



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологических прогнозов

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(магистерская диссертация)

На тему: Влияние метеорологических условий на миграцию птиц в районе  
аэродрома Пулково

Исполнитель Нестерова Ангелина Олеговна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)  
Волобуева Ольга Васильевна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 19 » мая 2024 г.

Санкт-Петербург  
2024

## Оглавление

Термины и определения .....	3
Перечень сокращений и обозначений .....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	8
1.1. Способы отпугивания птиц .....	10
1.2. Авиационное происшествие (авария) с самолётом А321-211 VQ-BOZ АК «Уральские авиалинии».....	11
1.3. Беломоро-Балтийский миграционный путь птиц.....	13
1.4. Разработка карт-схем орнитологической обстановки .....	14
2. ПТИЦЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	16
2.1. Классификация птиц по дальности перемещения.....	27
3. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА ПУЛКОВО.....	28
3.1. Физико-географическое и климатическое описание района аэродрома (аэропорт Пулково) .....	28
3.2. Анализ орнитологической обстановки в районе аэродрома Пулково .....	29
3.4. Влияние солнечной активности на перемещение птиц .....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	59
Список использованной литературы.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	65

## Термины и определения

В работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

АТИС – это система непрерывной трансляции записанной аэронавигационной информации, предоставляющая информацию о текущих погодных условиях и другую, не относящуюся к погоде, важную информацию для пилотов [15].

Столкновение воздушного судна с птицей в аэропорту – авиационное событие, связанное со столкновением ВС с птицей на высоте от 0 до 60 м при заходе на посадку и от 0 до 150 м при наборе высоты, или выполнении стоянки, руления, этапов разбега при взлёте или пробега после посадки.

Орнитологическое обеспечение полётов – комплекс мероприятий, направленных на предотвращение столкновений воздушных судов с птицами.

Космическая погода – это совокупность различных физических процессов и явлений, которые возникают на поверхности Солнца, в межпланетном и околоземном космическом пространстве, а также в магнитосфере, ионосфере и верхних слоях атмосферы Земли.

Кольцевые карты погоды – карты, составляющиеся через каждые 3 часа на бланках масштабом 1:5000000 и предназначенные для уточнения синоптической ситуации при составлении прогноза погоды.

Микрокольцевые карты погоды – карты с масштабом 1:2500000, составляющиеся через каждый час метеорологических наблюдений, на них наносятся только инструментальные наблюдения.

## Перечень сокращений и обозначений

В работе применены следующие сокращения и определения:

АК – Авиакомпания

ВС – Воздушное Судно

ЕТР – Европейская Территория России

ОВД – Органы Воздушного Движения

ССП – Столкновение Самолётов с Птицами

АТIS – Automatic Terminal Information Service – служба автоматической аэронавигационной информации

AIP – Aeronautical Information Publication Russian Federation – Сборник аэронавигационной информации Российской Федерации

SSN (Sunspot Number) – числа Вольфа или относительное число солнечных пятен

QFE (Q-code Field Elevation) – Атмосферное давление на уровне порога ВПП

QNH (Q-code Nautical Height/Normal Height) – Атмосферное давление, приведенное к среднему уровню моря по стандартной атмосфере

## ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей метеорологического обслуживания авиации является обеспечение и повышение безопасности на протяжении всех этапов полётов. Одна из причин, по которой происходят авиационные происшествия – это столкновение самолётов с птицами (ССП; в английском языке – bird strike). Частота ССП возросла с развитием реактивных двигателей, поскольку уменьшился шум, скорость ВС увеличилась, а объёмы воздуха стали затягиваться большие, птицам стало труднее уклоняться от столкновения [3]. Они стали попадать в реактивные двигатели, что приводит к их полному отказу, возникновению «язычка» пламени или к разрушению. А также врезаться в окна в кабине пилотов, оставляя трещины или разбивая их, в крыло, носовые части, фюзеляж и обтекатели антенн.

Для анализа влияния метеорологических условий на миграции птиц был выбран аэродром Пулково. Данный аэродром актуален для анализа, поскольку находится в зоне миграции птиц, рядом проходит южная ветвь Беломоро-Балтийского пролётного пути. В районе аэродрома встречается разнообразное количество птиц, которые создают опасность для воздушных судов.

*Целью* данной магистерской диссертации является анализ влияния метеорологических условий на миграцию птиц в районе аэродрома Пулково.

Для этого были поставлены следующие задачи:

1. Изучить документацию по орнитологическому обеспечению полётов;
2. Проанализировать столкновение птиц с самолётами по времени суток и сезонам за период с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково;
3. Проанализировать метеорологические характеристики и синоптические ситуации на перемещение птиц в период с 2014 по 2023 гг. в районе аэропорта Пулково;

4. Проанализировать влияние солнечной активности на перемещение птиц в районе аэродрома Пулково в годы максимума и минимума.

*Актуальность* данного исследования заключается в том, что информация о синоптических ситуациях и метеорологических характеристиках может помочь орнитологам прогнозировать орнитологическую обстановку с целью обеспечения безопасности полётов самолётов и охраны птиц.

В первом разделе рассмотрены общие положения орнитологического обеспечения аэродрома (определение, комплекс мероприятий, направленных на предотвращение скопления птиц, способы отпугивания), Беломоро-Балтийский пролётный путь, а также разработка карт-схем.

Во втором разделе рассмотрены виды птиц, которых наблюдают на территории Ленинградской области.

В третьем разделе представлено физико-географическое описание местонахождения аэродрома Пулково, анализ метеорологических параметров и синоптических ситуаций за период с 2014 по 2023 гг., а также в ходе написания работы дополнительно было проанализировано влияние солнечной активности на перемещение птиц в годы максимума и минимума солнечной активности.

В заключении сформулированы основные результаты работы, полученные при написании магистерской диссертации.

В списке литературы содержится 15 источников, включающие учебно-научную литературу.

В приложении 1 представлена Карта «Основные маршруты весеннего и осеннего перелётов птиц и скоплений птиц в Европейской части России».

В приложении 2 представлен Пример оперативной орнитологической карты-схемы, составляемой в метеоподразделениях авиасоединений и авиаобъединений.

В приложение 3 помещены следующие таблицы:

- Оценка орнитологической обстановки при различных синоптических ситуациях (антициклоническая деятельность) в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково;

- Оценка орнитологической обстановки при различных синоптических ситуациях (циклоническая деятельность) в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково;

- Оценка орнитологической обстановки при различных метеорологических характеристиках в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково.

## 1. ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для изучения общих положений по орнитологическому обеспечению была использована 1 часть «Борьба с опасностью, создаваемой живой природой» Федеральных авиационных правил «Правила эксплуатации аэродромов гражданской авиации».

*Орнитологическое обеспечение полётов* – это комплекс мероприятий, направленный на предотвращение столкновений воздушных судов (ВС) с птицами [12].

На рисунке 1.1 представлен пример последствия столкновения самолёта с птицей.



Рисунок 1.1 – Пример столкновения самолёта Airbus A320neo с чайкой в аэропорту Анадырь ("Угольный") имени Ю. С. Рытхэу

В данный комплекс мероприятий в российской и международной практике для предотвращения скопления птиц входит [12]:

1. сокращение или ликвидация деревьев, кустарников и других растений, а также скашивание травяного покрова на лётном поле;
2. применение методов для отпугивания и обнаружения птиц с периодическим чередованием этих методов;
3. ликвидация увлажненных и заболоченных участков на территории аэродрома;

4. устранение городских свалок промышленных и продуктовых отходов;

5. оперативное оповещение экипажей ВС о скоплении и массовых перелётах птиц, обнаруженных на пути движения ВС и т.д.

Экипажи ВС получают информацию об орнитологической обстановке от органа организации воздушного движения (ОВД) или при помощи радиовещательных передач ATIS. Сообщается информация о месте обнаружения птиц и по возможности о направлении их полёта.

К выполнению мероприятий могут привлекаться [12]:

- *работники органа ОВД*: осуществляют визуальный контроль в секторах взлёта и посадки, радиолокационный контроль в секторе захода ВС, сообщают экипажам и ответственному персоналу наземных служб о скоплениях и перелётах;

- *ответственный персонал наземных служб*: наблюдает за птицами, своевременно информирует органы ОВД в целях своевременного предупреждения экипажей, принимает меры для отпугивания;

- *инспектор по безопасности полётов*: учитывает и анализирует случаи столкновения ВС с птицами, информирует вышестоящее руководство, предоставляет данные о повторяемости случаев столкновения в различных условиях;

- *работники инженерно-авиационных служб*: выявляют и передают инспектору по безопасности полётов сведения о повреждённых ВС, при необходимости передают останки птиц на исследование;

- *инженер по орнитологическому обеспечению полётов*: осуществляет руководство, организует взаимодействие между службами аэропорта, анализирует и прогнозирует орнитологическую обстановку и т.д.

## 1.1. Способы отпугивания птиц

Существует несколько способов отпугивания птиц [12]:

1. *Биоакустическое отпугивание.* Включает в себя крики хищников, тревоги. При применении данного способа нужно учитывать погодные условия, поскольку встречный и боковой ветер, осадки (дождь) уменьшают дальность звучания сигнала.

2. *С помощью пиротехнических акустических средств.* Осуществляется выстрелами в сторону птиц на таком расстоянии, чтобы ракета пролетела поблизости от них. Также применяют ружья, специальные пугачи, в которых автоматически взрывается газ;

3. *Визуальные отпугивания* (пугала, флажки, ленты, огни, воздушные змеи в виде ястребов);

4. *Отпугивание с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).* Проводится по согласованию с органом ОВД;

5. *Радиоэлектронное и электромагнитное отпугивание и объединенные автоматизированные системы управления птицами.* Используется для уменьшения привыкания и повышения эффективности других методов отпугивания. Применяется в соответствии с законодательством о санитарном эпидемиологическом благополучии населения.

6. *Использование обученных соколов и патрульных собак.*

На рисунках 1.2 и 1.3 представлены примеры способов отпугивания – диско-шар и пропановая пушка (или гром-пушка).



Рисунок 1.2-1.3 – Диско-шар и пропановая пушка (или гром пушка)  
для отпугивания птиц

## 1.2. Авиационное происшествие (авария) с самолётом А321-211 VQ-BOZ АК «Уральские авиалинии»

15 августа 2019 года в 06:15 по местному времени (UTC 03:15) на аэродроме Раменское сразу после отрыва самолёта произошло столкновение А321-211 VQ-BOZ ОАО АК «Уральские авиалинии» со стаей серебристых чаек. Дальнейший полёт длился около полутора минут, после самолёт приземлился на кукурузном поле [7].

При выдаче разрешения на взлёт диспетчер предупредил экипаж о возможном перелёте птиц. После отрыва самолёта от ВПП произошло столкновение ВС со стаей птиц (фрагменты птиц обнаружены на различных частях самолёта и на земле).

На рисунке 1.4 представлена фотография последствия происшествия АК «Уральских авиалиний».



Рисунок 1.4 – Самолёт A321 VQ-BOZ

### *Метеорологическая информация*

Синоптическая ситуация в Московской области и на аэродроме Раменское определялась ложбиной циклона, в котором лежал фронт окклюзии, с центром в районе города Тверь. Фронт располагался с северо-запада на юго-восток, проходил аэродром в период с 00:26 до 1:30 UTC (с 3:26 до 4:30 местного времени), во время которого наблюдалась грозовая деятельность с выпадением ливневых осадков. К моменту столкновения фронт сместился на северо-восток от Раменского.

В регулярной сводке за 15.08.2019 г. за 03:00 UTC (6:00 местного времени) давалась следующая погода: ветер  $100^{\circ}$  - 4 м/с; видимость 10 км; облачность разбросанная слоисто-кучевая, высотой 1590 м над уровнем земли, значительная среднего яруса высотой 2000 м над уровнем земли; температура воздуха  $+15.4^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность 92%, давление: QFE 746.3 мм рт. ст., QNH 1008.7 гПа.

В расследовании было заключено, что метеорологические условия не оказали влияния на исход полёта.

В документе расследования было отмечено, что комендант производил осмотр ВПП (факт проведения осмотра доказан и опровергнут не был) с 5:30 до 5:50 местного времени, птиц обнаружено не было.

