью транспорта, наращивая свою деятельность, и по многим показателям выходит на первые места в транспортной системе России. Тем не менее, в деятельности ГА возможны сбои в виде нештатных чрезвычайных ситуаций, которые выражаются в возникающих авиационных событиях (АС) разного рода. Происходящие в границах аэропортов, АС является причиной негативных воздействий на их зоны и прилегающих к ним территорий (таблица 10). Поэтому исключительно важную роль в деятельности ГА занимает обеспечение безопасности полетов и деятельности аэропортов. Особенностью АС – его аварийно-залповый характер, то есть полная неопределенность во времени и интенсивности воздействия [27, 28].

Большую экологическую опасность представляют аварии на объектах хранения различных, в том числе авиационных, ГСМ на территории аэропорта Рощино. В случае аварии нефтепродуктами будет загрязнены как территория аэропорта, так и близлежащие к нему территории, прилегающие к нему. Зачастую аварии на складах ГСМ сопровождаются пожарами [22]. Это очень актуально для Рощино, так как местностью, где расположен аэропорт, в большой степени облесена, поэтому, если в ходе чрезвычайной ситуации будет иметь место возгорание, это может привести к крупному пожару, что в свою очередь уничтожит лесные растительные сообщества и места обитания животных. Кроме того, в случае чрезвычайной ситуации на территориях многочисленных в окрестностях аэропорта Рощино сельскохозяйственных земель, будет произведен большой урон данным угольям в частности и экономике района в целом.

В случае возникновения какой-либо чрезвычайной ситуации схема жизненного цикла оказания авиатранспортной услуги трансформирует и приобретает вид, показанные на рисунке 13.

Как видно из схемы, при штатном осуществлении авиатранспортной услуги, образуются отходы эксплуатации объектов авиации. Вследствие АС цикл авиатранспортной услуги сокращается, за счет того, что объекты авиации идут в отход, не завершив свой срок эксплуатации. При этом, как правило, увеличивается количество

отходов. Также рост количества отходов происходит в рамках восстановительных работ, как авиационных объектов, так и нарушенной территории. Таким образом, при возникновении АС природной среде района аэропорта Рощино может быть нанесен существенный урон за счет попадания в биосферу больших концентраций загрязняющих веществ (прежде всего, углеводов), наносящих разрушительное воздействие на почвы, водные объекты, растительные и животные сообщества, а также причиняющие вред и порчу объектам хозяйства и собственности близлежащих территорий. Если говорить о районе аэропорта Рощино, то в зоне риска с точки зрения сохранения ландшафта находятся: р. Тура, пойменные луга поймы р. Тура, подболоченные участки пойм. Кроме того, большой вред может быть нанесен объектам хозяйства и инфраструктуры – сельскохозяйственные земли, ЛЭП, объекты хозяйственного и административного назначения аэропорта Рощино, близлежащие населенные пункты и жилые районы г. Тюмень: прежде всего, коттеджный поселок «Луговое», с. Луговое, с. Горьковка, с. Кулаково и п. Утешево, мкр. Новорощино.

## ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 2

В этой главе было определено воздействие аэропорта Рощино на окружающие территории.

Было установлено, что при зонировании зоны санитарного разрыва не были учтены санитарно-гигиенические нормы. В этой связи акустическая обстановка вокруг аэропорта была исследована шумомером. Результаты показали, что обстановка удовлетворительная, но в случае роста полетов, ситуация может стать негативной.

Было посчитано количество загрязняющих веществ, выброшенных в пределах зоны аэропорта. В 2016 г. они составили 105221,26 т. По оценкам, в 2017 г. их уже будет 106967,83 т.

Располагаясь в зоне интенсивного сельского хозяйства, Рощино измает из хозяйственного оборота под свою территории 5,1 км<sup>2</sup>.

Будучи технологическим объектом, Рощино, является центром повышенной опасности. Чрезвычайные ситуации могут произойти как на земле, так и в воздухе зоны аэропорта. В случае авиационного события, особенно в сопровождении пожаров и взрывов, жизненный цикл авиатранспортной услуги сокращается, а скорость образование отходов и деградации биосферы возрастает.

