

УДК 912.4

UDC 912.4

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
АВИАЦИОННОГО ШУМА
ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ РАЗМЕРОВ
САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ
ЗОН АЭРОДРОМОВ С НИЗКОЙ
ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ**

**THE USE
OF GIS-MAPPING
OF AVIATION NOISE
TO CLARIFY THE SIZE
OF THE SANITARY PROTECTION
ZONES FOR AERODROMES
WITH LOW INTENSITY OF FLIGHTS**

Н. Г. Литвинко,
*аспирант
кафедры почвоведения
и земельных информационных систем БГУ;*

N. Litvinka,
*Post-graduate
student Department of Soil Science
and Land Information Systems of BSU;*

М. М. Максимов,
*магистрант кафедры почвоведения
и земельных информационных систем БГУ*

M. Maksimau,
*Master student Department of Soil Science
and Land Information Systems of BSU*

Поступила в редакцию 3.01.18.

Received on 3.01.18.

Описан опыт выполнения полевых работ по измерению авиационного шума и ГИС-картографированию шумового загрязнения аэродрома Гомель. Выявлены особенности выполнения полевых измерений для аэропортов с низкой интенсивностью полетов. Результаты исследования могут быть использованы для уточнения линии границ санитарного разрыва аэропорта, установленной расчетным способом, и совершенствования методики шумового мониторинга приаэродромных территорий.

Ключевые слова: ГИС-картографирование, авиационная экология, интерполяция, аэродром, авиационный шум, санитарно-защитная зона, максимальный уровень шума, зона зашумления, шумовая карта.

The experience of field measuring aviation noise and GIS-mapping of noise pollution for the Gomel aerodrome is described. The peculiarities of field measurements for aerodromes with low flight intensity are revealed. The results of the research can be used for clarifying the size of the sanitary protection zones and for improving noise monitoring methods for aerodrome territories too.

Keywords: GIS-mapping, aviation ecology, interpolation, aerodrome, aircraft noise, sanitary protection zone, maximum noise level, noisy zone, noise map.

Введение. В связи с интенсивным развитием воздушного транспорта и увеличением его доступности для населения постоянно корректируются в сторону ужесточения международные требования к экологическому состоянию приаэродромных территорий. В феврале 2016 г. на последнем совещании Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации (CAEP/9) в Монреале (Канада) одним из основных обсуждавшихся вопросов повестки было согласование сертификационных стандартов по авиационному шуму (АШ) для аэродромов. Необходимость мониторинга шумового загрязнения стала очевидной в конце 50-х гг., когда в связи с использованием реактивных авиационных двигателей начали поступать жалобы на шум от жителей населенных пунктов, прилегающих к аэродромам. Поэтому

вокруг аэродромов по фактору авиационного шума начали устанавливаться санитарно-защитные зоны (СЗЗ), размеры которых должны обеспечивать достаточный уровень безопасности здоровья населения.

В последнее десятилетие в Беларуси был принят ряд государственных программ развития авиации, целью которых является поддержание и обновление наземной инфраструктуры воздушного транспорта на уровне требований Международной организации гражданской авиации (ИКАО) [1]. Статус международных, кроме Национального аэропорта «Минск», имеют еще шесть объектов – аэропорты областных центров и аэродром Орша. В целом за 2016 г. в аэропортах Беларуси обслужено 3,5 млн пассажиров, из них на долю Национального аэропорта пришлось 3,4 млн. Из аэродромов област-

ных центров лидером как по пассажирообороту (60 тыс. чел.), так и по числу взлетно-посадочных операций является аэродром Гомель (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, интенсивность полетов на аэродромах и посадочных площадках республики является преимущественно низкой. Основным типом обслуживаемых воздушных судов (ВС) в аэропортах областных центров являются легкие транспортные самолеты Ан-2. Они лидируют по количеству операций «взлет – посадка» на четырех из пяти анализируемых аэродромов. Из представленных в таблице 1 типов ВС основную шумовую нагрузку создают турбовентиляторные пассажирские самолеты Boeing 737 и реактивные пассажирские самолеты Canadair Regional Jet 200, взлетно-посадочные операции которых составляют

менее 15 % от общего количества. Оставшиеся два типа ВС представляют собой практически бесшумные легкие транспортные самолеты пассажироместимостью от четырех до десяти человек. Несмотря на то что в Беларуси последние 10 лет самолеты шумных типов постепенно выводятся из эксплуатации, мониторинг воздействия авиационного шума должен вестись постоянно для обеспечения эффективного землепользования на приаэродромных территориях. Проблема отсутствия четких критериев оценки совместимости деятельности аэродромов с критериями допустимости застройки приаэродромной территории в зависимости от уровня авиационного шума не теряет актуальности.