Можно предположить, что прохождение фронта окклюзии с 3:26 до 4:30 по местному времени, сопровождающегося грозой и осадками, могло заставить птиц переместиться или остановиться вблизи аэродрома. В дальнейшем при улучшении погодных условий птицы могли начать постепенно перемещаться на прогревающие участки поверхности, особенно такие как бетон и асфальт, на котором «чайки любят сидеть» (с. 243). Рядом с аэродромом находятся свалки, что тоже будет способствовать обитанию птиц поблизости.

Консультация орнитологов по синоптической обстановке необходима с целью повышения орнитологической безопасности.

### 1.3. Беломоро-Балтийский миграционный путь птиц

Беломоро-Балтийский пролётный путь связывает места гнездования птиц на севере России и места зимовок в Западной Европе и Африке. Для многих птиц Санкт-Петербург и Ленинградская область становится временным пристанищем в периоды сезонных миграций. В работе Г.А. Носкова, Т.А. Рымкевича [6], отмечается, что по данным анализа кольцевания птиц и литературных источников показано, что в особенности восточная оконечность Финского залива и южная часть Ладоги являются местом массового скопления птиц.

На рисунке 1.5 представлен Восточно-атлантический миграционный путь, одной из ветвей которого является Беломоро-Балтийский пролётный путь. Восточно-атлантический путь тянется вдоль побережья Атлантики от Африки к северу Европы, вдоль побережья Северного Ледовитого океана до полуострова Таймыр, а на западе заходит в Северную Америку, охватывая Гренландию и Канадский Арктический архипелаг.

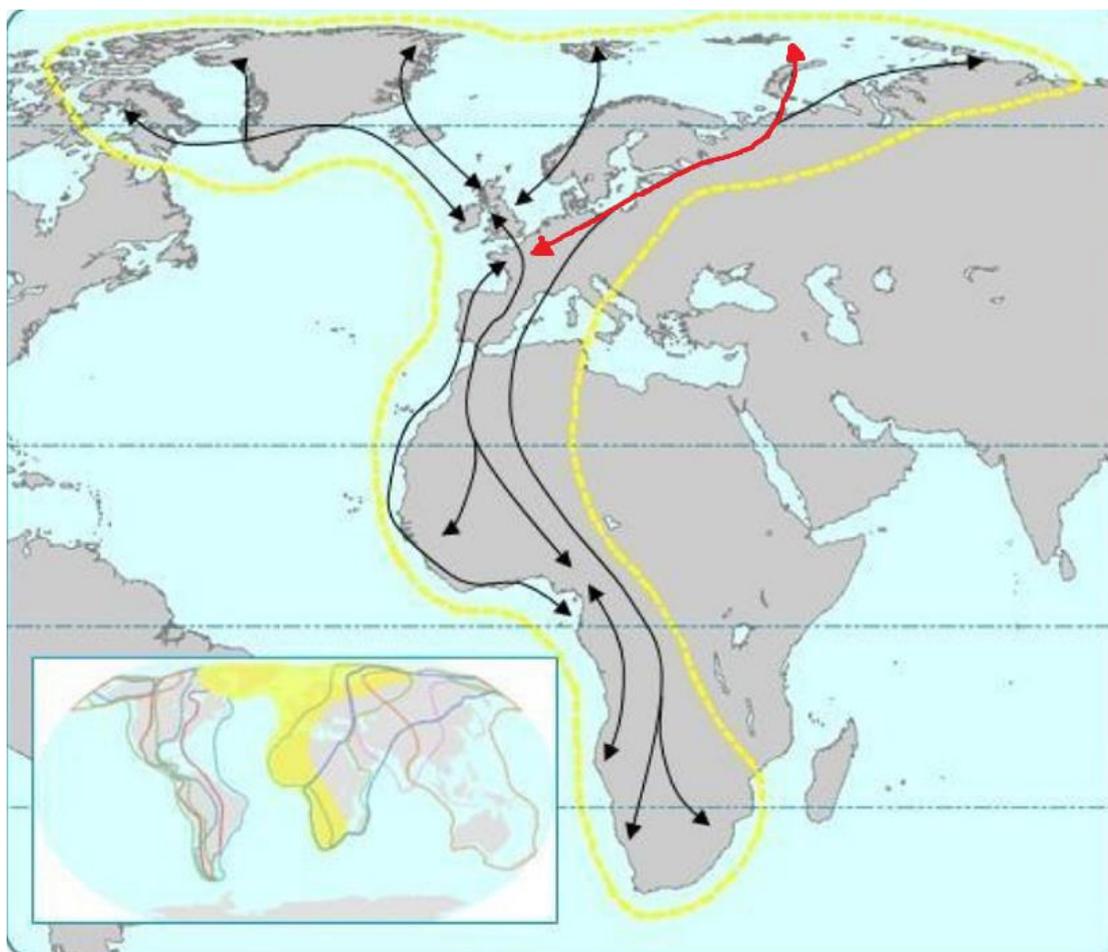


Рисунок 1.5 – Восточно-Атлантический миграционный путь  
(красная ветвь – Беломоро-Балтийский пролётный путь)

Также с помощью Сборника аэронавигационной информации Российской Федерации (AIP), ч. 2 «Маршрут», раздела 5.6 «Миграция птиц и зоны с чувствительной фауной» [11] была получена карта «Основные маршруты весеннего и осеннего перелётов птиц и скоплений птиц в Европейской части России», представленная в Приложении 1.

Прямой линией указаны основные маршруты перелёта птиц, штриховой – второстепенные маршруты, выделенные зоны – это места скопления.

#### 1.4. Разработка карт-схем орнитологической обстановки

В Руководстве по практическим работам метеорологических подразделений авиации ВС РФ [9] отмечено, что для более качественного анализа и успешного прогнозирования орнитологической обстановки

результаты орнитологических наблюдений и другие сведения о птицах отображаются на специальных бланках в виде оперативных орнитологических карт-схем и сезонных карт-схем. Также в районе аэродрома следует учитывать влияние атмосферных процессов, метеорологических и гидрологических условий:

- характер барического поля у поверхности земли;
- положения изотерм среднесуточной температуры воздуха 0, 5, 10 и 15°C;
- направления и скорости среднего ветра в слое от 0 до 3 км.

В метеоподразделениях авиасоединений и авиаобъединений оперативные карты-схемы разрабатываются на бланках микрокольцевых и кольцевых карт погоды. В Приложении 2 представлен пример оперативной орнитологической карты-схемы, составляемой в метеоподразделениях авиасоединений и авиаобъединений.

## 2. ПТИЦЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ниже представлено краткое описание птиц, наблюдающихся в Ленинградской области [2].

### 1. Гуси

Один из видов гусей – серые гуси. В большом количестве гнездятся в Западной Европе и Прибалтике. Свой гнездовой ареал расширяют в северо-восточном направлении: увеличилась численность в восточной части Финского залива в Ленинградской области, прилетают в дельту реки Северная Двина (Архангельская область). На Балтике гнездятся на открытых местах среди серебристых чаек.

На рисунке 2.1 представлен один из видов гусей – Серый гусь.



Рисунок 2.1 – Серый гусь (*Anser anser*)

### 2. Дрозд

На европейской территории России различают следующие виды: белозобый, чернозобый, чёрный, певчий, пёстрый (земляной), синий каменный и пёстрый каменный.

В качестве примера рассмотрим чёрного дрозда. Гнездовой ареал чёрных дроздов захватывает большую часть Европейской России, кроме севера лесной зоны и степного юга. На западе Европейской России живут в садах и парках.

При наступлении холодного периода года улетают зимовать на юг (южная Европа, Закавказье, Ближний Восток), но, если имеется кормовая база, могут остаться. Особи живущие в черте города часто остаются на зимовку. Зимой малоподвижны, при сильных морозах ночуют в дуплах деревьев или под крышами домов.

На рисунке 2.2 представлен один из видов дроздов – Чёрный дрозд.



Рисунок 2.2 – Чёрный дрозд (лат. *Turdus merula*)

### 3. Золотистая ржанка

Населяет равнинные и горные тундры, лесотундры и болота таёжной зоны. На территории Европейской России встречается во время пролёта: останавливается на убранных полях, пастбищах, низкотравных лугах, редко по берегам водоёмов. Зимует от Британских островов и Нидерландов в южную сторону до Северной Африки и стран Ближнего Востока. Можно наблюдать во время зимовки на равнинах, в горных местностях, на грязевых морских побережьях.

На рисунке 2.3 представлен один из видов ржанок – золотистая ржанка.



Рисунок 2.3 – Золотистая ржанка (*Pluvialis apricaria*)

#### 4. Стриж

На Европейской части России распространён чёрный стриж. Наблюдаются в умеренной зоне Евразии от Западной Европы до восточного Китая и практически по всей европейской части России, кроме крайнего севера. Зимует к югу от Сахары.

Гнездятся под крышами и на чердаках домов, в различных нишах на стенах, под подоконниками и в других подобных местах. В сельской местности часто занимают высоко и открыто расположенные скворечники, в лесной зоне – дупла деревьев, в горах – трещины скал.

Для успешной охоты требуется сухая и тёплая погода, когда термические явления в атмосфере выражены наиболее явно. Способ охоты у земли используют редко, поскольку скорость полёта высокая, а маневренность малая.

На рисунке 2.4 представлен один из видов стрижей – Чёрный или башенный стриж.



Рисунок 2.4 – Чёрный или башенный стриж (лат. *Apus apus*)

## 5. Чайки

Обитают в местах, где есть выход к водоёмам. При наступлении зимы могут улетать в тёплые края или оставаться зимовать в городах.

С самого утра до вечера чайки либо в одиночку, либо стаями добывают себе пропитание. К ночи покидают место кормёжки и отправляются на ночлег в место, которое недоступно для хищников и укрыто от ветра.

При столкновениях в районе аэродрома Пулково были зарегистрированы следующие виды чаек, представленные на рисунках 2.5-2.8:

### А) Сизая чайка

Подвид *L. c. heinei* обитает от европейской части России (с Белого моря) к востоку до центральной Сибири. Гнездится предпочитают на островах озёр, реках и на болотах, часто строят гнёзда на деревьях и на крышах зданий. Зимовать улетает на Чёрное, Балтийское и Каспийское моря, но часть остается на незамерзающих водоёмах в северной части региона (особенно в городах).



Рисунок 2.5 – Сизая чайка (*Larus canus*)

#### Б) Серебристая чайка

Гнездовой ареал затрагивает северо-западную Европу (Исландия, Норвегия), Атлантическое побережье и часть Европейской России. Часто встречается в Мурманской области, Республике Карелии. Зимует на Атлантическом побережье Европы и Балтийском море, а также на Чёрном. На места гнездования (Мурманское побережье) возвращается в марте.



Рисунок 2.6 – Серебристая чайка (*Larus argentatus*)

#### В) Морская чайка

Обитают на атлантических побережьях Северной Америки, Гренландии и Европы, на Северном, Баренцевом, Белом и Балтийском морях, на Новой Земле и на острове Вайгач. Гнездится предпочитают на скалистых морских побережьях

и прибрежных островах. Зимой отдельные популяции перелетают в южные края. Возвращается в места гнездования с конца февраля.



Рисунок 2.7 – Морская чайка (*Larus marinus*)

Г) Озёрная или обыкновенная (речная) чайка

Распространена по всему Евразийскому континенту. На ЕТР гнездится от Архангельской области до Кавказа.

Для построения гнезда используют стебли камыша и других околводных растений. Питаются семенами, ягодами, рыбой и пищевыми отходами.



Рисунок 2.8 – Озёрная, или обыкновенная (речная) чайка (*Larus ridibundus*)

## 6. Жавороноки

Различают несколько видов жаворонков. Большая часть видов (Малый, Серый, Рогатый и другие), встречаемых на Европейской территории России, придерживаются мест с очень редкой растительностью, за исключением Лесного жаворонка, или Юлы. Рогатый жаворонок селится на каменистых местах с невысокой растительностью. Юла селится в местах, где сочетается лесная растительность, опушки, редкотравные поляны.

Все виды строят гнезда на земле, прикрывая их пучками травы или помещают около кустиков.

На рисунке 2.9 в качестве примера представлены Рогатый жаворонок, на рисунке 2.10 – Лесной.