## **ГЛАВА 3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ АЭРОПОРТА РОЩИНО НА ОКРЕСТНЫЕ ТЕРРИТОРИИ**

### **3.1 Характеристики мероприятий по борьбе с авиационным шумом и загазованностью воздуха**

Как уже было сказано в главе 2, измерения шума в населенных пунктах, и районах г. Тюмени, попадающих в зону санитарного разрыва аэропорта Рощино, не выявили превышения предельно-допустимого уровня звука. В окрестностях аэропорта наблюдается положительная акустическая ситуация, а, следовательно, нагрузка на окружающие территории в пределах нормы.

В настоящий момент у аэропорта Рощино в планах увеличение пассажиропотока. Для этого руководством компании предпринят ряд мер по расширению сети и частоты полетов [41, 46]. В связи с этим, есть риск, что акустическая обстановка в окрестностях аэропорта может ухудшиться. Чтобы держать ситуацию под контролем, необходимо организовать регулярный мониторинг шума в районе аэропорта. В случае роста звукового воздействия, существующие естественные и искусственные преграды (лесополосы, постройки, облесенные территории), безусловно, смогут защитить жилые массивы от шума. Но если ситуация примет характер тенденции, тогда необходимо будет прибегнуть к дополнительным мероприятиям по звукоизоляции территорий, попадающих под шумовое воздействие.

Самым оптимальным являются дополнительные искусственные и естественные преграды, способные эффективно изолировать территорию от шума ВС. К искусственным относятся акустические экраны (АЭ) и сооружения и здания. К естественным – деревья и кустарники [15, 24]. Данные преграды являются хорошими методами в борьбе с шумовым воздействием. Они применяются для шумового подавления автотранспорта, железнодорожного транспорта и ВС всех типов.

#### **Зеленые насаждения**

Чтобы определить какой метод посадки зеленых насаждений наиболее эффективнее применить для аэропорта Рощино, с помощью эмпирических расчетных соотношений была сделана оценка. Данные соотношения необходимы для получения анализа снижения уровня авиационного шума зелеными насаждениями. Основой для этого послужили эмпирические соотношения, основанные на использовании метода наименьших

квадратов.

Были смоделированы следующие варианты естественных преград:

- 1 ряд тополя пирамидальный (летом, зимой);
- 2 ряда тополя пирамидального (летом, зимой);
- 1 ряд кустарника высотой 1,2-2 метра (летом);
- 2 ряда кустарника высотой 1,2-2 метра (летом).

В качестве дерева для посадки был выбран тополь пирамидальный (ПРИЛОЖЕНИЕ Б). Данное дерево из-за своих больших размеров (в среднем 15-20 м, максимум до 40 м) и пышной и крупной листвы (длиной до 12 см и шириной до 9 см) является отличным шумоглушителем и преградой для пыли и газов. Тополь обогащает воздух фитонцидами – биологически активными веществами, подавляющими рост и развитие болезнетворных микробов. Тополь осуществляет фотосинтез как в светлое время суток, так и ночью, поэтому потребление углекислого газа идет круглосуточно. Кроме того, благодаря форме кроны и красивой листве пирамидальный тополь очень декоративный и применяется в ландшафтном дизайне, повышая эстетическую привлекательность территории [50].

В качестве кустарника был выбран дерн белый. Этот кустарник имеет плотно растущие ветви, что хорошо подходит для шумоглушения и защиты территории от пыли и газов. Его средняя высота 1,5. Как и тополь, дерн повышает привлекательность внешнего вида территории (ПРИЛОЖЕНИЕ Б) [16].

### **Акустический экран**

Акустический экран (АЭ) — это искусственная преграда на пути распространения звука, сооружаемая для снижения звукового воздействия на территории звукового влияния. По назначению и месту установки различают следующие виды акустических экранов (таблица 11) [16]:

- офисные (используются в помещениях, чаще всего в офисах);
- транспортные (устанавливаются вдоль автомобильных и железных дорог, а также в аэропортах);
- технологические (устанавливаются вблизи стационарных отдельно стоящих источников, например, трансформаторов);
- передвижные (применяются в составе шумозащитного комплекса на транспортных машинах);

- дополнительные (используются как элементы шумозащитных конструкций, например, звукоизолирующих капотов).

Каждый вид АЭ имеет свою специфику, связанную с конструктивным исполнением и местом расположения. Наибольшее распространение получили транспортные АЭ. Это твердое звуконепропускаемое препятствие, блокирующее линию прямой видимости от источника звука до точки наблюдения и создает акустическую тень (при этом шум в точке наблюдения уменьшается). Транспортные АЭ используются для снижения уровня шума на автомагистралях, железных дорогах и в аэропортах для снижения аэродромного шума.

