

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО И ОРНИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ

Одним из главных элементов обеспечения безопасности полетов в гражданской авиации является создание систем управления безопасностью полетов (СУБП). В соответствии с документами ИКАО и РФ СУБП должны быть разработаны для каждого вида обеспечения полетов. Рассматриваются два варианта разработки СУБП: для телекоммуникационного обеспечения полетов и для орнитологического обеспечения полетов.



А.В. Власова



В.В. Воробьев

Ключевые слова: безопасность полетов, система управления безопасностью полетов, опасный фактор, фактор риска

EDN: ORKEJD

Современная мировая гражданская авиация (ГА) выполняет полеты на основе реализации концепции ИКАО (ICAO – International Civil Aviation Organization) CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management – связь, навигация, наблюдение/организация воздушного движения), в которой определены частные пути развития мировой ГА в ближайшие десятилетия. В рамках реализации этой концепции были также разработаны Глобальный план обеспечения безопасности полетов (ГПБП) и Глобальный аэронавигационный план (ГАНП). Во всех этих и других документах ИКАО указано, что наивысшим приоритетом для ГА является обеспечение безопасности полетов (БП).

В соответствии с Руководством по управлению БП (РУБП), безопасность полетов – это состояние, при котором возможность (вероятность) причинения ущерба лицам или имуществу снижена до приемлемого уровня и поддерживается на этом и более низком

уровне посредством постоянного процесса выявления опасных факторов (ОФ) и управления факторами риска (ФР) [3]. В данном определении имеются два фундаментальных понятия: ОФ и ФР и указывается, что ОФ необходимо выявлять, а ФР следует управлять, что и составит процедуру управления безопасностью полетов.

В документах ИКАО нет определения собственно понятий ОФ и ФР, но по смыслу определения понятия БП можно предложить следующую трактовку для определения ОФ и ФР.

Появление ОФ означает возникновение таких условий выполнения полета воздушного судна (ВС), при которых появляется определенная вероятность причинения ущерба лицам или имуществу и требуется учет этого обстоятельства. Под понятием ФР можно понимать такое состояние выполнения полетов ВС, когда происходит заметное увеличение вероятности возможности причинения ущерба лицам или имуще-

Власова Аруся Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры организации перевозок на воздушном транспорте Московского государственного технического университета гражданской авиации (МГТУ ГА). Область научных интересов: безопасность полетов на воздушном транспорте, организация перевозок на воздушном транспорте. Автор 20 научных работ.

Воробьев Вадим Вадимович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности полетов и жизнедеятельности Московского государственного технического университета гражданской авиации (МГТУ ГА). Область научных интересов: безопасность полетов на воздушном транспорте. Автор 67 научных работ.

ству по отношению к значению вероятности появления ОФ и требуется принятия соответствующих мер по устранению создавшихся условий полета ВС, т.е. устранения ФР.

Таким образом, для выполнения требований по обеспечению БП, необходимо своевременно выявлять ОФ с целью их учета и контроля, далее принимая необходимые меры по устранению ФР, если в них перешли те или иные ОФ. Поэтому целью данного исследования является разработка орнитологического и телекоммуникационного блоков СУБП аэропорта.

Методология

В РУБП приведена матрица оценки ФР для БП, показанная в табл. 1 [3].

В РУБП даны разъяснения, что следует понимать под каждой категорией «Серьезность риска», из которых следует, что категории «незначительная» и «ничтожная» могут быть переведены в ОФ. При этом отмечается, что ФР для БП концептуально оцениваются как приемлемые, допустимые или недопустимые. ФР, попадающие в зону недопустимых рисков неприемлемы ни при каких условиях.

Необходимо отметить, что ФР для БП, оцененные в зоне допустимых рисков, приемлемы при условии, что реализованы адекватные компенсационные меры. Особо обратим внимание, что приемлемые ФР являются по сути ОФ и не требуют специальных мер по их устранению, в отличие от допустимых ФР, которые могут быть переведены в ОФ после определенных действий.

В соответствии с основными положениями РУБП для обеспечения нормативных требований по БП на каждом авиапредприятии, осуществляющем полеты ВС, необходимо сформировать соответствующую систему управления БП (СУБП).