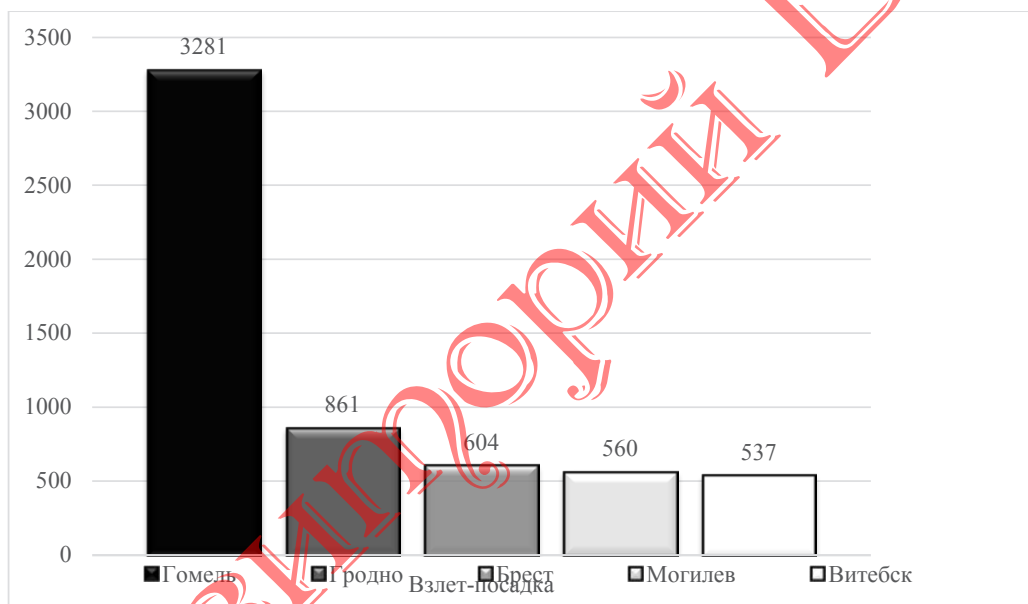


Рисунок 1 – Количество взлетно-посадочных операций на аэродромах областных центров за период с 01.01.2016 г. по 01.09.2017 г.

Таблица 1 – Основные типы воздушных судов по количеству операций «взлет – посадка» на аэродромах областных центров Беларуси в период с 01.01.2016 г. по 01.09.2017 г.

Воздушное судно (ВС)	Гомель		Витебск		Гродно		Брест		Могилев		Итого
	Кол-во	% от общ.	Кол-во	% от общ.	Кол-во	% от общ.	Кол-во	% от общ.	Кол-во	% от общ.	
Ан-2	6	0,2	142	14,8	612	71,1	120	19,7	108	19,3	988
Boeing 737	368	9,7	96	10,0	50	5,8	57	9,4	54	9,6	625
560XL Citation Excel	388	10,3	4	0,4	–	0-	10	1,6	14	2,5	416
Canadair Regional Jet 200	196	5,2	42	4,4	54	6,3	57	9,4	0	0,0	349
Diamond DA40	20	0,5	32	3,3	41	4,8	4	0,7	108	19,3	205
Другие типы ВС	2807	74,2	643	67,0	104	12,1	360	59,2	384	68,6	4150
Все типы ВС	3785	100,0	959	100,0	861	100,0	608	100,0	560	100,0	6733

Таблица 2 – Нормативные значения максимально допустимых показателей АШ вблизи аэродромов согласно требованиям ГОСТ-22283-2014

Время суток	Эквивалентный уровень звука LAэкв, дБА	Максимальный уровень звука при единичном воздействии LA, дБА
День (с 7:00 до 23:00)	55	75
Ночь (с 23:00 до 7:00)	45	65

В настоящее время в Беларуси, как и других странах постсоветского пространства, используются преимущественно расчетные методы для построения границ зон санитарного разрыва и расчета площадей зашумленности приаэродромных территорий. При акустическом зонировании территорий и установлении размеров СЗЗ по фактору АШ в нашей стране используются показатели Эквивалентного (LAэкв) и Максимального (LA) уровней звука в децибелах (дБА). Эквивалентный уровень звука представляет собой значение длительного постоянного шума, который в пределах регламентируемого интервала времени имеет то же среднеквадратическое значение уровня звука, что и рассматриваемый авиационный шум, уровень звука которого изменяется во времени [5; 9].