По конструктивному исполнению и достигаемому эффекту все АЭ и экранирующие сооружения можно свести к следующим классам (таблица 12) [15]:

1. плоские экраны;
2. широкие экраны;
3. экраны-тоннели;
4. комбинированные экраны и сооружения.

*Плоским АЭ* называют такой экран, в котором дифракция происходит на одной грани. Такие экраны изготавливаются высотой от 2 до 6 м. По форме они могут быть Г-образными, Т-образными, наклонными и др. Чем сложнее форма ребра плоского АЭ, тем он эффективнее.

*Широким АЭ* называется такой АЭ, в котором дифракция проходит на двух гранях. Поэтому эффективность широких АЭ при одинаковой высоте с плоскими АЭ выше. Примером широких АЭ являются насыпи, земляные валы, здания и другие сооружения. Высота широких АЭ – 2-3 м.

*Комбинированные АЭ* применяются для достижения большего снижения шума. Они состоят из нескольких АЭ – комбинация плоских, Г-образных и прочих экранов, усиливающих действие друг друга.

*АЭ-тоннели* – сложные сооружения, в которых звук замкнут звукоэкранирующей помещением, он не проходит через стенки, а дифрагирует на элементах входа и выхода. В связи с этим эффективность АЭ-тоннеля достаточно высока и зависит от его длины и звукоизоляции стен, а уменьшение уровня звука на входе и выходе из тоннеля достигается с помощью применения звукопоглощающей облицовки.

*Комбинированные экранирующие сооружения* имеют различные конструкции. Но, как правило, самый распространенный вид – сочетание широкого и тонкого экранов, являющихся в комбинации более эффективными, чем каждый отдельный элемент [16].

## **Материал и необходимые параметры АЭ**

Важным элементом в конструкции АЭ является звукопоглощающее покрытие, располагаемое со стороны источника звука. Если такого покрытия не будет, звук будет переотражаться (рисунке 13). При переотражении уровень звука снижается, но незначительно – на 4-6 дБА [15].

Выбор материала для экрана влияет на его стоимость и эффективность. Все АЭ по типу применяемого материала и отражающим или поглощающим свойствам можно разбить на две группы [15]:

Однослойные:

- асбоцемент;
- кирпич;
- стекло;
- пластики;
- дерево;
- бетон с добавками;
- железобетон.

Многослойные [15]:

- бетонные с полимеризованными добавками (пенобетоном, полистербетон);
- алюминиевые трехслойные;
- с резиноподобным покрытием;
- металлические (перфорированный лист) из нескольких слоев.

АЭ из первой группы только отражают звуковую энергию, а АЭ из второй группы не только отражают, но и обеспечивают звукопоглощение. Дело в том, что первая группа изготовлена из материалов с низким уровнем звукопоглощения. К слову, в качестве материала для АЭ очень часто используют бетон, являющийся плохим звукопоглощающим материалом. Чтобы АЭ из бетона поглощал больше звука, в него добавляют полимерные добавки [15].

## **Размеры АЭ**

Основными параметрами АЭ являются его высота и длина.

Длина АЭ устанавливается в зависимости от того, какой протяженностью является жилой массив, который необходимо защитить от шумового воздействия. Если жилая зона обращена к источнику шумового воздействия и имеет протяженность 300 м, то длина АЭ должна быть минимум 360 м.



От высоты АЭ зависит размер зоны акустической тени, создаваемой экраном. На практике применяются АЭ высотой 2-6 м, но в отдельных случаях, если жилая зона, например, примыкает к дороге, высота экрана может достигать 7-8 м. Выбор высоты АЭ диктуется шумовой обстановкой территории и требованиями шумоглушения. Необходимое снижение шума определяется расстоянием от источника шума до жилой застройки и рельефом местности. Зависимость эффективности АЭ от его высоты приведены в таблице 13. [15].

### 3.2 Анализ и выбор мероприятий по снижению негативного воздействия аэропорта Роцино

С помощью следующих выражений можно сделать расчеты снижения уровня шума естественными (растительными) преградами [24]:

1 ряд деревьев (летний период):

$$y = 150,25 - 1,56439x + 0,008025x^2 \quad (2)$$

2 ряда деревьев (летний период):

$$y = 73,5521 + 1,29532x - 0,016425x^2 \quad (3)$$

1 ряд деревьев (зимний период):

$$y = 171,379 - 2,32571x + 0,0148708x^2 \quad (4)$$

2 ряда деревьев (зимний период):

$$y = 164,837 - 1,87802x + 0,0090375x^2 \quad (5)$$

1 ряд кустарника (летний период):

$$y = 80,9719 - 0,022399x - 0,00289583x^2 \quad (6)$$

2 ряда кустарника (летний период):

$$y = 68,6549 + 0,528237x - 0,00731667x^2 \quad (7)$$

$x$  – расстояние от источника звука до посадок;

$y$  – снижение уровня звука, дБА.