Рисунок 2.9 и 2.10 – Рогатый (*Eremophila alpestris*) и Лесной жаворонок (или Юла, *Lullula arborea*)

## 7. Пустельги

Пустельга обыкновенная откочёвывает на зимовку с сентября по октябрь в бесснежные районы, в том числе в Предкавказье, Причерноморье, Прикаспий. Прилетают в марте отдельными особями, редко небольшими группами. Те, что остаются на зимовку, концентрируются на полях, по заросшим оврагам. Гнездятся в нишах обрывов, в постройках, в искусственных гнездовых ящиках.

На рисунке 2.11 представлена обыкновенная пустельга.



Рисунок 2.11 – Пустельга, или обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*)

## 8. Чибисы

В Европейской части России виды, гнездящиеся в южной части региона, редки в северных, таёжных районах, местами могут встречаться до Полярного круга. На зимовку улетают в Закавказье и на побережье Средиземного моря.

Гнездятся на полях, пастбищах, в степной зоне по луговинам и подобным местам. В тайге селятся на открытых торфяниках или по окраинам торфяных болот. Предпочитают влажные места, но могут занимать и сухие участки.

На рисунке 2.12 представлен Чибис.



Рисунок 2.12 – Чибис (лат. *Vanellus vanellus*)

## 9. Куропатки

На европейской территории России различают три вида куропаток – Тундряная, Белая и Серая.

Тундряная обитает на Кольском полуострове, северном Урале и на островах архипелага Земля Франца-Иосифа (оседла). Гнездится на возвышенностях каменистой тундры, в горах.

У серых куропаток в Европейской части России северная граница ареала проходит через Ленинградскую, север Архангельской областей, республики Коми и Карелии. Населяют заброшенные поля, сельскохозяйственные угодья, луга с кустарниковыми зарослями в поймах рек, окраины населённых пунктов. Зимой спят в лунках в снегу, а при его отсутствии – прижавшись к друг другу.

У белых куропаток северная граница проходит по побережью Северного Ледовитого океана, а южная через Смоленскую, Московскую, Нижегородскую области, Пермский край. Обитают на открытой местности с кустарниковой растительностью.

На рисунке 2.13 в качестве примера представлена Серая куропатка.



Рисунок 2.13 – Серая куропатка (лат. *Perdix perdix*)

## 10. Скворцы

Распространён практически по всей Евразии от тайги до субтропиков, в последние годы наблюдается на восток до Забайкалья, на севере Европы достиг

лесотундры, по лесополосам проник в степи и полупустыни. Селятся в населённых пунктах, парках и садах.

В средней полосе появляется в начале снеготаяния, улетают зимовать с августа по ноябрь, некоторые птицы остаются зимовать в области бесснежных зим, а также в городах на помойках и свалках.

На рисунке 2.14 представлен скворца.



Рисунок 2.14 – Скворец (лат. *Sturnus vulgaris*)

## 11. *Канюки*

На территории России обитает от западных границ до Кавказа, Сахалина и Курильских островов. Распространённый в умеренной зоне Европейской России подвид *V. b. vulpinus* (малый или степной канюк) улетает зимовать вплоть до тропической Африки и Азии, частично зимует в области бесснежных зим в Причерноморье, Прикаспии и Предкавказье.

Селятся в местах с открытым пространством. Охотятся на открытом месте в полёте на высоте 30-50 м. Из умеренных широт откочёвывают на зимовки в сентябре и октябре, отдельные представители задерживаются до поздней осени и даже зимуют.

На рисунке 2.15 представлен Канюк.



Рисунок 2.15 – Канюк (*Buteo buteo*)

## 12. *Сороки*

В Европейской части России не гнездится в тундрах, на открытых пространствах степей и пустынь и в безлесных поясах гор. Ведёт оседлый образ жизни, лишь иногда часть особей откочёвывает к югу. С наибольшей плотностью селятся в населённых пунктах, занимая лесополосы, поймы речных долин, овраги, заросли кустарников.

На рисунке 2.16 представлена Сорока.



Рисунок 2.16 – Сорока (*Pica pica*)

## 2.1. Классификация птиц по дальности перемещения

Также существует разделение птиц по характеру сезонных миграции:

– *Оседлые* – птицы, которые в течение года живут на одной территории и регулярных перемещений не совершают. В северных и умеренных широтах таких птиц мало, в основном они все синантропы (живут поблизости к людям). Есть представители, которые после размножения улетают из гнездовой территории и зимуют в окрестностях.

– *Кочующие* – птицы, которые после размножения покидают гнездовую территорию и до прихода весны совершают перемещения на расстояния десятки, сотни и тысячи километров. Направления перемещений непостоянны.

– *Перелётные* – птицы, которые после размножения покидают гнездовую территорию на зимний период. Для них характерно определенное направление и сроки перелёта, чётко очерченные зоны зимовок.

Существуют виды птиц, у которых маршрут на зимовку и с зимовки не совпадают, такие пути орнитологи называют петлеобразными (или кольцевыми).

### 3. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА ПУЛКОВО

#### 3.1. Физико-географическое и климатическое описание района аэродрома (аэропорт Пулково)

Аэродром находится в 15 километрах на юг-юго-запад от г. Санкт-Петербурга. Расположен на Приневской равнине, простирающейся с запада на восток от побережья Финского залива до Ладожского озера. Крупных лесных массивов в районе аэропорта нет. Заболоченные почвы занимают около 50% территории района.

Аэропорт располагается в зоне переходного климата – от морского к континентальному. Активная циклоническая деятельность, частая смена воздушных масс, чаще всего приходящих с Атлантического океана, создаёт постоянную смену погодных условий. Отмечается преобладание ветров западного направления.

На рисунке 3.1 представлена карта местоположения аэродрома Пулково.



Рисунок 3.1 – Местоположение аэродрома Пулково на карте

### 3.2. Анализ орнитологической обстановки в районе аэродрома Пулково

#### *По сезонам и времени суток*

Для анализа орнитологической обстановки по сезонам и времени суток были использованы данные по зафиксированным случаям происшествий, составленных орнитологами из Пулково с 2014 по 2023 гг.

На рисунке 3.2 представлена повторяемость перемещения птиц по сезонам в районе аэродрома за период с 2014 по 2023 гг.

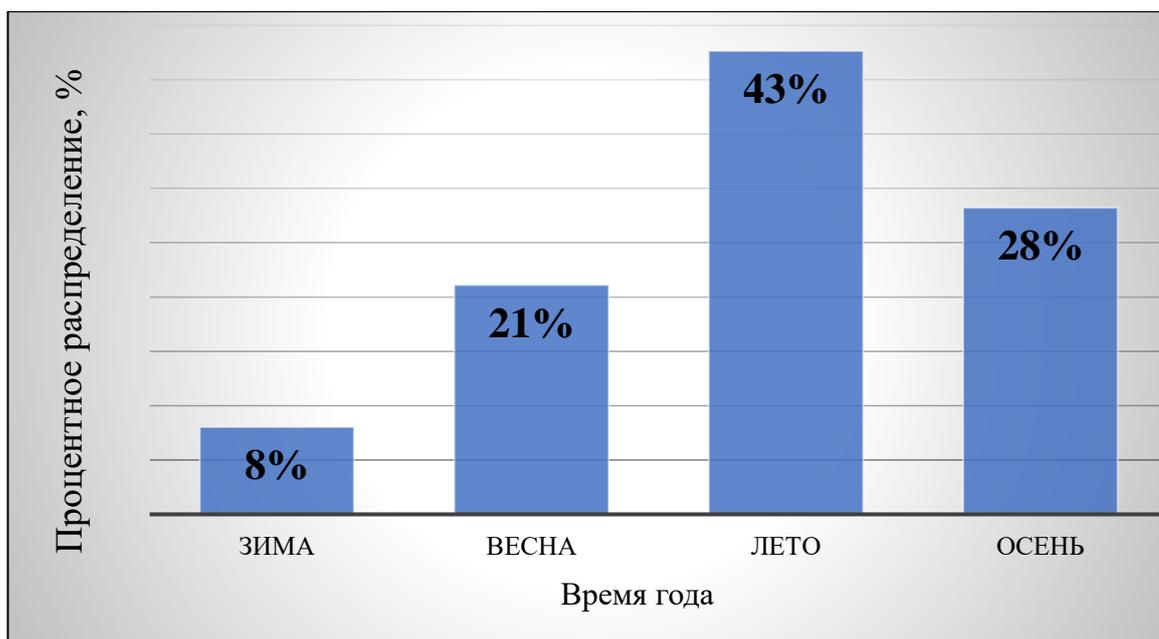


Рисунок 3.2 – Повторяемость перемещения птиц по сезонам в районе аэродрома Пулково за период 2014-2023 гг.

На рисунке 3.2 видно, что наибольшее количество зафиксированных случаев наблюдалось летом (43%) и меньше всего зимой (8%). Наибольшее количество случаев летом обуславливается хорошей погодой, преимущественно перифериями циклонов и антициклонов, центрами антициклонов и малоградиентными полями повышенного давления, что способствует активным кочёвкам. Также летом начинается массовое появление молодняка, становление на крыло, что будет увеличивать вероятность столкновения.

Наиболее стабилен в орнитологическом отношении зимний период.

Была рассмотрена повторяемость случаев перемещения птиц по времени суток на аэродроме Пулково за период с 2014 по 2023 гг., результаты представлены на рисунке 3.3.

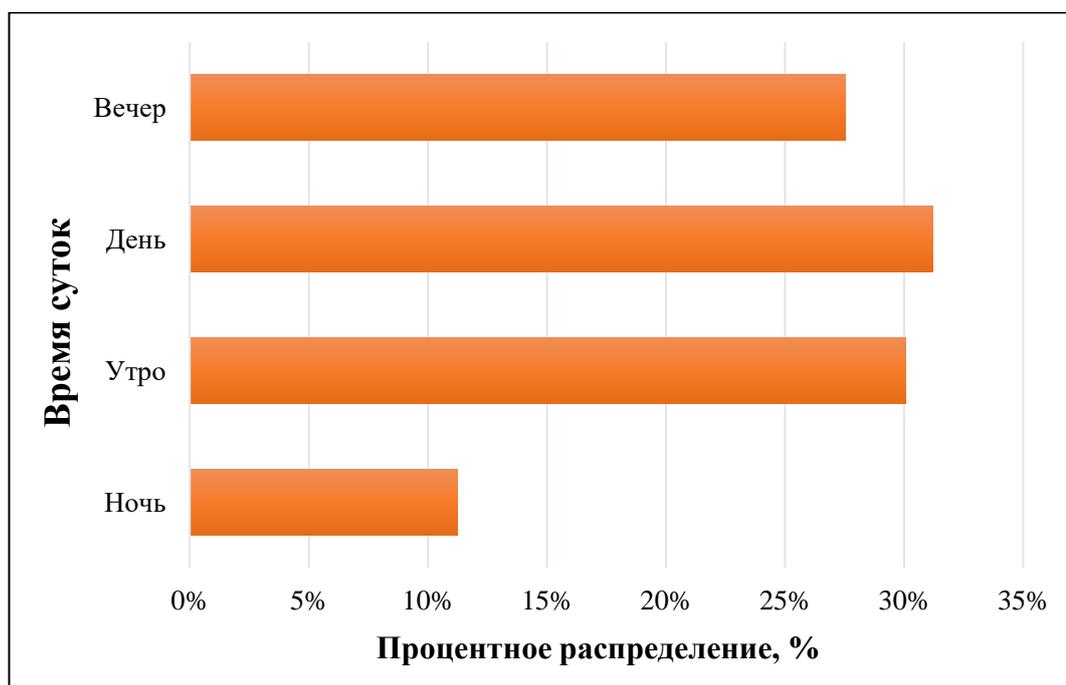


Рисунок 3.3 – Повторяемость перемещения птиц по времени суток в районе аэродрома Пулково за период 2014-2023 гг.

На рисунке 3.3 можно увидеть, что перемещения пернатых наблюдалось чаще всего в утреннее (31%) и дневное (30%), меньше всего – в ночное (12%) и вечернее (27%). В первом случае может быть связано с тем, что большая часть видов птиц активны в данное время суток, и с тем, что количество рейсов больше, чем вечером или же ночью. Наличие столкновений в вечернее и ночное время может быть обусловлено тем, что птицы останавливаются на ночлег, отдых, а также есть виды птицы, которые активны в ночное время (совы, летучие мыши).