В авиационно-развитых странах мира практически единственным критерием зонирования территории по акустическим показателям, в том числе для определения зон запрещения жилой застройки, является LAэкв. Значение же LAmax используется как дополнительный показатель для определения необходимой звукоизоляции ограждающих конструкций зданий [2].

На вновь проектируемых и уже существующих кварталах жилой застройки вблизи аэропортов Беларуси уровни авиационного шума не должны превышать требований межгосударственного ГОСТ-22283-2014, указанных в таблице 2. Содержащиеся в этом документе максимально допустимые величины шумовой нагрузки снижены на 10 дБА для обоих показателей по сравнению с предыдущими действующими параметрами, то есть требования по зашумлению приаэродромной территории стали строже, что привело к расширению СЗЗ аэродромов [3].

Разработчики градостроительных планов развития территорий, органы управления местного уровня, аэропорты и застройщики нуждаются в достаточной точности определения расчетных границ АШ. С конца 80-х гг.

профильными учреждениями используется система требований к шумозащитным мероприятиям, которая предусматривает деление приаэродромной территории на четыре зоны. По границам контуров равного уровня звука определяются границы зоны воздействия АШ для проведения шумозащитных мероприятий и запрета застройки. Построение контура АШ выполняется расчетными методами с подтверждением измерений в отдельных точках планируемого строительства. Эта система хорошо зарекомендовала себя и подробно описана в «Рекомендациях по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий авиационного шума», и ей пока не подготовлено обновленной замены [6].

Специалистами московского «Центра экологической безопасности гражданской авиации» производились многоразовые масштабные измерения АШ для различных этапов полета ВС на приаэродромных территориях ряда российских аэропортов. Ими выполнено сравнение экспериментальных контуров максимального уровня звука для взлета/набора высоты самолетов как с советской графической методикой [4], так и с результатами расчета контуров по программе INM, алгоритм и база данных которой полностью совместимы с требованиями ИКАО [2]. Рассчитанные по программам INM и SoundPlan [6] контуры оказались значительно меньше экспериментальных, а графическая методика из «Рекомендаций...», наоборот, давала завышение площади контуров относительно измеренных. Заметные расхождения подтверждались и расчетом площади зашумления. Предположительными причинами расхождения результатов расчета с результатами измерений являются неполный учет в расчетных моделях профиля местности (ВПП) и значительное упрощение методики расчета траектории взлета/набора высоты. Таким образом, опыт выполненных работ показывает, что требуемая точность определения границ распространения АШ

Таблица 3 – Допустимые корректированные максимальные уровни АШ для аэродромов с низкой интенсивностью полетов

Время суток	Допустимые уровни звука, LAmax, дБА	
	Зона «А»	Зона «Б»
День (с 07:00 до 23:00)	71–85	> 85
Ночь (с 23:00 до 07:00)	61–75	> 75

не обеспечивается применяемыми расчетными и графическими методами.

Согласно последним совместным исследованиям специалистов указанного Центра и Московского государственного технического университета гражданской авиации, для аэродромов и посадочных площадок со среднегодовым количеством менее 2000 взлетно-посадочных операций для установления СЗЗ рекомендуется использовать критерии максимального уровня звука, параметры которого приведены в таблице 3. Показатель LAmax > 75 дБА в 2016 г. подтвержден результатами натурных инструментальных измерений, выполненных аккредитованной испытательной лабораторией Центра в условиях применения двухкамерных поворотных окон с вентиляционным клапаном в жилых домах вблизи маршрутов движения ВС аэродрома Внуково [3].