На основе этих расчетов были построены графики (рисунок 14, рисунок 15, рисунок 16).

Были получены следующие результаты:

- 1 ряд тополя пирамидального зимой снижает звук на 11,8 дБА;
- 2 ряда тополя пирамидального зимой снижают звук на 21,1 дБА;
- 1 ряд тополя пирамидального летом снижает звук на 15,6 дБА;
- 2 ряда тополя пирамидального летом снижают звук на 25,3 дБА;
- 1 ряд кустарника высотой 1,2-2 метра летом снижает звук на 12 дБА;
- 1 ряда кустарника высотой 1,2-2 метра летом снижает звук на 12,8 дБА.

Результаты, полученные по этому методу, являются условными и отображают тенденцию. Но они показали, что в зависимости от способа посадки с помощью зеленых насаждений можно снизить уровень авиационного шума на 12-25 дБА. Снижение уровня шума происходит в соответствии с регрессионными уравнениями. В среднем уменьшение происходит на 1-2 дБА при удалении на 10 метров от источника шума. Расчет сделан при условии, что максимальное расстояние будет до 80 метров от источника шума (ВПП). В летний период уровень звука понижается на 3-4 дБА ниже, чем в зимний (в связи с опаданием листьев). Следовательно, если уровень звука в одной из точек поднимется выше санитарной нормы, например, до 60 дБА, то дополнительная посадка 2 рядов тополя может снизить шум до 35 дБА. На практике же все может быть иначе. Звуковая волна в стандартном ВПП распространяется не только с поверхности аэродрома (движение на земном малом ходу), но и с воздуха (взлет, набор высоты, заход на посадку, высота до 900 м). Поэтому шумоглушение преград частичное, а, следовательно, 2 ряда тополя снижают уровень шума не на полные 25 дБА, а на 60 % от данных, полученных с помощью расчетов, то есть на 15 дБА [24].

Для снижения шума в жилых зонах, расположенных в окрестностях аэропорта Рощино, в зависимости от шумовой обстановки целесообразна посадка как одного, так и двух рядов тополя пирамидального в сочетании с одним рядом дерна белого.

Стоит отметить, что аэропорт Рощино помимо естественных преград, о которых говорилось в главе 2, имеет ряд искусственных преград. Это аэровокзал аэропорта, администрация и хозяйственно-бытовые помещения аэропорта, гостиница «Лайнер», офисы авиакомпаний «Ямал» и «ЮТэйр», административное здание аэропорта Рощино, хозяйственные, административные и жилые дома по улицам Олега Антонова, Сергея Ильюшина и Андрея Туполева (рисунок 4) [36, 43].

Как и с растительностью, с помощью метода наименьших квадратов были получены результаты для случаев, когда в качестве защиты от авиационного шума используются здания [24]:

для трех здания:

$$y = 128,774 - 0,697748x + 0,000825x^2 \quad (8)$$

для одного здания:

$$y = 111,7 - 0,521026x + 0,00061666x^2 \quad (9)$$

для двух зданий:

$$y = 128,713 - 1,2805x + 0,006x^2 \quad (10)$$

$x$  – расстояние от источника звука до посадок;

$y$  – снижение уровня звука, дБА.

На основе этих расчетов был построен график (рисунок 17).

Чем больше зданий выступает в роли преграды звука, тем сильнее выражено шумоподавление. На рисунке 17 аэропорту Рощино соответствует график «Три здания».

Данные результаты показывают, что здания являются хорошими преградами для звука и способствуют снижению уровня авиационного шума. В случае с аэропортом Рощино, можно предположить, что на данных натуральных измерений уровня авиационного шума в мкр. Новорощино и с. Луговое отразилось наличие построек вблизи аэропорта. Особенно это важно для мкр. Новорощино, так как измерения показали, что уровень звука там 46,4 дБА. При отсутствии построек уровень в дневное время был бы как минимум 56-57 дБА, что больше санитарной нормы.