При этом у поставщика услуг — аэропорта должно быть СУБП объединяющее все виды обеспечения

Таблица 1

Матрица оценки ФР для БП

Вероятность рисков		Серьезность рисков				
		катастрофические А	опасные В	серьезные С	легкие D	незначительные Е
частые	5	5А	5В	5С	5D	5Е
редкие	4	4А	4В	4С	4D	4Е
отдаленные	3	3А	3В	3С	3D	3Е
маловероятные	2	2А	2В	2С	2D	2Е
крайне маловероятные	1	1А	1В	1С	1D	1Е

полетов, задача которой является выявление в соответствующей сфере обеспечения полетов ОФ и управления возникающим ФР. То есть необходимо создание некой блочной СУБП, координирующей работу всех служб и подразделений

Общие принципы создания СУБП для всех поставщиков услуг и видов обеспечения полетов ВС изложены в РУБП, а также в отечественных нормативных документах, а именно в Постановлении Правительства РФ №642 и в Приказе Министерства транспорта РФ № 331 [4;5].

Рассмотрим возможности создания СУБП для двух видов авиационного обеспечения полетов, в рамках СУБП аэропорта: радиотехнического и орнитологического. Такой выбор связан с тем, что радиотехническое обеспечение полетов ВС играет основополагающую роль в выполнении полетов ВС, о чем свидетельствует тот факт, что реализация ГАНП в ближайшие годы включает в себя 19 блоков, из которых 16 относятся к различным аспектам использования радиоэлектронных систем (РЭС) [6;7].

Важно учесть создание СУБП при орнитологическом обеспечении полетов, о чем будет сказано далее.

Обычно в системы радиотехнического обеспечения полетов включают радиолокационные и радионавигационные системы, а также системы телекоммуникаций. Каждая из этих систем включает свои радиосредства, такие как радиолокационные станции управления воздушным движением (УВД), посадочные радиолокаторы, метеорологические радиолокаторы и другие.

Каждый вид радиоэлектронного оборудования (РЭО) можно проранжировать по степени его влияния на БП с точки зрения выявления необходимости создания для него СУБП.

Полагается, что эта тема отдельного исследования, так как отказы некоторых видов РЭО представляют собой допустимый ФР, т. е. могут рассматриваться как ОФ с ничтожной серьезностью риска в соответствии с табл. 1.

В качестве примера системы реализации СУБП выберем телекоммуникационную систему речевой связи «диспетчер УВД — командир воздушного судна (КВС)».

Отметим, что невзирая на широкое развитие цифровой радиосвязи в ГА, из документов ИКАО следует, что речевая связь по линии «диспетчер УВД- КВС» будет сохраняться практически всегда в силу требований БП.

Как известно, любая радиосистема постоянно функционирует в условиях действий различных видов шумов и помех, интенсивность которых случайным

образом изменяется во времени в зависимости от условий функционирования аппаратуры и состояния окружающей среды.

Потеря речевой радиосвязи «диспетчер УВД-КВС» в какой-то момент времени расценивается как серьезный инцидент и должна считаться появлением ФР с оценкой 4В (см. табл. 1). Рассмотрим этот вопрос более подробно с целью возможности построения СУБП для управления указанным ФР.

Если происходит потеря радиосвязи по линии «диспетчер УВД–КВС», то возникает необходимость повторения радиосообщения, т.е. происходит переспрос, который определяется некоторой вероятностью P_n , зависящей от уровня действующих помех, а суммарные временные затраты на одну связь с учетом переспросов могут быть представлены в виде [8]:

$$\tau_{свн} = \tau_{св0} \left(\frac{1}{1 - P_n} \right), \quad (1)$$

где $\tau_{св0}$ – длительность сеанса связи без переспросов; $\tau_{свн}$ – длительность сеанса связи при наличии переспросов; P_n – вероятность переспроса.

При определенных значениях P_n длительность сеанса связи может вырасти настолько, что коэффициент загрузки диспетчера УВД K_z достигнет значения 0,7, что является по нормативам ИКАО недопустимым [9]. Отметим, что нормативное значение K_z составляет 0,55.

Как отмечалось выше, значение P_n определяется уровнем помех, действующих на трассе. Если значение P_n из-за действий помех увеличивает K_z до значений более 0,55, необходимо фиксировать появление ОФ, а если K_z приближается к значению 0,7 необходимо фиксировать появление ФР и принимать соответствующие меры по снижению значения P_n .

На основе этой информации можно показать возможности построения СУБП для рассматриваемого случая.