Описанный выше подход к определению границ СЗЗ приемлем для всех аэродромов Беларуси, кроме Национального аэропорта «Минск», где совершается более 20 тыс. взлетно-посадочных операций в год. Исключив из перечня аэродромов гражданской авиации еще Гомельский аэропорт, который круглосуточно принимает ВС, для остальных объектов в качестве границы СЗЗ рекомендуется изолиния уровня шума в 70 дБА. Для повышения точности определения границы санитарного разрыва может быть использовано сопоставление расчетно-экспериментального контура (с учетом индивидуальных эксплуатационных условий аэропортов) с результатами ГИС-картографирования авиационного шума по полевым данным.

В настоящее время для соблюдения требований в области авиационной экологии международными аэропортами многих стран создаются различного вида шумовые карты, особенно актуальны данные исследования в США и странах Западной Европы. Стратегическая карта авиационного шума аэропорта Рига построена на основе расчетной интегрированной звуковой модели бортового шума INM версии 6.2 и содержит информацию о степени зашумленности территории,

видах ее застройки, численности населения в пределах зон зашумления и рекомендуемых защитных мероприятиях [7]. В США на базе ПО ArcGIS, набора данных Системы расширенного управления трафиком (ETMS) и Инструментов авиационного экологического проектирования (AEDT) создана интерактивная обновляемая «Национальная транспортная шумовая карта» [4]. На основании ее данных до и после проведения шумозащитных мероприятий производится контроль уровней АШ инструментальными методами измерений. В Беларуси полевые работы по определению уровня воздействия авиационного шума на приаэродромные территории прежде выполнялись только для Национального аэропорта «Минск» при проектировании и строительстве второй взлетно-посадочной полосы.

В нашем исследовании экспериментальным полигоном для выполнения полевых работ и составления карт зашумленности территории был выбран аэродром Гомель, который имеет достаточно высокую интенсивность полетов. Исходными данными для выполнения полевых измерений являлись текущее расписание рейсов и данные об интенсивности полетов ВС за два последних года от РУП «Белазронавигация» по состоянию на 10 октября 2017 г. Из основных обслуживаемых аэропортом ВС большую часть составляют самолеты малой пассажироплощадности и, как следствие, оказывающие низкую шумовую нагрузку на приаэродромную территорию при «взлете – посадке». Поскольку в декабре 2016 г. авиакомпания «Белавиа» прекратила эксплуатацию самолетов Ту-154, основной шумовой фон на приаэродромной территории сейчас производят самолеты Boeing 737 нескольких поколений. Это подтверждается структурой видов ВС, принимаемых в три наиболее интенсивных по числу совершаемых операций месяца работы аэропорта – с июля по сентябрь (рисунок 2).

Во время нескольких этапов проведения полевых работ с июля по сентябрь 2017 г. использовался проверенный и сертифицированный Шумомер-виброметр 1 класса точно-

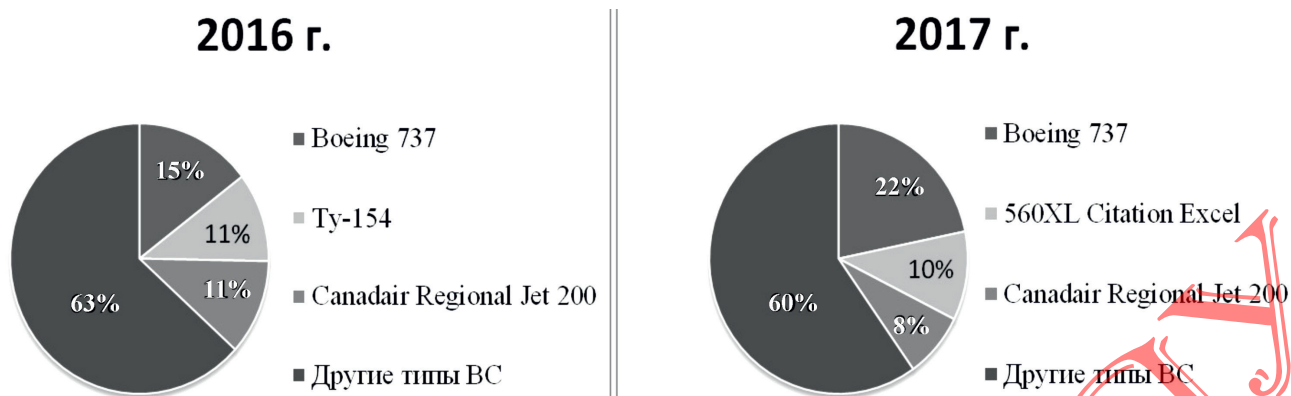


Рисунок 2 – Основные типы воздушных судов по количеству операций «взлет – посадка» в аэропорту Гомель за три месяца в году с наибольшей интенсивностью полетов, 2016–2017 гг.