В нашем случае был выбран комбинированный АЭ, состоящий из насыпи высотой 1,5 м и плоского экрана высотой 3 м (ПРИЛОЖЕНИЕ В). По оценкам автора, эффективность такого экрана должны будет составить 15 дБА.

Таким образом, применение двух рядов тополя пирамидального, одного ряда дерна белого и комбинированного АЭ должно снизить уровень звука на 25-35 дБА в летнее время года и 20-25 дБА в зимнее время года.

Так как под особым риском п. Утешево и коттеджный поселок «Луговое», то, прежде всего, в случае отрицательной акустической динамики, необходимо будет организовать звуковую изоляцию этих двух населенных пунктов.

На рисунке 18 отмечены места расположения преград, организованные для защиты КП «Луговое». Укрепление этой территории от авиационного шума предполагает строительство АЭ и посадки тополя пирамидального.

Данные мероприятия позволят снизить уровень шумового воздействия на 20-25 дБА в летнее время года и 15-20 в зимнее.

На рисунке 19 отмечены места расположения преград, организованные для защиты п. Утешево. Укрепление этой территории от авиационного шума предполагает помимо строительства АЭ и посадки тополя пирамидального посадку дерна белого.

Данные мероприятия позволят снизить уровень шумового воздействия на 15-20 дБА в летнее время года и 10-20 в зимнее.

Как было сказано выше, данные мероприятия также способствуют сокращению загазованности и запыленности атмосферного воздуха в зоне жилой застройки, что важно при увеличении выбросов, которым будет сопровождаться расширение сети полетов аэропорта. Так как рост тополя и дерна займет не один год, их посадку лучше осуществить уже сегодня. В случае применения, эти меры, в целом будут способствовать санации территорий в окрестностях аэропорта.

### **ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 3**

В этой главе были рассмотрены естественные и искусственные методы снижения воздействия, прежде всего шумового, аэропорта Рощино.

На основе метода наименьших квадратов были произведены расчеты эффективности растительных насаждений. В результаты были составлены соотношения типа посадок и их способности к шумоподавлению и улавливанию пыли и газа. Также были обозначены типы акустических экранов и выбран тот тип, который наиболее всего подошел бы для аэропорта Рощино.

На основе полученных данных были составлены карты укрепления территорий двух населенных пунктов в зоне влияния аэропорта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аэропорт Рощино играет важную роль в отрасли авиационных перевозок Российской Федерации. Аэропорт связывает г. Тюмень с большим количеством российских и зарубежных аэропортов. Но, располагаясь в границах г. Тюмень, аэропорт является фактором, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду. В зону влияния аэропорта входит ряд пригородных населенных пунктов и районов г. Тюмень.

Результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

Была выполнена характеристика аэропорта Рощино как объекта авиации и геотехнической системы. Рощино является крупным аэропортом международного значения. Он имеет богатую историю. С его помощью были освоены первые нефтяные и газовые месторождения Тюменской области. За почти 50 лет своего существования аэропорт превратился в ключевой объект авиации России. По состоянию на 28.05.2017 г. самолеты из Рощино летают в 47 регулярных и 4 чартерных направления на внутренних и международных рейсах, связывая Европу, Азию и Африку. В 2016 г. прирост пассажирооборота составил 26 %, было перевезено 1530549 пассажиров, что является историческим рекордом для аэропорта. Рощино – открытая геотехническая система четвертого уровня, обусловленная разнообразием технологических процессов, размером систем и масштабом экологических последствий. Аэропорт расположен в границе муниципального округа г. Тюмень и находится в постоянной связи, а также обменивается веществом, энергией и информацией с окружающей его природно-антропогенной средой, включающую районы г. Тюмень, пригородные населенные пункты и природные объекты в зоне влияния аэропорта.

Была оценена зона и степень антропогенной нагрузки аэропорта Рощино. Как геотехническую систему аэропорт Рощино можно поделить на центральную зону непосредственного воздействия (подзоны: активная, ослабленной активности и периферийная) и зону косвенного влияния. В каждой из зон и подзон, но с разной интенсивностью, наблюдается воздействие аэропорта. Самым важным фактором является шумовое воздействие. Так, было установлено, что при зонировании зоны санитарного разрыва не были учтены санитарно-гигиенические нормы. В этой связи акустическая обстановка вокруг аэропорта была исследована шумомером. Результаты показали, что обстановка удовлетворительная, но в случае роста полетов, ситуация может стать негативной. С помощью методики, было посчитано количество загрязняющих веществ, выброшенных в пределах зоны аэропорта. В 2016 г. они составили 105221,26 т. По оценкам, в 2017 г. их уже будет 106967,83 т. Располагаясь в зоне интенсивного сельского

хозяйства, Рощино измает из хозяйственного оборота под свою территории 5,1 км<sup>2</sup>. Будучи технологическим объектом, Рощино, является центром повышенной опасности. Чрезвычайные ситуации могут произойти как на земле, так и в воздухе зоны аэропорта. В случае авиационного события, особенно в сопровождении пожаров и взрывов, жизненный цикл авиатранспортной услуги сокращается, а скорость образование отходов и деградации биосферы возрастает.