### 3.3. Анализ погодных условий на миграцию птиц

Циклоническая и антициклоническая деятельность играет ведущую роль в формировании погоды и оказывают влияние на перемещение птиц.

Синоптические ситуации, при которых изменяются те или иные метеорологические характеристики, могут замедлить полёт птиц, остановить, изменить курс и прекратить полёт. Также есть основания полагать, что мигранты больше реагируют на локальные изменения метеорологических параметров.

### *3.3.1. Анализ метеорологических характеристик*

Данные по метеорологическим характеристикам были взяты из выписок с аэродрома Пулково и с сайта РП5 (Архив погоды в аэропорту) [10].

Было выявлено, что чаще перемещение птиц, а, следовательно, и происшествия происходили при видимости 10 км и более [89%], реже – менее 3 км (плохая видимость) [2%]. При ясной погоде с хорошей видимостью интенсивность и высоты полётов увеличиваются в любой период года.

По относительной влажности были использованы следующие диапазоны: низкая (менее 40%), оптимальная (40-60%) и высокая (60-100%). Миграции птиц происходила чаще при высокой влажности (77% случаев), реже – при низкой (7%).

По скорости ветра были созданы следующие градации: штиль (0 м/с) – 4%, лёгкий ветер (1-2 м/с) – 26%, слабый (3-5 м/с) – 51%, умеренный (6-7 м/с) – 12%, сильный (8-15 м/с) – 6%. Столкновения чаще происходили при слабом ветре, реже – при штиле. Следует учитывать встречный или попутный ветер: сильный попутный будет благоприятствовать миграциям на больших высотах, а встречный, наоборот, останавливать.

По направлению ветра были созданы следующие диапазоны: ССЗ-ССВ (337°-22°), ССВ-ВВС (22°-67°), ВВС-ВЮВ (67°-112°), ВЮВ-ЮЮВ (112°-157°), ЮЮВ-ЮЮЗ (157°-202°), ЮЮЗ-ЗЮЗ (202°-247°), ЗЮЗ-ЗСЗ (247°-292°), ЗСЗ-ССЗ (292°-337°) и была выделена отдельная группа «Штиль». Столкновения чаще происходили от западно-юго-западное до западно-северо-западного (247-292°) – 19%, меньше всего при штиле – 4%.

Также были проанализированы данные в зависимости от температуры. Диапазон брался через 10°С: большая часть столкновений (47%) наблюдалась в диапазоне от +10 °С до +20°С, меньше всего, когда температура поднималась выше 30°С или же опускалась ниже -20°С (по 1%).

Птицы особенно чувствительны к изменениям атмосферного давления при полёте. При анализе данных было выявлено, что чаще миграции происходили при пониженном давлении (ниже 760 мм рт. ст.) – 55%, остальные 45% - при повышенном (выше 760 мм рт. ст.).

Отсутствие осадков является благоприятным фактором для полёта птиц, а ливневые дожди, снег, туманы – неблагоприятным.

### 3.3.2. Анализ синоптических ситуаций

Л.Ф. Назаренко и Л.А. Амонским были введены такие понятия синоптических процессов как «стимулирующие» и «блокирующие», то есть процессы, которые стимулируют или блокируют миграцию птиц [5].

На рисунке 3.4 представлены синоптические ситуации, при которых были зафиксированы столкновения воздушных судов с птицами с 2014 по 2023 гг.

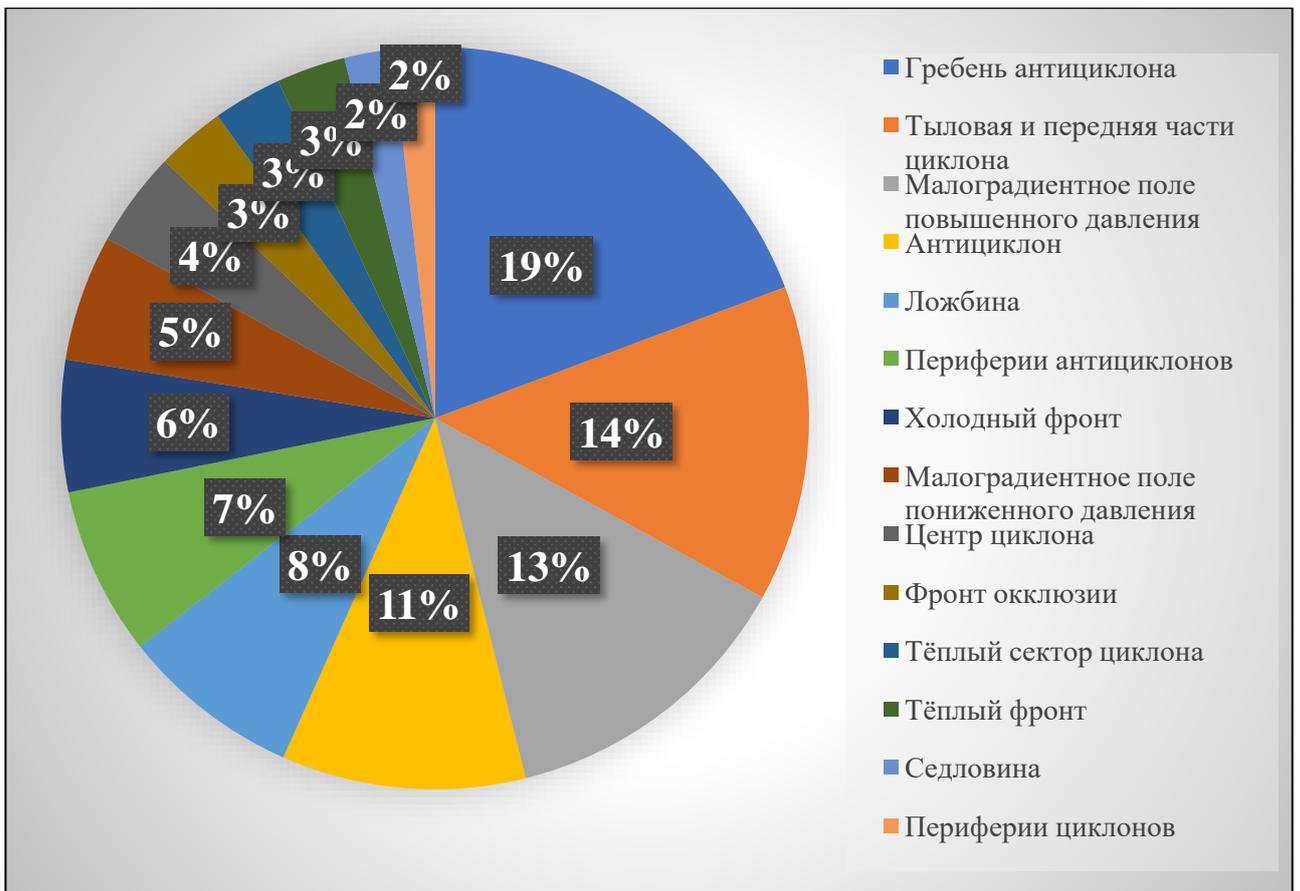


Рисунок 3.4 – Типовые синоптические ситуации с 2014 по 2023 гг.

По рисунку 3.4 можно увидеть, что наибольшее количество случаев столкновений с птицами были зафиксированы:

- 1) В гребнях антициклонов [19%]

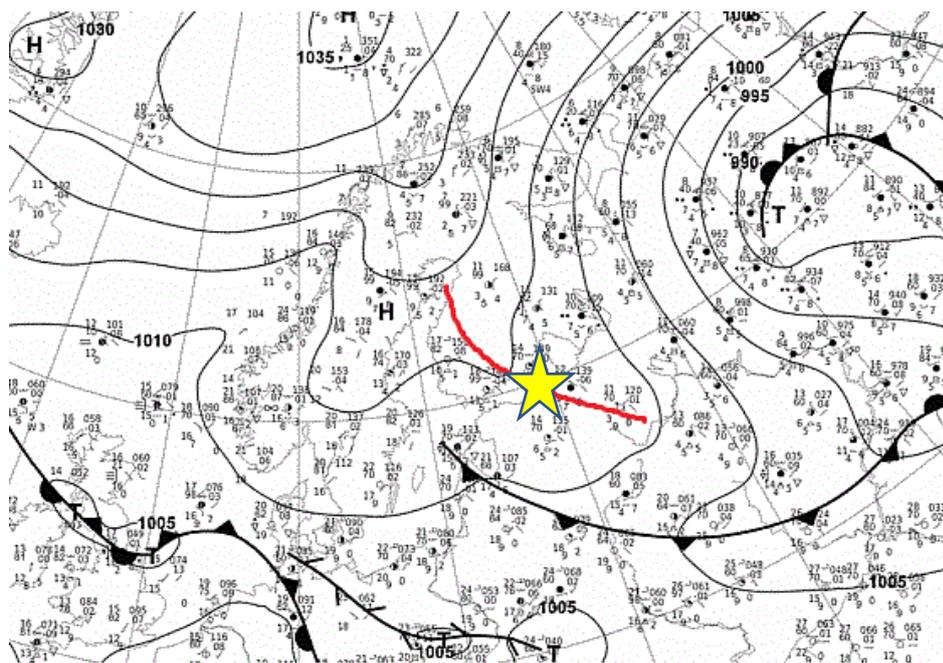


Рисунок 3.5 – Приземная синоптическая карта, пример влияния гребня антициклона на аэропорт Пулково

2) В тыловых и передних частях циклонов [14%]

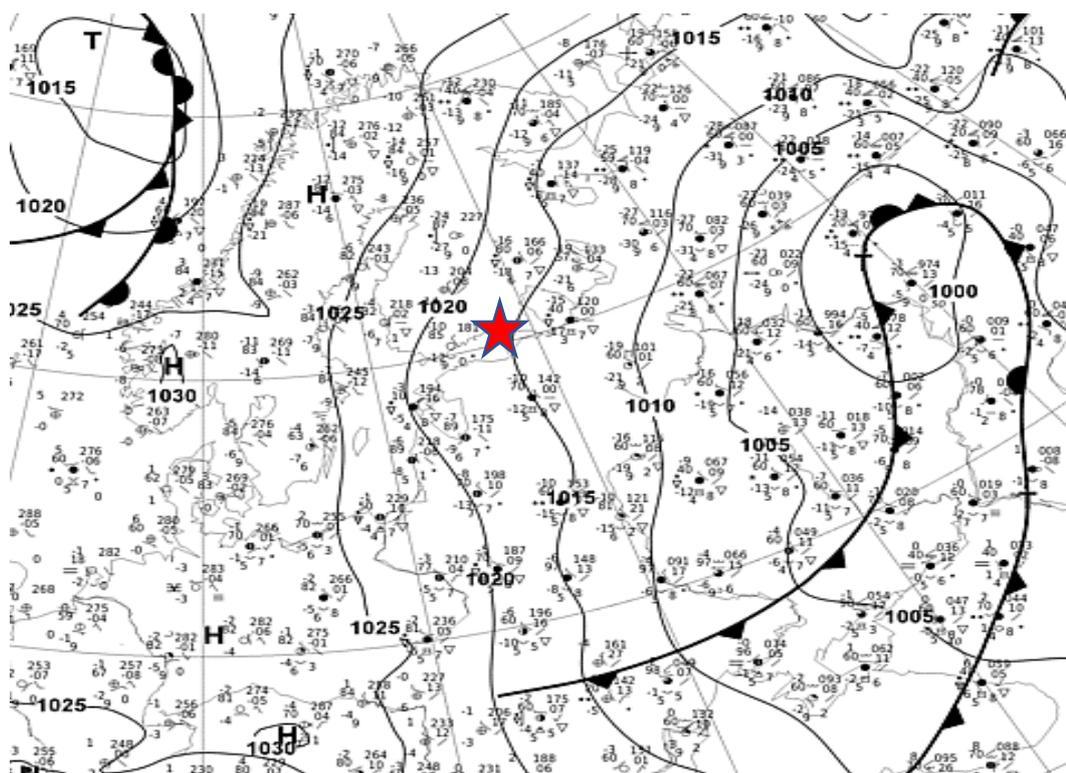


Рисунок 3.6 – Приземная синоптическая карта, пример влияния тыловой части циклона через аэропорт Пулково

В циклоне погода характеризуется большим разнообразием. В тыловой части циклона погода определяется характеристиками холодного фронта, в передней – тёплого. В весеннее время миграции ослабевают или вовсе прекращаются, в осеннее – наоборот, усиливаются.