сти «Экофизика-110А» [10]. Измерения проводились во время эксплуатации ВС Boeing 737 и Canadair Regional Jet 200 на взлетно-посадочной полосе аэродрома Гомель: в торцах полосы (то есть на безопасном расстоянии от границы ВПП), на перроне, на приаэродромной территории – с шагом размещения точек измерений через каждый километр по траектории взлета-посадки воздушных судов и на различном удалении от траектории (до 1 км перпендикулярно оси взлета-посадки) и до 1 км от вдоль оси ВПП. На завершающем этапе работ измерения были выполнены в точках, размещенных на расчетной границе зоны санитарного разрыва (по материалам НИИ градостроительства). Полевые работы выполнялись одним прибором, на 20 точках приаэродромной территории выполнено 35 измерений. Необходимо отметить достаточную трудоемкость и продолжительность подобной полевой работы вследствие того, что курс взлета-посадки ВС может измениться непосредственно перед операцией, и зачастую подготовленное измерение не удавалось выполнить из-за наличия только одного прибора. Поэтому объем полученных данных не позволил охватить весь расчетный контур санитарно-защитной зоны. Поэтому при выполнении измерений необходимо находиться на связи с дежурным диспетчером и постоянно уточнять курс взлета-посадки ВС за час до момента измерения. В связи с низкой интенсивностью полетов двум специалистам достаточно выполнить одновременно по одному измерению на точке.

Для выполнения геоинформационного картографирования было выбрано программное обеспечение ArcGIS 10.2, име-

ющее хорошо отлаженные наборы инструментов интерполяции (рисунок 3). Были опробованы два наиболее подходящих для цели исследования метода интерполяции – метод обратного взвешенных расстояний (ОВР) и метод естественной окрестности (также известный как интерполяция Сибсона или «захватывающей области»). При сопоставлении полученных результатов лучше себя показал метод естественной окрестности, наиболее адекватно отображая результаты измерений в соответствии с описанными в нормативной документации закономерностями рассеяния звука.

Результаты интерполяции предназначены для анализа зашумления земель приаэродромной территории аэропорта Гомель (рисунок 3). Определение контуров зашумления произведено согласно приведенному выше подходу для аэродромов с низкой интенсивностью полетов для зоны Б по критерию $L_{Amax} > 85$ дБА (день) $L_{Amax} = 75$ – 85 дБА (ночь). Расчет структуры земель в зонах зашумления происходил методом переклассификации раstra по данными интерполяции, его конвертации в векторный формат данных для получения полигонального слоя границ зоны зашумления. Далее выполнялись сопоставление полигонального контура со слоем земельно-информационной системы (ЗИС) Гомельского района и подсчет площади земель при помощи инструмента «Суммарная статистика площадей». На полученной картосхеме приведен расчетный контур границы санитарного разрыва по показателю $L_{Aэкв} = 65$ дБА из уже отмененного ГОСТ 22283–88. Сравнение расчетного контура с полученным в результате интерполяции инструментальных изме-