Разработаны меры по защите территорий, расположенных в зоне воздействия аэропорта Рощино. Была исследована информация о естественных и искусственных методах снижения шумового воздействия аэропорта Рощино. На основе метода наименьших квадратов были произведены расчеты эффективности растительных насаждений. В результаты были составлены соотношения типа посадок и их способности к шумоподавлению. В качестве естественных шумовых преград были выбраны тополь пирамидальный и дерн белый. Кроме хорошей звукоизоляции данные растения хорошо справляются с функцией барьера для газов и пыли, которые, в свою очередь, также являются негативным фактором от деятельности аэропорта. В качестве дополнительной искусственной преграды был выбран комбинированный акустический экран. Данные преграды были помещены на карту двух населенных пунктов, расположенных в зоне влияния аэропорта. Карты выступают как примеры укрепления территории от воздействия аэропорта Рощино.

Аэропорт Рощино на сегодняшний день является одним из самых активно развивающихся аэропортов России. Пассажиропоток аэропорта растет с каждым годом, открываются новые направления на внутренних и международных линиях. В планах у аэропорта повышение показателей по перевозке пассажиров и плотности сети сообщений. С точки зрения воздействия на окружающую среду, ситуация в районе аэропорта удовлетворительная. Но, если брать во внимание планы руководства аэропорта по расширению сети сообщений, ситуация может измениться в худшую сторону. Предлагаемые в диссертационной работе мероприятия, смогут снизить потенциальное воздействие аэропорта, повысить общую санацию и эстетическую привлекательность территорий, расположенных в зоне влияния аэропорта Рощино.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Нормативно-правовые акты

1. Постановление Главного санитарного врача РФ № 20 от 01.04.2014 «Об установлении размера санитарно-защитной зоны имущественного комплекса международного аэропорта «Рошино» на территории г. Тюмени Тюменской области». Режим доступа: [http://www.tjm.aero/upload/content/tjm\\_szz-postanovlenie01-04-2014.pdf](http://www.tjm.aero/upload/content/tjm_szz-postanovlenie01-04-2014.pdf). Дата обращения: 11.01.2017.
2. ГОСТ 22283-88 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения», 1988 г. Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/19/19572.shtml>. Дата обращения: 03.04.2016.
3. ГОСТ 22283-88-2014 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения», 2015 г. Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/57671/>. Дата обращения: 03.04.2016.
4. СН 2.2.4/2.1.8.561-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки», 1996 г. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103805/589a397a0da4c484420b073386f11e28583fe8a8/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103805/589a397a0da4c484420b073386f11e28583fe8a8/). Дата обращения: 03.04.2016.
5. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации – М.: 2007 – 21 с. Режим доступа: <http://www.eco.com.ua/node/333290>. Дата обращения: 28.09.2016.

### Научная и учебная литература по теме

6. Атлас Тюменской области. Вып. 1. М. – Тюмень, 1971, 198 с.; Климат Тюмени / Под. ред. Ц.А. Швер, С.А. Ковбы. Л., 1985. 184 с.
7. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области / В.В. Бакулин, В.В. Козин – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1996. – 240 с.
8. Вильчек Г.Е. Экология, экономика, право. М., 1997. 200 с.
9. Воротынцев В.М., Запорожец А.И., Карпин Б.Н. Постановка задачи описания воздушных судов как источника загрязнения атмосферы // Труды ГосНИИ ГА. – М.: ГосНИИ ГА, 1981. -197. С. 14-21.
10. Дорохов И.Н., Кафаров В.В. Диаграммный принцип описания физико-химических систем // Гидродинамика и явление переноса в двухфазных дисперсных системах: межвуз. сб. науч. тр. – Иркутск: ИПИ, 1977. – С. 3-21.