Начало работы по созданию телекоммуникационного блока СУБП необходимо начинать с мониторинга помеховой обстановки в соответствующей зоне выполнения полетов.

На первом этапе анализа составляется карта помех, которая отражает возможность попадания сигналов от других источников излучения радиоволн в полосу пропускания действующего приемника. На этом этапе не проводится оценка возможности подавления или искажения полезного сигнала, а выясняются возможные источники негативного воздействия.

На втором этапе анализа следует учитывать мощности воздействующих помеховых сигналов, время их возникновения, источники их появления (имеется в виду место их расположения) и другие необходи-

мые сведения. На основе этих данных может быть построена прогностическая модель воздействия помех на используемое оборудование. При этом обратим внимание, что для решения поставленной задачи не требуется точного решения задачи с указанием конкретных цифр. Можно ограничиться интервальными оценками, которые укажут на то, есть или нет основания для выявления ОФ. Возможно также применение методов математического моделирования для создания соответствующей карты помех.

Итоговым результатом проведенных исследований должна явиться полная карта помеховой обстановки данного региона, где указываются уровни вероятности возникновения ОФ во времени и по месту. Наличие такой помеховой карты обеспечивает выбор соответствующих режимов работы задействованного РЭО для максимального устранения негативного действия помех в данном ВП в соответствующее время.

Для рассматриваемого радиоканала «диспетчер УВД–КВС» имеется соотношение для интенсивности радиообмена [9]:

$$\mu = \mu_0 \left(1 - e^{-\frac{\lambda}{\lambda_m}} \right), \quad (2)$$

где μ_0 – максимально возможная для данного канала связи интенсивность радиообмена; λ – интенсивность воздушного движения, λ_m – максимально возможная интенсивность воздушного движения, обеспечивающая требуемые значения показателей БП, т.е. λ_m есть пропускная способность конкретной зоны УВД.

Из соотношения (2) следует, что, если в данной конкретной зоне УВД действуют интенсивные радиопомехи (в определенное время), то следует снижать интенсивность радиообмена, т.е. уменьшать интенсивность воздушного движения. Эта мера позволит не перерасти ОФ в ФР.

Результаты

Таким образом этапы создания СУБП для рассматриваемого случая показаны на рис. 1.

Далее перейдем к рассмотрению второй ситуации, т.е. возникновению ОФ, связанных с орнитологической обстановкой на трассе полета ВС.

Отметим, что данное рассмотрение методически принципиально отличается от предыдущего тем, что помехи в любом радиоканале присутствуют всегда, а вопросы орнитологического обеспечения полетов могут присутствовать или отсутствовать для того или иного авиапредприятия.

Тем, не менее, данное рассмотрение весьма актуально, так как в самых разных источниках в последнее время указывается, что интенсивность появления орнитологических проблем на трассах выполнения

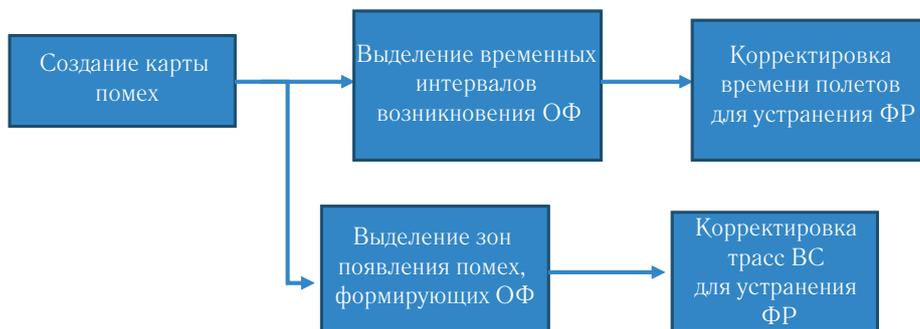


Рис. 1. Последовательность формирования СУБП при телекоммуникационном обеспечении полетов

полетов ГА во всем мире и в России, в частности, существенно возросла [10–13]. Поэтому кратко опишем в целом сложившуюся ситуацию и предложим вариант разработки СУБП для данного случая.

В [13] приводятся данные, что, начиная с 2004 года, ежегодно количество авиационных происшествий, связанных с орнитологической обстановкой, в пересчете на 100 тыс. взлетов и посадок, в РФ к 2017 году выросли от 1,55 до 3,71, т.е. увеличение составило 2,4 раза и наблюдается тенденция дальнейшего увеличения упомянутого показателя.