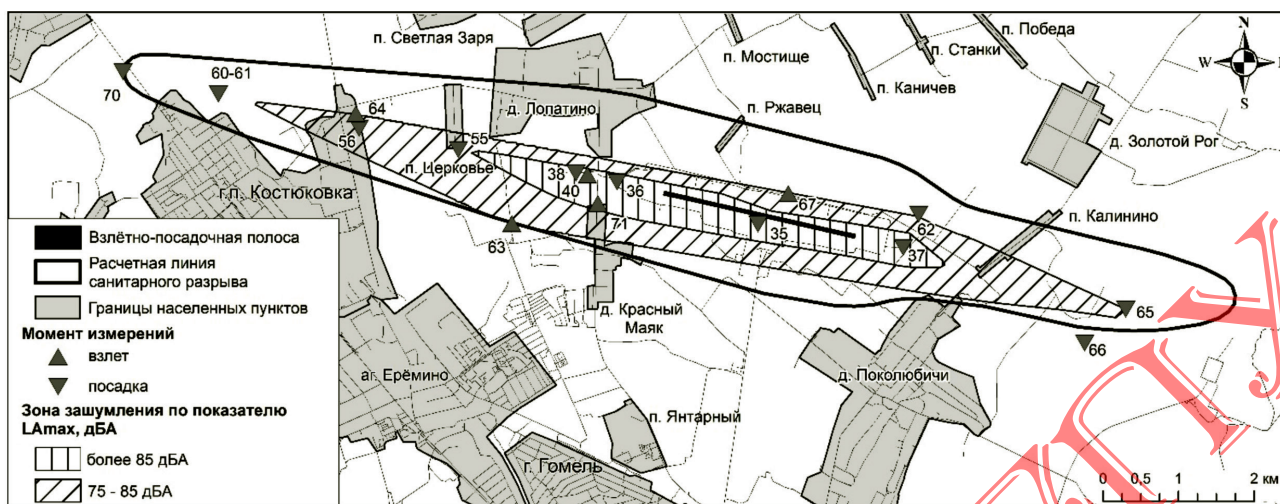


Рисунок 3 – Результаты интерполяции инструментально измеренных величин авиационного шума методом естественной окрестности по показателю LAmax на приаэродромной территории аэропорта Гомель

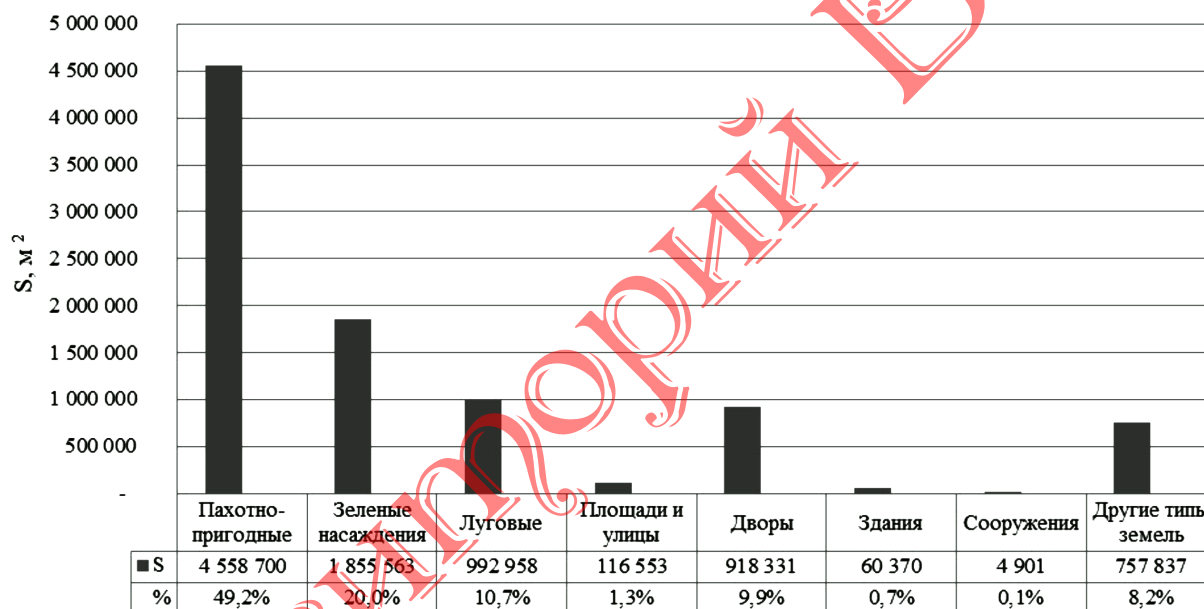


Рисунок 4 – Типы земель зоны Б приаэродромной территории аэропорта Гомель по фактору авиационного шума (> 75 дБА)

рений еще раз подтверждает неточность графических расчетных методик построения равных контуров звука, поскольку полученный контур в 75 дБА частично накладывается на расчетную границу санитарного разрыва.