11. Загрязнение атмосферы в результате деятельности современного воздушного транспорта. // Н.И. Николайкин, Ю.В. Смирнова // Научный вестник МГТУ ГА, 2006. – №108. С. 66-72.
12. Запорожец А.И., Картышев О.А. Социальные и санитарно-гигиенические аспекты шума окружающей среды и их значимость для экологического нормирования // Научный вестник МГТУ ГА, 2010. – № 160. С. 132-140.
13. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Драган С.П., Пирожков М.В. Пути снижения авиационного шума на территории жилых застроек // Защита от повышенного шума и вибрации. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Н.И. Иванова. 2013. С. 522-534.
14. Иваненко А.С. Окрестности Тюмени / А. С. Иваненко. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1988. – 208 с.
15. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 20008. – 424 с.
16. Инженерные методы охраны атмосферного воздуха: учеб. пособие / А.А. Челноков, А.Ф. Мирончик, И.Н. Жмыхов. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 397 с.
17. Козин В.В., Маршинин А.В., Осипов В.А.. Техногенные системы и экологический риск: Учебное пособие / В.В. Козин, А.В. Маршинин, В.А. Осипов – Тюмень: издательство Тюменского государственного университета, 2008. – 256 с.
18. Кузнецов В.С. Медико-биологические аспекты проблемы шума в авиации Текст. / В.С. Кузнецов // Пленар. доклады на VI науч.-техн. конф. по авиационной акустике. ЦАГИ, 1979. - С. 122-149.
19. Маршинин А.В. Классификация ландшафтов юго-западной части Тюменской области/А.В. Маршинин // Вестник Тюменского государственного университета, 2004. т.№ 3. – С.170-174.
20. Матросов Ю.П. Аэропорт. 40 лет ОАО «Аэропорт Рошино» / Ю. П. Матросов; под общ. ред. В.П. Савинова – Тюмень, Нижний Тагил: «Медиа Принт», 2008. – 161 с.
21. Матягина А.М., Николайкин Н.И., Смирнова Ю.В / Анализ вклада авиации в загрязнение атмосферы транспортом России в конце XX в. // Научный Вестник МГТУ ГА, серия Студенческая наука, 2003. – № 69. С. 72-79.
22. Матягина А.М., Николайкина Н.Е., Николайкин Н.И. Промышленная экология. Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта. – М.: Академкнига, 2006. – 240 с.

23. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам СССР. Серия 2. Средние данные за 1951-1985 гг. Ч. 1. Вып. 17. Тюменская, Омская области. Омск, 1991. 270 с.; Шварева Ю.Н. Климат Западно-Сибирской равнины в погодах. М., 1976. 115 с.
24. Нахмансон Г.С., Сухоруков И.А. Эффективность снижения уровня авиационного шума естественными и искусственными препятствиями // Кибернетика и высокие технологии XXI века XV Международная научно-техническая конференция. НПФ «САКВОЕЕ» ООО. 2014. С. 358-363.
25. Николайкин Н.И. Промышленная экология. Расчет выбросов загрязняющих веществ от авиадвигателей гражданских воздушных судов: пособие для практических занятий и дипломного проектирования / Н.И. Николайкин, Ю.В. Смирнов, Б.Н. Карпин. – М.: МГТУ ГА, 2006. – 58 с.
26. Николайкин Н.И. Регулирование состояния антропогенно-измененных экосистем вокруг комплексов авиапредприятий в жизненном цикле авиаперевозок // Научный вестник МГТУ ГА, 2010. – № 162. С. 22-29.
27. Николайкин Н.И., Старков Е.Ю. Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте // Научный вестник МГТУ ГА, 2015. – № 218. С. 17-23.
28. Николайкин Н.И., Старков Е.Ю. Уменьшение экологических последствий от авиационных происшествий // Научный Вестник МГТУ ГА, 2016. – №3. С. 129-134.
29. Николайкин Н.И. Управление экологической безопасностью промышленно-транспортных и энергетических узлов: монография. – М.: МГУ инженерной экологии, 2007. – 256 с.
30. Оценка и управление техногенной нагрузкой химических предприятий па природную среду / О. С. Балабеков, Ж. К. Бахов, О. Г. Воробьев, Б. С. Шакиров; под ред. О. Г. Воробьева. Алматы: Кітап палатасы, 2002. – 202 с.
31. Рощино повышает статус // National Business, 2016. - № 4. С. 14.
32. Старков В.Д., Тюлькова Л.А. Геология, рельеф, полезные ископаемые Тюменской области: для студентов, обучающихся по геологическим, географическим, экологическим специальностям и направлениям / В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова. – Тюмень: Тюменский дом печати, 2010. – 349 с.
33. Шестак Ю. Аэропорт «Рощино» вновь признан лидером: энциклопедия / Ю. Шестак // Лучшие/THE BEST. Люди. События. Факты. Тюменская область – 2005: энциклопедия. - М.: Эпоха, 2006. – С. 212-213.