Одновременно обратим внимание, что аналогичные цифры в США составили рост от 1,16 до 1,52, т.е. отношение было 1,3, что почти в 2 раза ниже, чем в России. Далее рассмотрим анализ этих цифр.

Поэтому проблема создания блока СУБП для орнитологического обеспечения полетов ВС в РФ стоит достаточно остро, что и обусловило появление соответствующих нормативных документов РФ в 2022 и 2023 годах.

В этих документах указывается на необходимость раз в 5 лет на каждом авиапредприятии анализировать орнитологическую обстановку и соответствующие данные заносить в аэронавигационный паспорт аэродрома и публиковать в соответствующих сборниках аэронавигационной информации.

При этом отмечается, что помимо орнитологической службы (ОС) аэропорта, за орнитологической обстановкой должны также следить и соответствующие службы организации воздушного движения.

Отсюда возникает возможность появления еще одного ОФ, переходящего при определенных условиях, в ФР, если сложилась определенная орнитологическая обстановка. На это указано в работе [12], где проанализировано взаимодействие службы ОВД и ОС на основе реальных измерений. Ранее было показано,

что коэффициент загрузки диспетчера УВД может стать ОФ, переходящим в ФР при определенных условиях [9]. Данные работы [12] показывают, при каких условиях K_z становится ОФ при орнитологическом воздействии, сами эти условия описаны в [14].

Таким образом, исходными данными для создания СУБП при орнитологическом обеспечении полетов являются указанные выше сведения, приводимые в аэронавигационном паспорте и в сборнике аэронавигационной информации. Эти данные представляют собой возможные варианты возникновения орнитологической ситуации, а реальная ситуация фиксируется в конкретном месте и в конкретное время. Прежде всего такая ситуация фиксируется визуально, хотя в нормативных документах РФ по созданию СУБП указывается необходимость радиолокационного контроля. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Для проведения радиолокационного контроля орнитологической обстановки необходимо использование специального орнитологического радиолокатора [18]. Именно такие радиолокаторы, типа «Merlin», используются в США. Возможно, по этой причине, БП, связанная с орнитологической обстановкой в США, количественно в 2 раза лучше, чем в РФ, где нет ни одного орнитологического радиолокатора [16–17].

Отсюда возникает насущная необходимость разработки орнитологического радиолокатора в РФ, что при потенциальных возможностях соответствующей промышленности в РФ вполне реально.

Таким образом, в РФ на практике реальное обнаружение орнитологической опасности возможно только визуально. Далее необходимо применять меры по устранению этой опасности, перечень которых приведен в [5]. В него входят, например, химические средства, подача звуковых сигналов, применение световых эффектов и т.д.

Однако, как показывает практика [13] известные применяемые средства отпугивания птиц, являются малоэффективными и в реальности не решают задачу. В то же время в [5] указаны в качестве средств разгона птиц беспилотные ВС и радиоуправляемые модели.

К сожалению, на практике эти средства решения орнитологических проблем на практике не применяются. Поэтому представляется целесообразным уделить особое внимание разработке и применению указанных средств для решения орнитологических проблем.

Таким образом, можно предложить следующую схему СУБП при возникновении орнитологической ситуации, изображенную на рис. 2.

Здесь необходимо отметить что обычные методы, не столь эффективны для отпугивания птиц. К обычным методам относятся биоакустические установки; газовые пушки; трещетки; зеркальные шары; лазерные отпугиватели; сети; муляжи, имитирующие мертвых птиц; химические методы. Поэтому целесообразно в ближайшем будущем, в качестве основных средств отпугивания птиц от аэродромов использовать радиоуправляемые модели и беспилотные ВС [15]. Сам этот вопрос тре-

бует отдельных и достаточно серьезных исследований в самое, ближайшее время, так как остальные указанные выше средства, используемые уже десятки лет, показали свою невысокую эффективность.

Выводы

Разработанная система будет особо актуальна для аэропортов в Южном МТУ Росавиации, так как анализ данных Росавиации показал, что лидером по числу инцидентов на 100 тыс. взлетов и посадок в аэропортах (их районах), связанных со столкновением с птицами, является Южное МТУ Росавиации (4,06 инцидентов) (рис. 3).