В результате выполнения ГИС-анализа результатов интерполяции получен контур зоны зашумления, ограниченный изолинией в 75 дБА. Площадь данной территории составляет 9 265 212,78 м² и характеризуется наличием 17 типов земель, основные из которых представлены на рисунке 4. При детальном анализе полученных контуров в пределах северных окраин г. п. Костюковка, д. Красный Маяк, д. Поколюбичи, а также южной части д. Лопатино и д. Калинино мож-

но выявить отдельные здания и сооружения, нуждающиеся в планировании шумозащитных мероприятий по санитарно-гигиеническим стандартам. Ранее выполненными исследованиями установлено, что повсеместно применяемые окна и наружные конструкции домов экономичного класса в ночное время суток обеспечить снижение шумовой нагрузки до требуемого параметра в 45 дБА [9]. Наиболее доступными средствами защиты существующей жилой застройки от АШ является применение специальных шумозащитных полос зеленых насаждений, состоящих из нескольких плотных рядов кустарников и ряда деревьев с сомкнутыми кронами с посадкой их в «шахматном» порядке. Значи-

тельно увеличиваются звукоизолирующие качества таких полос в сочетании с экранящим барьерным экраном [8].

Для получения более детальной картины шумления и определения площади зоны А целесообразно продолжить серию инструментальных наблюдений в сочетании с реализацией одной из расчетных методик определения равных контуров звука. Что касается других аэродромов нашей страны, то повторение выполненного для аэропорта Гомель комплекса полевых работ является проблематичным из-за низкой интенсивности полетов и, соответственно, длительного периода полевых работ. Однако в таких условиях можно рекомендовать проведение как минимум 10 измерений при совершении взлетно-посадочных операций ВС наиболее шумных типов 2-мя откалиброванными между собой шумомерами. В таком случае основной задачей как при выполнении инструментальных замеров, так и интерполяции является определение дневных границ зон шумления (зоны А и Б) и определение непосредственно линии санитарного разрыва, например, согласно приведенному выше подходу $L_{Amax} = 70$ дБА. Здесь можно предложить сделать измерения в километре от конца взлетной полосы, затем в 400–500 м перпендикулярно от оси взлета-посадки; для ограничения зоны А – в 7 км по оси взлета-

посадки от концов полосы и в 4 км от конца полосы также выполнить смещение от оси на расстояние в 1 км, в завершение дать несколько точек вдоль полосы на окраине ближайшей застройки.

Заключение. Таким образом, для установления границ санитарного разрыва на приаэродромных территориях целесообразным является использование ГИС-картографирования данных полевых измерений авиационного шума в сочетании с расчетными методиками. Однако при планировании как полевых работ, так и расчетно-графических работ на аэродромах Беларуси необходимо учитывать характерную для них низкую интенсивность полетов. В таких условиях для полевых измерений рекомендуется использование двух шумомеров. Периодом с наибольшей интенсивностью полетов для аэродромов областных центров за счет чартерных рейсов являются конец июня – начало сентября. Имеющиеся на сегодняшний момент в распоряжении профильных организаций границы линий санитарного разрыва по авиационному шуму для большей части аэродромов республики нуждаются в обновлении, что подтверждено результатами выполненного исследования. Перспективность разработки способов шумового мониторинга приаэродромных территорий в связи с развитием воздушного транспорта является неоспоримой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 гг. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 345 от 28.04.2016 [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. РБ. – Минск, 2017.
2. *Картышев, О. А.* Расчетно-экспериментальный метод построения контуров авиационного шума при осуществлении зонирования окрестности аэропортов / О. А. Картышев // Научный вестник МГТУ ГА. – 2012. – Том 20. – № 3. – С. 30–35.
3. *Картышев, О. А.* Критерии оценки авиационного шума для зонирования приаэродромной территории аэропортов и обоснования защитных мероприятий / О. А. Картышев, Н. И. Николайкин // Научный вестник МГТУ ГА. – 2017. – Т. 20. – № 3. – С. 30–40.
4. Национальная транспортная шумовая карта США. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://maps.bts.dot.gov/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=cd47015ac073488cb2bc238345fc3a0d>. – Дата доступа: 10.10.2017.