3) В малоградиентных полях повышенного давления [13%];

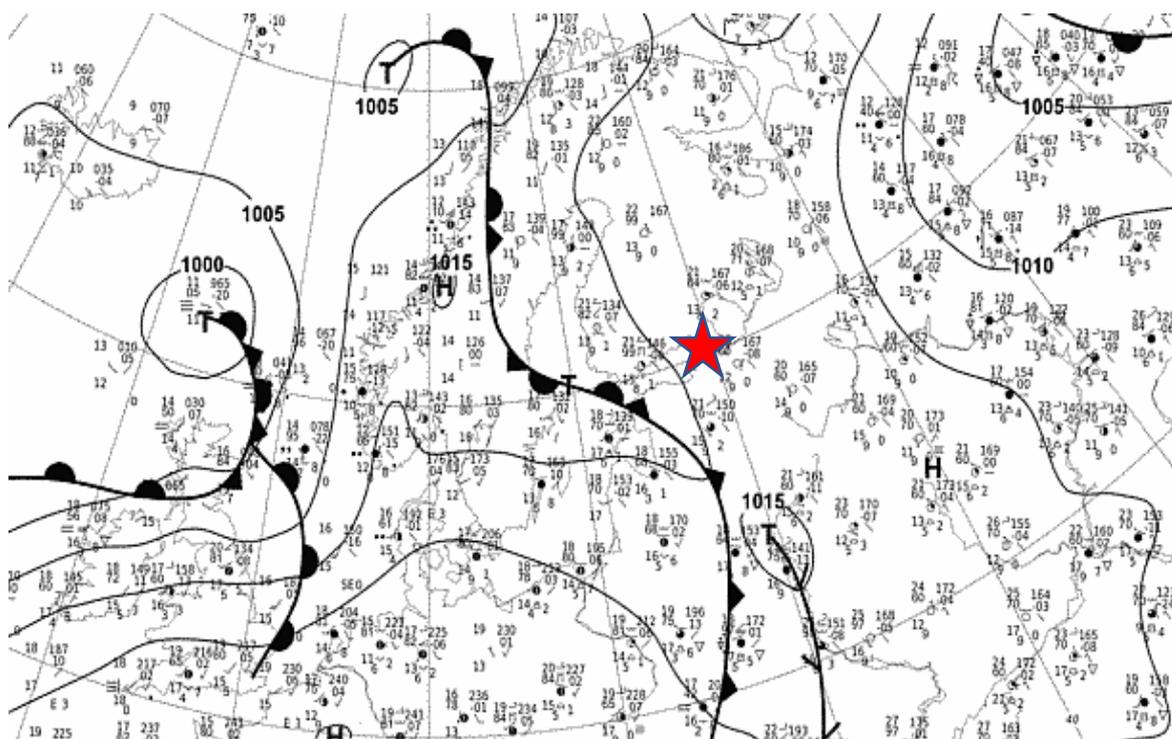


Рисунок 3.7 – Приземная синоптическая карта, пример влияния малоградиентного поля повышенного давления на аэропорт Пулково

4) В центрах антициклонов (антициклоны) [11%]

Происшествия при синоптических ситуациях, относящихся к антициклонической деятельности, можно объяснить малооблачной/безоблачной, сухой погодой с хорошей видимостью, слабым ветром или штилем, высоким атмосферным давлением. Такие погодные условия будут стимулировать птиц к перемещению. Зимой могут образовываться слоистые облака, а летом – ночные и утренние туманы, которые могут приостанавливать перемещение птиц.



Рисунок 3.8 – Приземная синоптическая карта, пример влияния центра антициклона на аэропорт Пулково

Представленные на рисунках 3.5-3.8 примеры синоптических ситуаций на синоптических картах [1] являются благоприятными для перелёта птиц вне зависимости от сезона.

*В ложбинах* происходило 8% происшествий. Пример влияния ложбины на аэропорт представлен на рисунке 3.9.

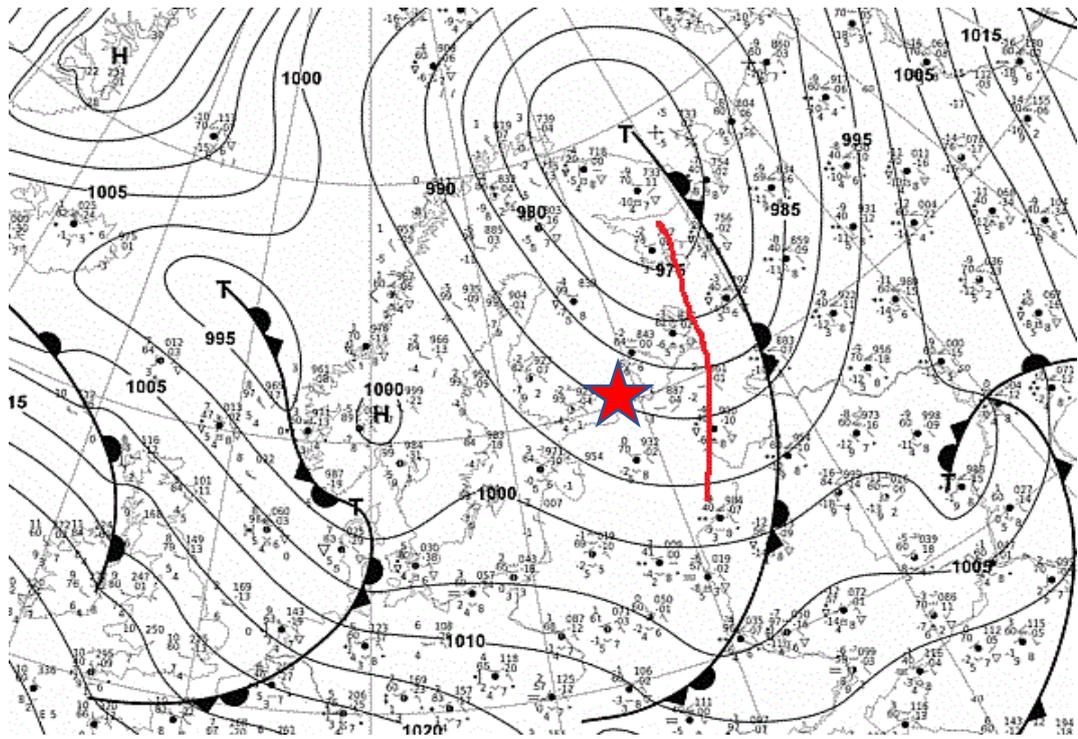


Рисунок 3.9 – Приземная синоптическая карта, пример влияния ложбины на аэропорт Пулково

Погода в ложбинах зависит от того, какой фронт в ней лежит – холодный, тёплый или фронт окклюзии. При их прохождении изменяется направление и скорости ветра, возникают осадки, а также возможны грозы. Такие погодные условия в весеннее время усиливают миграцию, в осеннее будут «блокировать» полёты птиц, что может приводить к их скоплению.

7% столкновений происходило на перифериях антициклонов:

- Большинство случаев было зафиксировано на *западной периферии*, примыкающей к передней окраине циклона, где наблюдаются сильные ветра, повышенное атмосферное давление; летом при высокой температуре и значительной влажности образуются кучево-дождевые облака

- *Восточная периферия* связана с тыловой частью циклона: преобладание малооблачной погоды, летом могут развиваться кучево-дождевые облака (ливень, грозы)

- *На южной периферии* отмечаются осадки, сплошная облачность, сильные ветра, метели

- Меньше всего столкновений было зафиксировано на *северной периферии*, которая граничит с тёплым сектором: отмечаются туманы, слабые осадки.

Весной на любой из 4-х зон антициклона происходит ослабление или полное прекращение миграции, отклонение от курса полёта. Осенью на западных и южных перифериях усиливается миграция, а на восточной и северной – ослабляется.

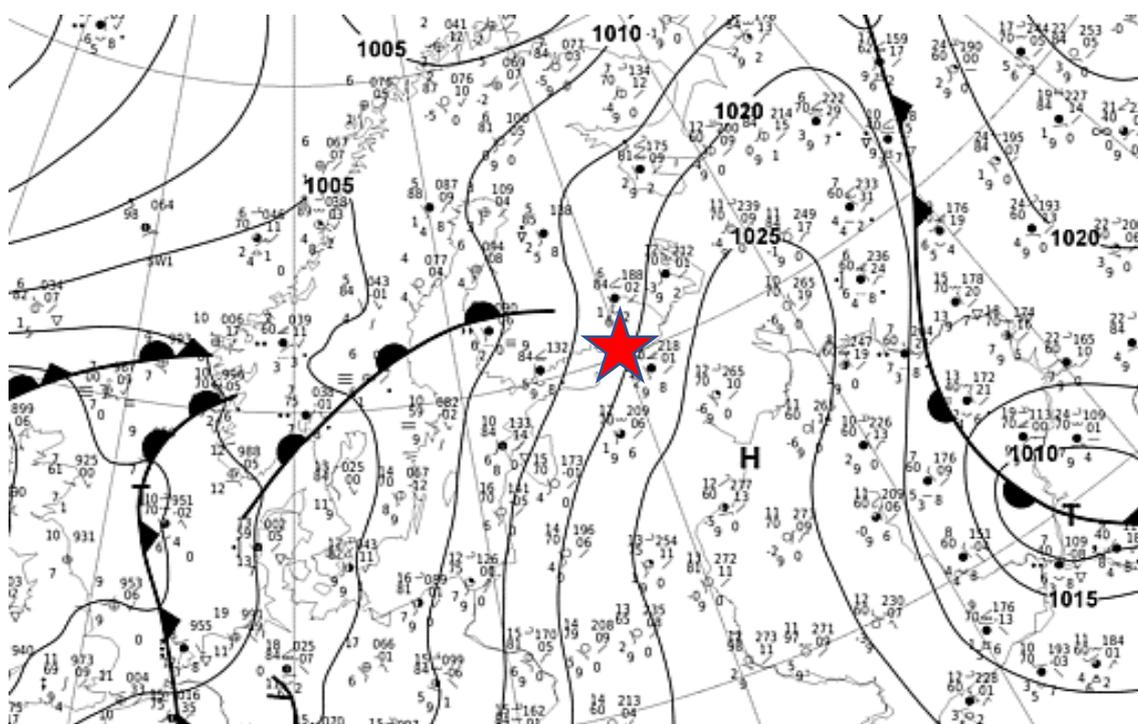


Рисунок 3.10 – Приземная синоптическая карта, пример влияния влияния западной периферии антициклона на аэропорт Пулково

6% столкновений произошли на холодных фронтах. Пример прохождения холодного фронта через аэропорт Пулково представлен на рисунке 3.11.