По числу инцидентов и сообщений о столкновениях воздушных судов с птицами лидируют следующие аэропорты южного МТУ Росавиации: Владикавказ (Беслан), Махачкала, Минеральные Воды [15]. Именно в представленных аэропортах, в первую очередь необходимо внедрять блок СУБП при орнитологическом обеспечении полетов.

Таким образом представленные блоки СУБП, должны быть внедрены в СУБП аэропорта, для выявления и контроля за ОФ и устранения ФР.

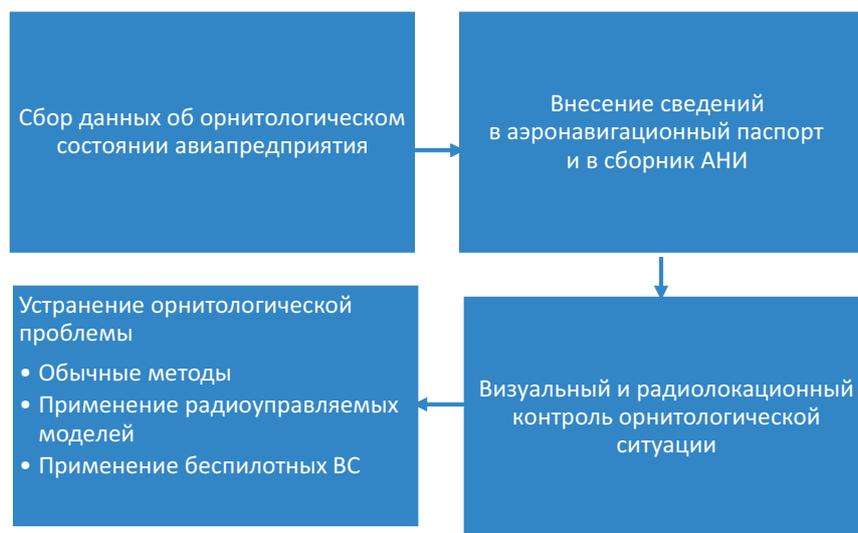


Рис. 2. Этапы создания СУБП при орнитологическом обеспечении полетов

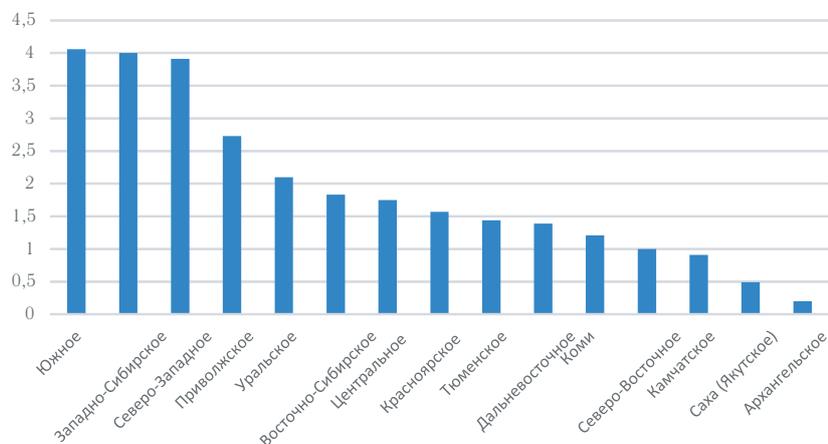


Рис. 3. Распределение относительного числа инцидентов (число инцидентов на 100 тыс. взлетов и посадок в аэропортах (их районах)), связанных со столкновением с птицами по территориальным органам Росавиации