34. Феоктистова О.Г., Наумова Т.В., Феоктистова Т.Г. Исследование воздействия авиационного шума в окрестностях аэропорта «Елизово» // Научный вестник МГТУ ГА, 2014. – № 204. С. 26-31.
35. Физико-географическое районирование Тюменской области; под ред. Н.А. Гвоздецкого. – М.: Издательство Московского государственного университета, 1973. – 248с.

#### Интернет-ресурсы

36. Сервис Google Карты. Режим доступа: [www.google.ru/maps](http://www.google.ru/maps). Дата обращения: 16.04.2016.
37. Сайт 2ГИС. Тюмень. Режим доступа: [www.2gis.ru/tyumen](http://www.2gis.ru/tyumen). Дата обращения: 16.04.2016.
38. Сайт Международного аэропорта «Рошино», раздел «Общие сведения». Режим доступа: [www.tjm.aero/airport/info/](http://www.tjm.aero/airport/info/). Дата обращения: 10.04.2016.
39. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Расписание». Режим доступа: [www.tjm.aero/passengers/information/schedule/](http://www.tjm.aero/passengers/information/schedule/). Дата обращения: 10.04.2016.
40. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «География полетов» [www.tjm.aero/airport/geography/](http://www.tjm.aero/airport/geography/). Дата обращения: 07.04.2016.
41. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Новости». Режим доступа: [www.tjm.aero/mediacenter/news/](http://www.tjm.aero/mediacenter/news/). Дата обращения: 10.04.2016.
42. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Партнерам. Зона ограничения строительства». Расчетная схема санитарной защитной зоны. Режим доступа: [www.tjm.aero/upload/content/tjm\\_szz-mar08-2014.pdf](http://www.tjm.aero/upload/content/tjm_szz-mar08-2014.pdf). Дата обращения: 10.04.2016.
43. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Схема аэропорта». Режим доступа: [www.tjm.aero/map/](http://www.tjm.aero/map/). Дата обращения: 10.04.2016.
44. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Партнерам. Зона ограничения строительства». Зонирование территорий (разъяснения). Режим доступа: [www.tjm.aero/upload/content/tjm\\_szz-zonyABCD-17-06-2014.pdf](http://www.tjm.aero/upload/content/tjm_szz-zonyABCD-17-06-2014.pdf). Дата обращения: 11.04.2016.
45. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Партнерам. Зона ограничения строительства». Зонирование территорий. Режим доступа: [http://www.tjm.aero/upload/content/tjm\\_szz-zona-terr-17-06-2014.pdf](http://www.tjm.aero/upload/content/tjm_szz-zona-terr-17-06-2014.pdf). Дата обращения: 12.04.2016.
46. Сайт международного аэропорта «Рошино», раздел «Новости». Режим доступа: <http://tjm.aero/mediacenter/news/178888/>. Дата обращения: 21.04.2016.

47. Расход топлива самолетов. Режим доступа: <http://newsruss.ru/doc/index.php>. Дата обращения: 13.02.2017.
48. Сайт Межрегиональной общественной организации пилотов и граждан-владельцев воздушных судов. Режим доступа: <http://maps.aora.ru>. Дата обращения: 22.10.2016.
49. Сайт информационного интернет-агентства «Тюменская линия». <https://t-1.ru/210272.html>. Дата обращения: 18.04.2017.
50. Интернет-журнал «Декоративный сад». <http://www.udec.ru/derevo/topol-piramida.php>. Дата обращения: 30.04.2016.
51. Сервис «Яндекс Картинки». Режим доступа: <https://yandex.ru/images>. Дата обращения 05.03.2017.

#### Неопубликованные источники

52. Пояснения к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах ОАО «Аэропорт Рощино», 2015 г.
53. Бухгалтерский баланс ОАО «Аэропорт Рощино», 2015 г.
54. Годовой отчет ОАО «Аэропорт Рощино», 2014 г.
55. Пояснения к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах АО «Аэропорт Рощино», 2016 г.