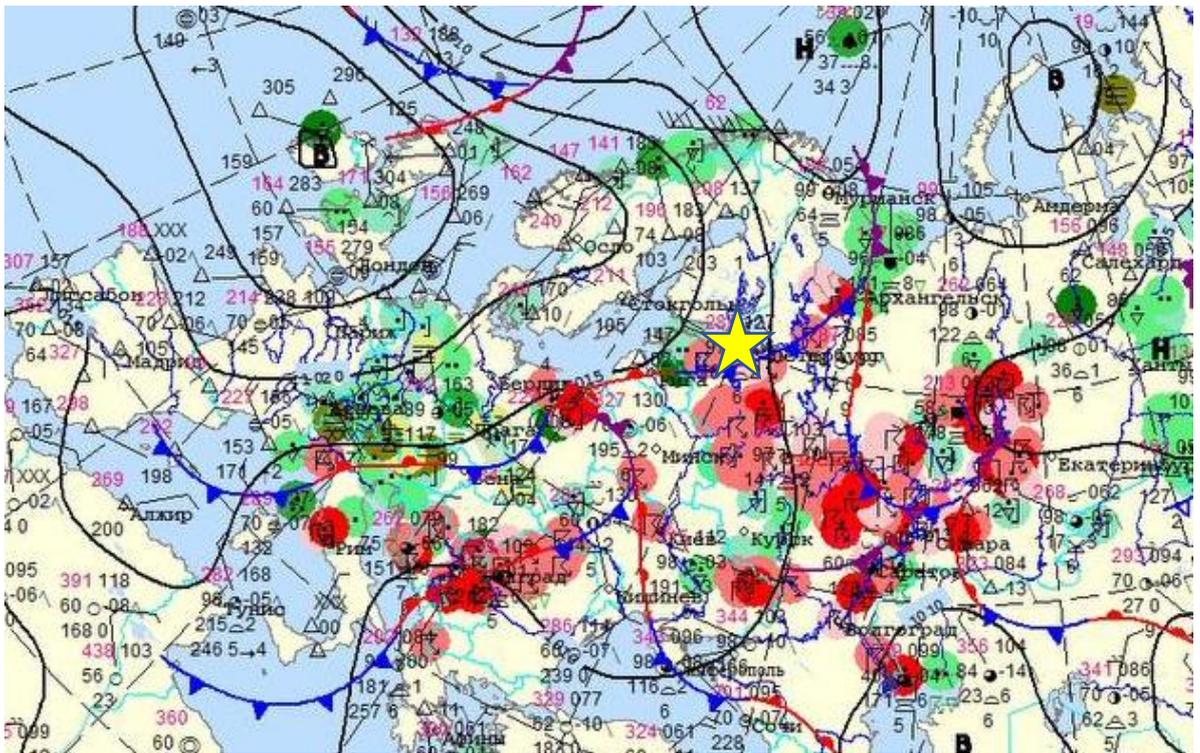


Рисунок 3.11 – Приземная синоптическая карта, пример прохождения холодного фронта через аэропорт Пулково

Прохождение холодного фронта характеризуется изменением направления ветра от южного, юго-западного (перед фронтом) к северо-западному, западному (за фронтом); увеличением скорости ветра; падением температуры; ростом давления; улучшением видимости.

Также летом по мере приближения следует ожидать образование кучево-дождевой облачности с грозами и шквалистым ветром, что будет приводить к прекращению полётов птиц.

В малоградиентных полях пониженного давления произошло 5% столкновений. Пример влияния малоградиентного поля пониженного давления представлен на рисунке 3.12.

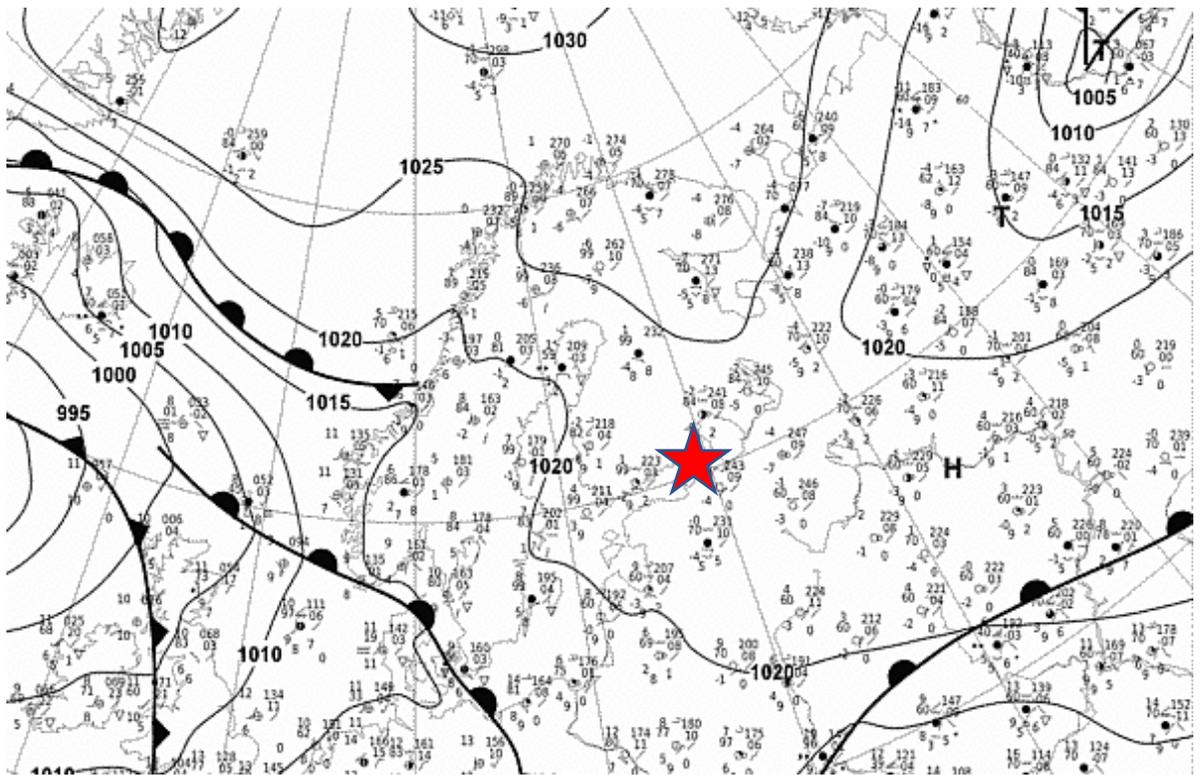


Рисунок 3.12 – Приземная синоптическая карта, пример влияния малоградиентного поля пониженного давления на аэропорт Пулково

Характеризуется слабым ветром, туманами с видимостью менее 1000 метров, также летом возможно возникновение кучево-дождевой облачности со шквалом, градом, ливневыми осадками. Весной и осенью стоит ожидать ослабление или прекращение миграций.

В центрах циклонов произошло 4% происшествий. Пример влияния центра циклона представлен на рисунке 3.13.

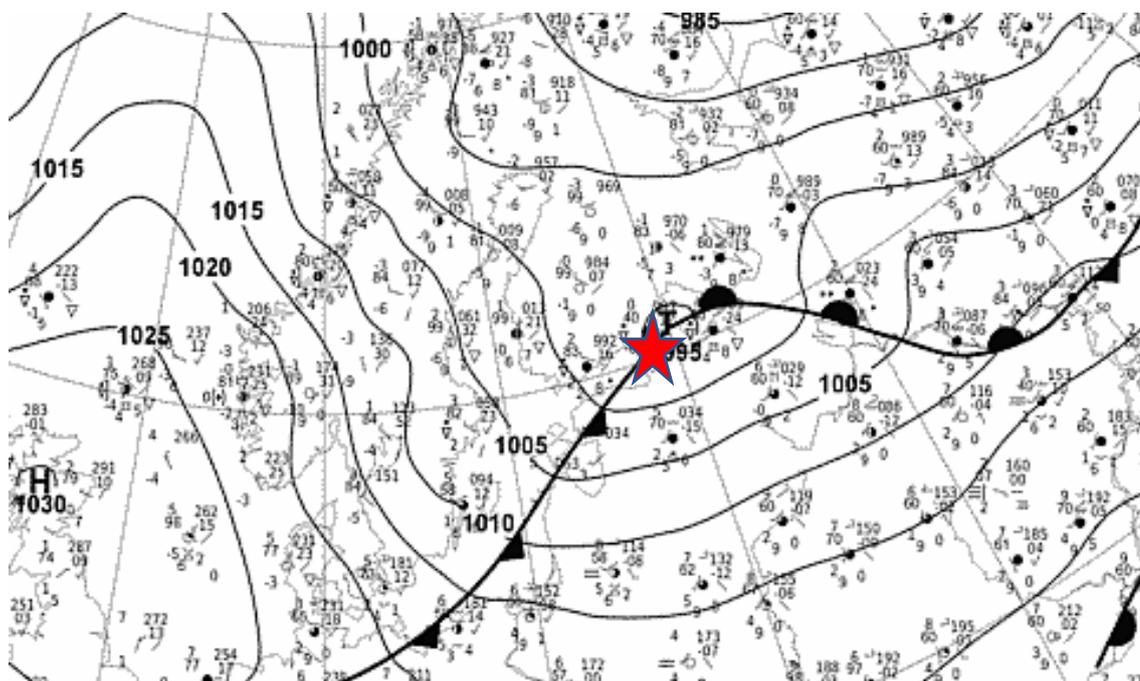


Рисунок 3.13 – Приземная синоптическая карта, пример влияния центра циклона на аэропорт Пулково

В данной синоптической ситуации наблюдается падение давления, также возможен дождь, а в холодного время года – снег. При возникновении осадков птицы будут прекращать или ослаблять миграцию, также возможно снижение высоты полёта мигрантов.

*Прохождение фронта окклюзии (3%)* характеризуется смыканием двух фронтов – холодного и тёплого, поэтому фронт окклюзии будет сочетать в себе их характеристики. И весной, и осенью миграции будут либо ослабляться, либо прекращаться.

Пример прохождения фронта окклюзии представлен на рисунке 3.14.

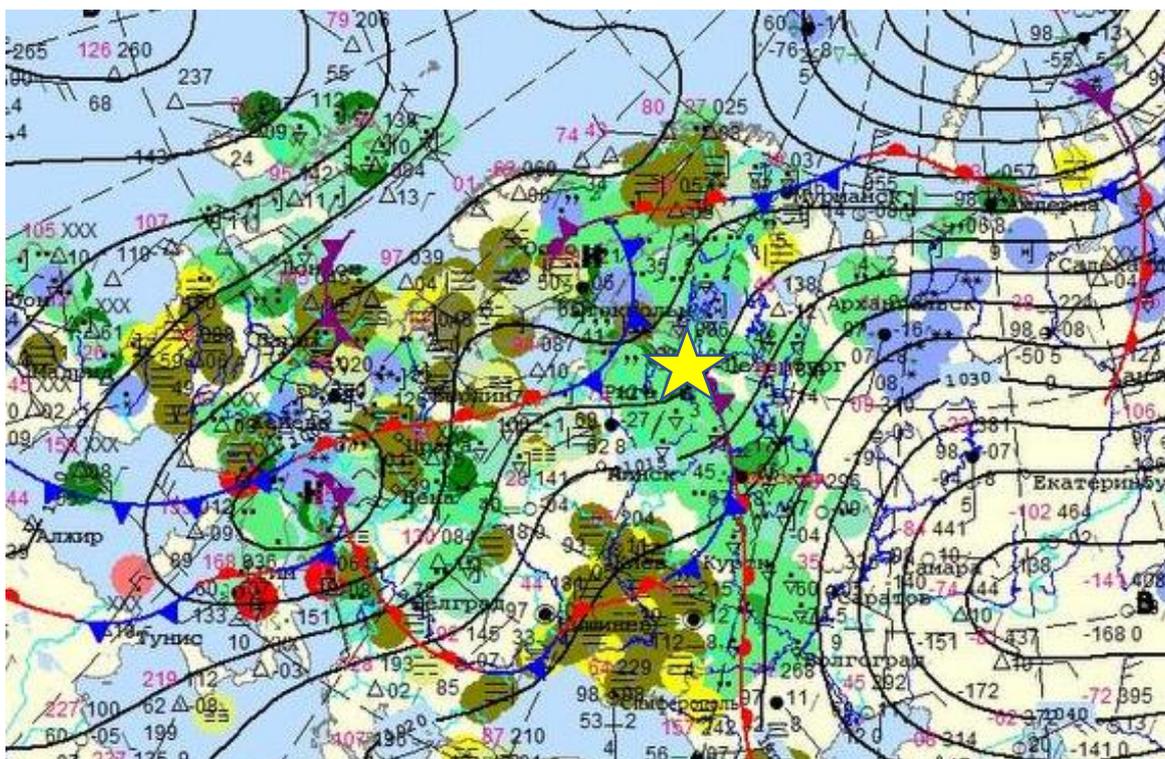


Рисунок 3.14 – Приземная синоптическая карта, пример прохождения фронта окклюзии на аэропорт Пулково

*Тёплый сектор циклона (3%)* – это зона между тёплым и холодным фронтом. В этой зоне после прохождения тёплого фронта наблюдается повышение температуры воздуха, поворот ветра в южном направлении, зимой могут отмечаться оттепели. По мере приближения к холодному фронту летом будут зарождаться кучево-дождевые облака, из которых выпадают ливневые осадки, гроза, град, также возможны шквалы (резкое усиление ветра).

При выше указанных условиях миграции птиц будут либо ослабляться, либо вовсе прекращаться.

Пример влияния тёплого сектора циклона на аэропорт Пулково представлен на рисунке 3.15.