REFERENCES

1. Gosudarstvennaya programma razvitiya transportnogo kompleksa Respubliki Belarus na 2016–2020 gg. Utverzhdena Postanovleniyem Soveta Ministrov Respubliki Belarus № 345 ot 28.04.2016 [Elektronnyy resurs] / Nats. tsentr pravovoy inform. RB. – Minsk, 2017.
2. *Kartyshev, O. A.* Raschyotno-eksperimentalnyy metod postroyeniya konturov aviatsionnogo shuma pri osushchestvlenii zonirovaniya okrestnosti aeroportov / O. A. Kartyshev // Nauchnyy vestnik MGTU GA. – 2012. – Tom 20. – № 3. – S. 30–35.
3. *Kartyshev, O. A.* Kriterii otsenki aviatsionnogo shuma dlya zonirovaniya priaerodromnoy territorii aeroportov i obosnovaniya zashchitnykh meropriyatiy / O. A. Kartyshev, N. I. Nikolaykin // Nauchnyy vestnik MGTU GA. – 2017. – T. 20. – № 3. – S. 30–40.
4. Natsionalnaya transportnaya shumovaya karta SShA [Elektronnyy resurs]. – 2017. – Rezhim dostupa: <https://maps.bts.dot.gov/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=cd47015ac073488cb2bc238345fc3a0d>. – Data dostupa: 10.10.2017.

5. Оценка воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной деятельности по объекту «Строительство в Национальном аэропорту «Минск» второй искусственной взлетно-посадочной полосы с объектами вспомогательного назначения под расчетный тип самолета А-380 с оборудованной системой точного захода на посадку III категории» / УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА» / Отв. исполн. Головки П. И. – Минск, 2015. – Том 1, 179 с. – Инв. № 1278 н/с.
6. Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума / НИИСФ. – М.: Стройиздат, 1987. – 32 с.
7. Стратегическая карта шума ГАО «Международный аэропорт „Рига“» [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.riga-airport.com/ru/main/ob-aeroporte/karta-suma>. – Дата доступа: 10.07.2017.
8. Сухорукова, И. А. Снижение авиационного шума на приаэродромных территориях / И. А. Сухорукова // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – № 1. – С. 233–236.
9. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения: ГОСТ 22283-2014. – Введ. 09.06.2014. – М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: ФГУП «НИИСУ», 2015. – 13 с.
10. Шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А. Руководство по эксплуатации: Редакция 17.0. Приборостроительное объединение «ОКТАВА-электродизайн». – М., 2011. – 93 с.
5. Otsenka vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu planiruyemoy khozyaystvennoy deyelnosti po obyektu „Stroitelstvo v Natsionalnom aeroportu „Minsk“ vtoroy iskusstvennoy vzlyotno-posadochnoy polosy s obyektami vspomogatelnogo naznacheniya pod raschyotnyy tip samolyota A-380 s oborudovannoy sistemoy tochnogo zakhoda na posadku III kategorii“ / UP „BELNIIPGRADOSTROITELSTVA“ / Otv. ispoln. Golovko P. I. – Minsk, 2015. – Tom 1, 179 s. – Inv. № 1278 n/s.
6. Rekomendatsii po ustanovleniyu zon ogranicheniya zhiloy zastroyki v okrestnostyakh aeroportov grazhdanskoy aviatsii iz usloviy shuma / NIISF. – M.: Stroyizdat, 1987. – 32 s.
7. Strategicheskaya karta shuma GAO “Mezhdunarodnyy aeroport „Riga“ [Elektronnyy resurs]. – 2017. – Rezhim dostupa: <http://www.rigaairport.com/ru/main/obaeroporte/kartasuma>. – Data dostupa: 10.07.2017.
8. Sukhorukova, I. A. Snizheniye aviatsionnogo shuma na priaerodromnykh territoriyakh / I. A. Sukhorukova // Sovremennyye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoy oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy. – 2014. – № 1. – S. 233–236.
9. Shum aviatsionnyy. Dopustimyye urovni shuma na territorii zhiloy zastroyki i metody yego izmereniya: GOST 22283-2014. – Vved. 09.06.2014. – M.: Mezghos. Sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii: FGUP “NIISU”, 2015. – 13 s.
10. Shumomer-vibrometr, analizator spectra EKOFIZIKA-110A. Rukovodstvo po ekspluatatsii: Redaktsiya 17.0. Pribirostroitelnoye obyedineniye “OKTAVA-elektrodizayn”. – M., 2011. – 93 s.