Литература

1. Глобальный аэронавигационный план // icao.int. - URL: https://www.icao.int/meetings/a38/documents/ganp_ru.pdf (дата обращения: 10.12.2024). - Текст : электронный.
2. Глобальный план обеспечения безопасности полетов // icao.int. - URL: https://www.icao.int/safety/Documents/10004_ru.pdf (дата обращения: 10.12.2024). - Текст : электронный.
3. Руководство по управлению безопасности полетов. Doc. 9859, 2018. - URL: <https://zs.favt.ru/public/materials/4/1/1/2/7/41127be1e8f43c7fe930bea9c758f90a.pdf> (дата обращения: 10.12.2024). - Текст : электронный.
4. Постановление Правительства РФ № 642 от 12 апреля 2022 г. Правила разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими в соответствии с международными стандартами Международной организации гражданской авиации. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/350213806?ysclid=m4idhdd168185505646>. - Режим доступа : Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (дата обращения: 10.12.2024). - Текст : электронный.
5. Приказ Министерства транспорта РФ № 331 от 2 октября 2023 г. Федеральные авиационные правила «Правила борьбы с опасностью, создаваемой объектами животного мира на аэродромах гражданской авиации». - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202311010015?ysclid=m4idop9y2y728449-206> (дата обращения: 10.12.2024). - Текст : электронный.
6. Воробьев, В. В. Роль радиоэлектронного оборудования в управлении безопасностью полетов при реализации глобального аэронавигационного плана ИКАО / В. В. Воробьев, А. В. Власова. - Текст : непосредственный // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2017. - № 4. - С. 156-161.
7. Власова А. В. Радиоэлектронное оборудование гражданской авиации как компонент управления безопасностью полетов / А. В. Власова, В. В. Воробьев. - Текст : электронный // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 26-27 октября 2017 г. / редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]; <http://e.biblio.bru.by/ha>. - Могилев : Белорусско-Российский университет, 2017. - С. 228. - URL: <http://e.biblio.bru.by/handle/12121212/9900?show=full> (дата обращения: 10.12.2024).

8. Униченко, Е. Г. Влияние качества функционирования каналов авиационной командной связи на безопасность и эффективность УВД / Е. Г. Униченко. - Текст : непосредственный // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2013. - № 193. - С. 84-86.
9. Власова, А. В. Коэффициент загрузки диспетчера УВД как показатель уровня управления безопасностью полетов / А. В. Власова. - Текст : непосредственный // Научный вестник ГосНИИ ГА. - 2018. - № 22. - С. 102-108.
10. Парфенов, Н. А. Разработка автоматизированной системы для безопасной эксплуатации летательных аппаратов / Н. А. Парфенов, Д. И. Матюхин, А. В. Звягинцева. - Текст : непосредственный // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 3(29). - С. 45-49.
11. Люсов, Е. В. Проблемные вопросы безопасной эксплуатации воздушного транспорта / Е. В. Люсов. - Текст : непосредственный // Транспорт. Горизонты развития : Труды 2-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 07-09 июня 2022 года. - Нижний Новгород : Волжский государственный университет водного транспорта, 2022. - С. 132.
12. Исследование технологии взаимодействия службы обслуживания воздушного движения и орнитологической службы / В. Н. Нечаев, М. В. Кулаков, Г. А. Гаспарян [и др.]. - Текст : непосредственный // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2023. - Т. 26, № 1. - С. 49-57. - DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-1-49-57.
13. Гузий, А. Г. Методологический подход к количественному оцениванию риска, обусловленного столкновением воздушных судов с птицами / А. Г. Гузий, А. П. Костина. - Текст : непосредственный // Вестник МГТУ ГА. - 2022. - Т. 25, № 5. - С. 12-24. - DOI: 10.26467/2079-0619-2022-25-5-12-24.
14. Власова, А. В. Сравнительный анализ моделей загруженности диспетчера управления воздушным движением / А. В. Власова // Гражданская авиация: XXI век: сборник материалов X Международной молодежной научной конференции (5-6 апреля 2018 г.). - Ульяновск : УИ ГА, 2018. - С. 120-121.
15. Мащора, А. В. Радиолокационные орнитологические наблюдения: краткий обзор стационарных и мобильных комплексов / А. В. Мащора. - Текст : непосредственный // Acta Biologica Sibirica. - 2015. - № 1 (3-4). - С. 118-147.
16. Phillips, Adam C.; Majumdar, Siddhartha; Washburn, Brian E.; Mayer, David; Swearingin, Ryan M.; Herricks, Edwin E.; Guerrant, Travis L.; Beckerman, Scott F.; Pullins, Craig K. «Efficacy of Avian Radar Systems for Tracking Birds on the Airfield of a Large International Airport». Wildlife Science Bulletin, 2018.
17. Geringer, Michael B; Lima, Steven L.; DeVault, Travis L. «Evaluation of an Avian Radar System in a Midwestern Landscape». Wildlife Science Bulletin, 2016.
18. Ruth J.M. Applying radar technology to migratory bird conservation and management: strengthening and expanding a collaborative: U.S. Geological Survey, 2007. Report number 2007-1361. - 86 p.