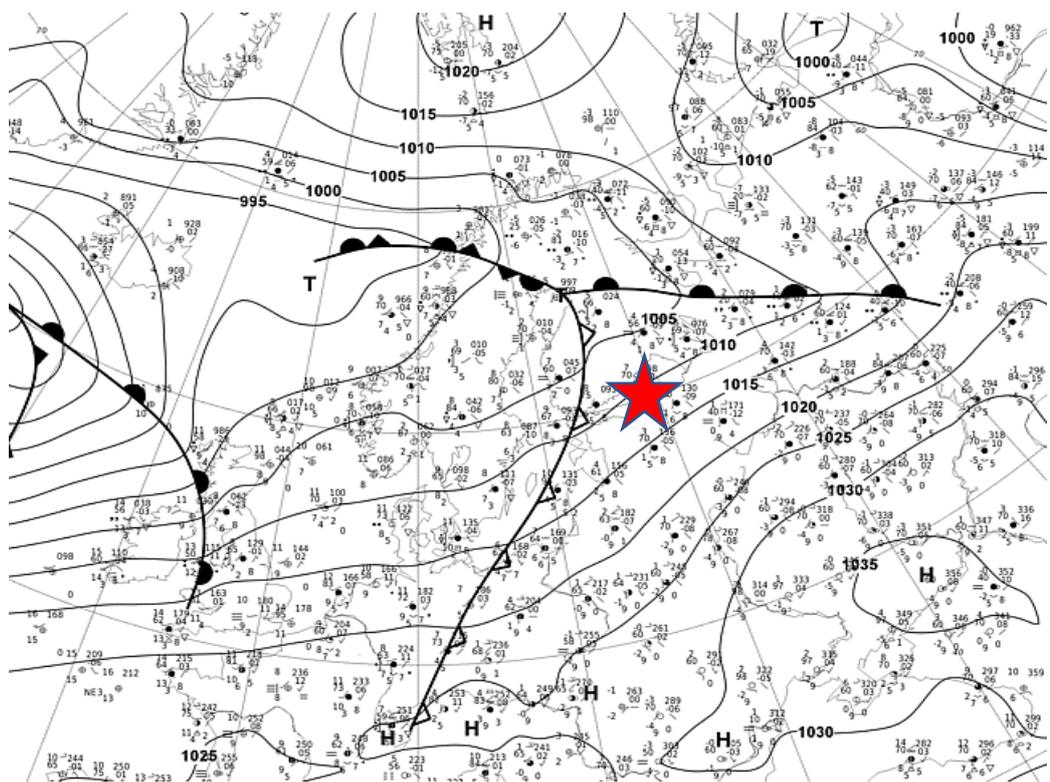


Рисунок 3.15 – Приземная синоптическая карта, пример влияния тёплого сектора циклона на аэропорт Пулково

*На тёплых фронтах отмечается 3% происшествий. Пример прохождения тёплого фронта через аэропорт Пулково представлен на рисунке 3.16.*

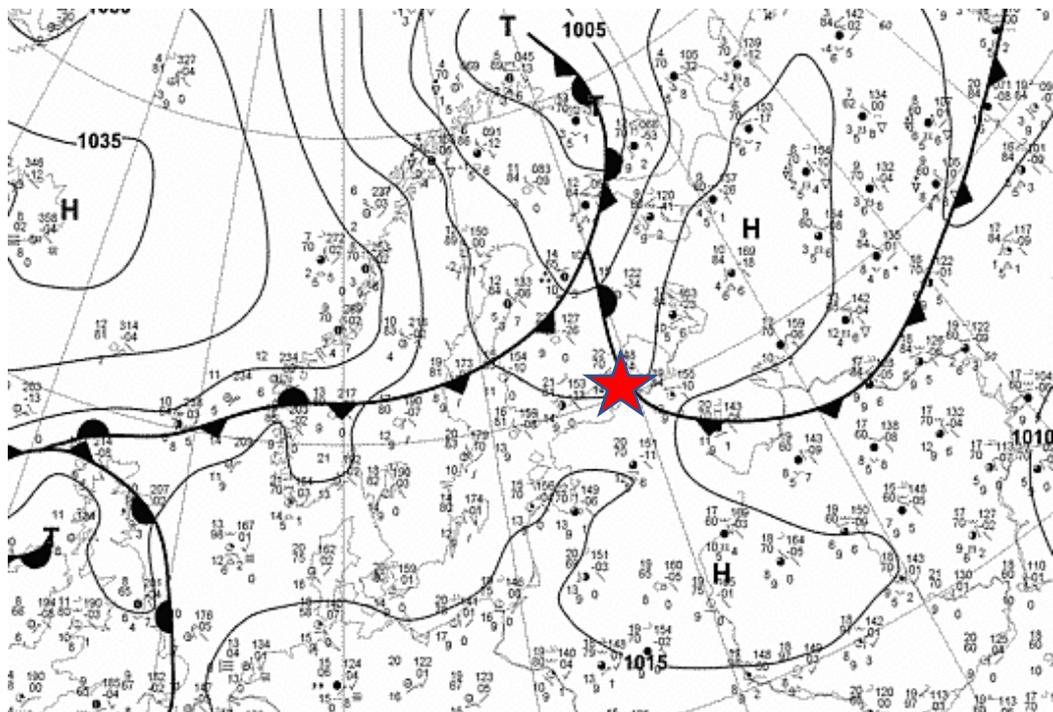


Рисунок 3.16 – Приземная синоптическая карта, пример прохождения тёплого фронта через аэропорт Пулково

По мере приближения тёплого фронта наблюдается усиление ветра; распространяется зона слоисто-дождевых облаков, из которых выпадают осадки. После прохождения осадки прекращаются, ветер поворачивает по часовой стрелки на южное направление, уменьшается скорость ветра.

Наименьшее количество происшествий (по 2%) произошло в седловинах и на перифериях циклонов. Пример данных синоптических ситуаций представлены на рисунках 3.17-3.18.

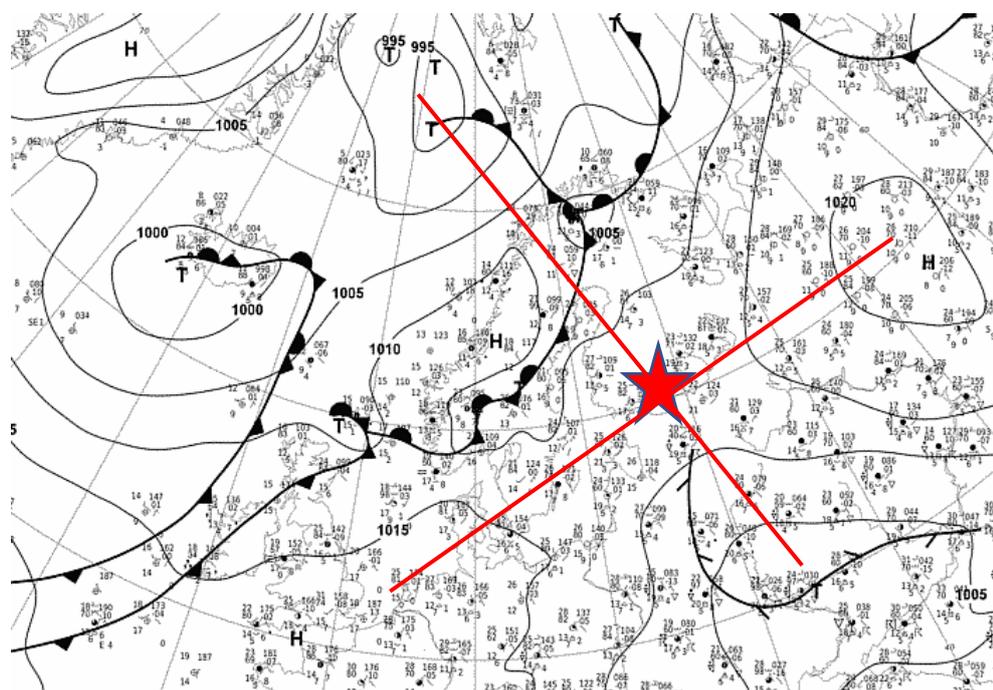


Рисунок 3.17 – Приземная синоптическая карта, пример влияния седловины на аэропорт Пулково

В центре седловины наблюдается штиль, поэтому летом здесь благоприятные условия для образования гроз, а зимой – для туманов, что будет приводить к ослаблению/прекращению.

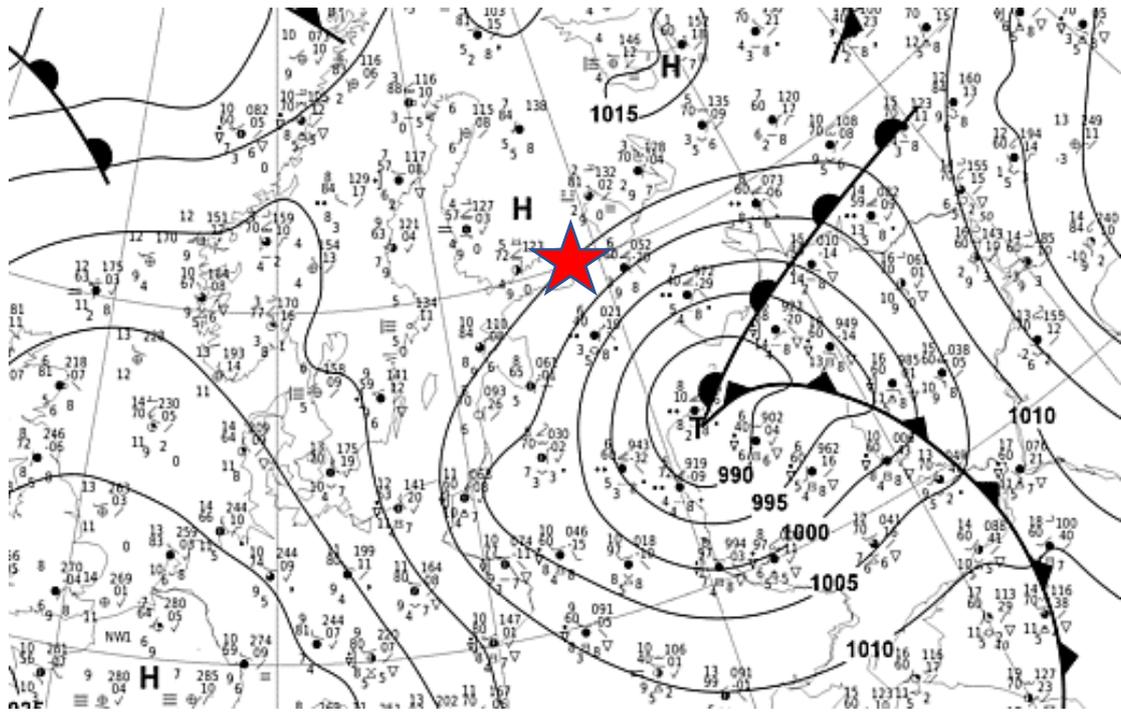


Рисунок 3.18 – Приземная синоптическая карта, пример влияния северной периферии циклона на аэропорт Пулково

Происшествия были зафиксированы, когда аэропорт находился под влиянием северной, восточной или южной периферий циклона.

В качестве обобщения информации по метеорологическим характеристикам и синоптическим ситуациям были созданы таблицы оценки орнитологической обстановки, представленные в приложении 3.

В таблицах 1-2 представлена «Оценка орнитологической обстановки при различных синоптических ситуациях (циклоническая деятельность) в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг.»; в таблице 3 – «Оценка орнитологической обстановки при различных состояниях погоды и метеорологических характеристиках в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково».

### 3.4. Влияние солнечной активности на перемещение птиц

Погода в космосе, как и погода на Земле, имеет чередование спокойных периодов (минимумы циклов солнечной активности) и периодов резкой смены обстановки (высокая солнечная активность). На магнитное поле Земли воздействуют события космической погоды, которые время от времени нарушают спутниковую связь, навигационные системы. Также геомагнитные возмущения оказывают влияние на перемещения птиц.

В октябре 2023 г. была представлена статья учёных из Мичиганского университета под названием «Космическая погода нарушает ночную миграцию птиц» (англ. «Space weather disrupts nocturnal bird migration») [13]. В исследовании было отмечено, что птицы полагаются на магнитное поле Земли во время сезонных миграций. Но из-за солнечных вспышек и иных энергетических выбросов могут повлиять на их ориентирование в пространстве. Исследователями были использованы данные с 1995 по 2018 г. с 37 радиолокационных станций, через которые проходит основной миграционный коридор. Рассматривались только птицы, совершающие ночные миграции. Было обнаружено, что во время явлений космической погоды численность мигрирующих птиц снижается на 9-17% в весеннее и осеннее время года.

В данной главе будет рассмотрено влияние солнечной активности на перемещение и, следовательно, столкновение птиц в районе аэродрома Пулково с 2014 по 2023 гг.

В исследованиях солнечной активности и её земных проявлениях часто возникает задача сравнения различного рода индексов. Особое место занимает числа Вольфа (W) и интегральный поток радиоизлучения на длине волны 10.7 см (F10.7) – самый точный из солнечных индексов. Между этими индексами существует хорошая корреляция, но её характер меняется от цикла к циклу и в течение самого цикла. Особенно ярко это проявляется в минимумах и максимумах солнечной активности.

На рисунке 3.19 представлен график количества солнечных пятен в течении солнечного цикла, полученный с сайта SpaceWeatherLive [14].



Рисунок 3.19 – График количества солнечных пятен в течении солнечного цикла

SSN – числа Вольфа или относительное число солнечных пятен. Рассчитывается в соответствии с формулой Вольфа:

$$W = k (10g+s) \quad (1)$$

где  $g$  – количество групп солнечных пятен (активных областей),  
 $s$  – общее количество пятен во всех группах,  
 $k$  – переменный индекс (обычно  $<1$ ). Зависит от особенностей наблюдений и используемого инструмента.

Чем выше значение, тем выше интенсивность ультрафиолетового и рентгеновского излучения.

На рисунке 3.20 представлен график уровня излучения RF10.7 в течении солнечного цикла.

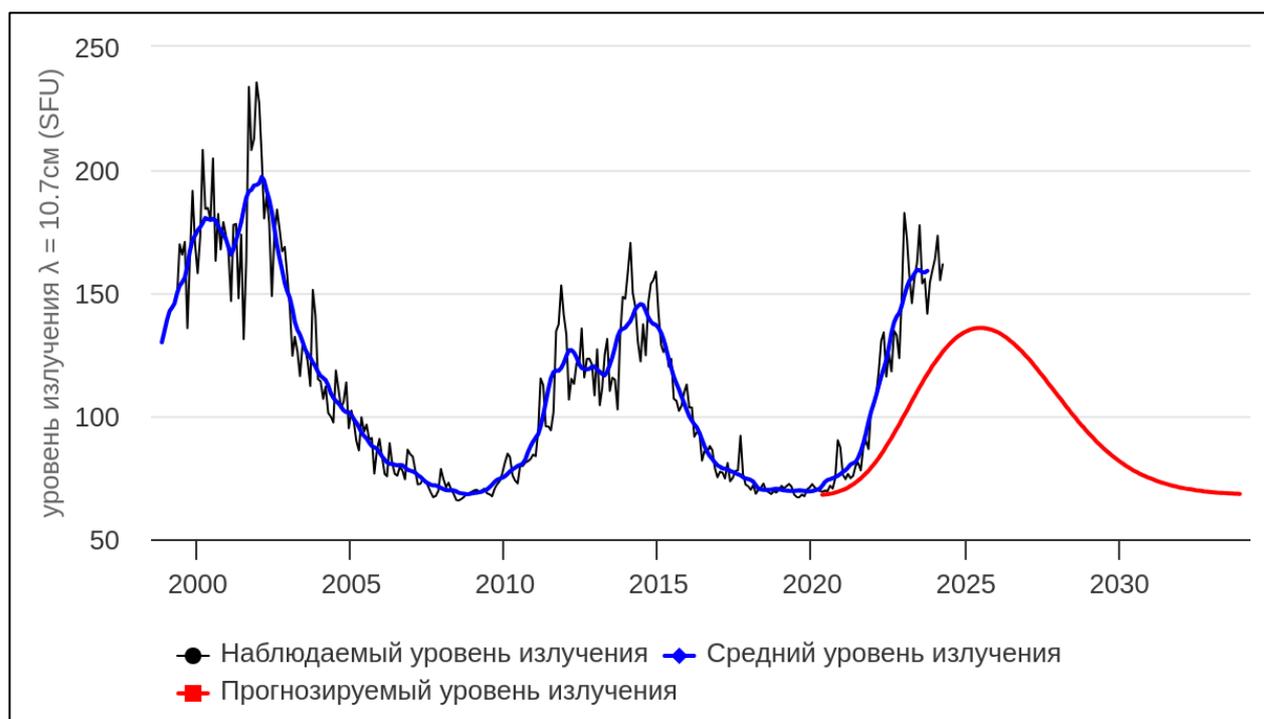


Рисунок 3.20 – График уровня излучения RF10.7 в течении солнечного цикла

RF10.7 (F10.7) – интегральный радиопоток от диска Солнца на волне 10.7 см (2800 МГц) – современный индекс глобальных вариаций солнечной активности.

*Солнечные вспышки* – мощные процессы на Солнце, которые выделяют большое количество энергии. Происходят между зонами взаимодействия магнитных полей разной полярности. Вспышечная активность приводит к изменению состояния околоземного пространства, вызывая повышение степени ионизации верхней атмосферы, магнитные бури и т.п. [4].

Ученые делят вспышки по яркости в рентгеновских лучах в диапазоне от 1 до 8 ангстрем на три группы:

- С-класс – небольшие, последствия незначительные;
- М-класс – средние, могут вызывать перебои в связи в полярных регионах. Иногда образуют небольшие магнитные бури;
- Х-класс – большие, вызывают радиопомехи и долгие магнитные бури.

Также ещё есть вспышки класса А и В, которые очень распространены, но не интересны.

Каждая группа делится на 9 подгрупп, от 1 до 9, от С1 до С9, М1-М9 и Х1-Х9. В таблице 1 представлена оценка балла рентгеновской вспышки.

Таблица 1 – Оценка балла рентгеновской вспышки

Балл	Интенсивность в максимуме
С	$(1-9) \cdot 10^{-3}$ эрг/(см <sup>2</sup> *сек)
М	$(1-9) \cdot 10^{-2}$ эрг/(см <sup>2</sup> *сек)
Х	$(1-9) \cdot 10^{-1}$ эрг/(см <sup>2</sup> *сек)

На рисунке 3.21 в качестве примера представлен график соотношения происшествий самолётов с птицами в районе аэродрома Пулково и количество солнечных пятен с 2014 по 2023 гг.

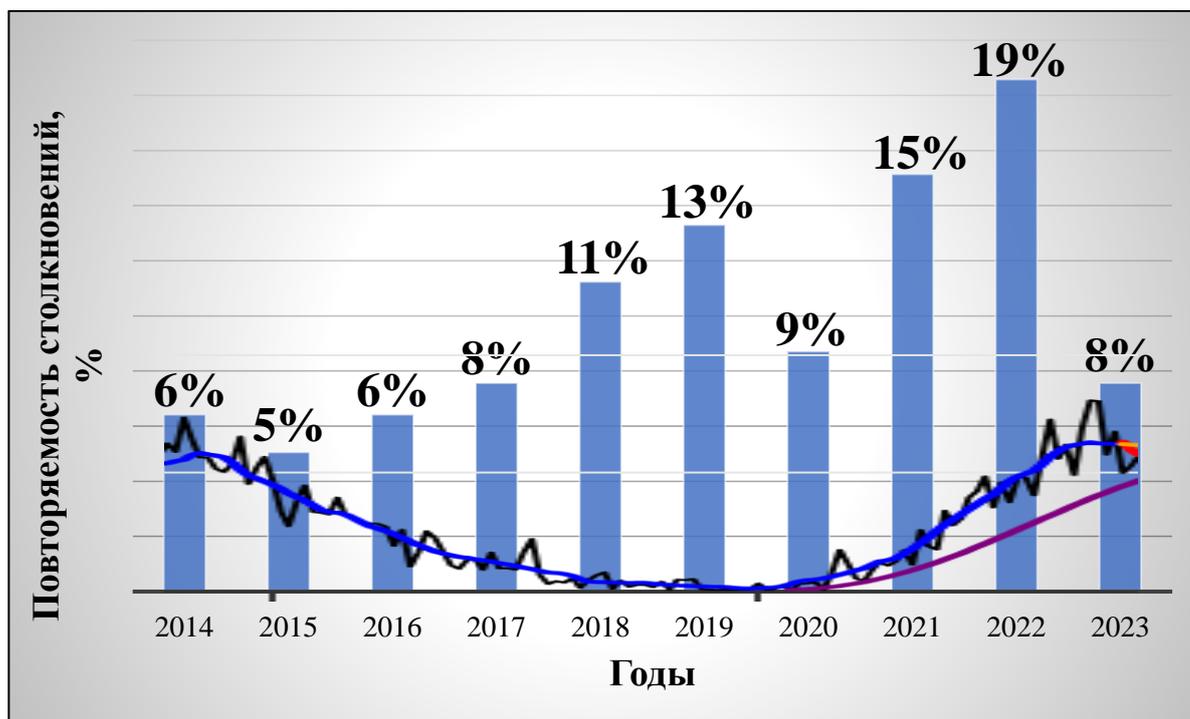


Рисунок 3.21 – Соотношение происшествий самолётов с птицами в районе аэродрома Пулково и количестве солнечных пятен с 2014 по 2023 гг.

Сравнивая график количества солнечных пятен и график столкновения самолётов с птицами за 2014-2023 гг. можно увидеть, что в год максимума солнечной активности (2014 г.) наблюдалось 6% столкновений от общего числа. Затем до декабря 2019 г. солнечная активность переходила к своему минимуму, в то время как наблюдался рост столкновений, что, собственно, логично, поскольку влияния нет. С 2020 г. снова начался рост активности на Солнце и параллельно ему наблюдалось увеличение количества столкновений. Однако, как можно увидеть по рисунку 3.21, с 2022 на 2023 г. резко упало количество происшествий.

Также можно отметить, что в 2015 г., после максимума цикла солнечной активности, процент столкновения уменьшился. Такая же ситуация наблюдалась в 2020 г., только после минимума.

Представленные в данной работе графики были получены с помощью программы STATISTICA. На рисунке 3.22 представлен пример вида таблицы в программе.

	1 Date	2 RF107	3 SSN	4 Area	5 New	6 C	7 M	8 X	9 s	10 One	11 Two	12 Three	13 GeneralSeasons	14 ExactSeasons
1-Dec-19	1-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
2-Dec-19	2-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
3-Dec-19	3-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
4-Dec-19	4-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
5-Dec-19	5-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
6-Dec-19	6-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
7-Dec-19	7-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
8-Dec-19	8-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
9-Dec-19	9-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
10-Dec-19	10-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
11-Dec-19	11-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
12-Dec-19	12-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
13-Dec-19	13-Dec-19	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
14-Dec-19	14-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
15-Dec-19	15-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
16-Dec-19	16-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
17-Dec-19	17-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
18-Dec-19	18-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
19-Dec-19	19-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
20-Dec-19	20-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
21-Dec-19	21-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
22-Dec-19	22-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
23-Dec-19	23-Dec-19	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
24-Dec-19	24-Dec-19	73	24	20	2	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
25-Dec-19	25-Dec-19	72	23	20	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
26-Dec-19	26-Dec-19	72	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
27-Dec-19	27-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
28-Dec-19	28-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020
29-Dec-19	29-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	winter	winter 2019- 2020

Рисунок 3.22 – Вид таблицы в программе STATISTICA

В данную таблицу входит информация по интегральному радиопотоку от Солнца на длине волны 10.7 см (столбец 2), количеству солнечных пятен (столбец 3), площади солнечных пятен (столбец 4), вспышкам класса С, М и Х (столбцы 6-8), а также разделение по сезонам (столбцы 13-14).

Большой интерес при анализе составляли зимний и летний периоды, поскольку в зимнее время Земля находится на ближайшем расстоянии от Солнца (т. перигелий), а летом – на наибольшем (в т. афелий).

На рисунке 3.23 представлена ближайшая и удаленная к Солнцу точка орбиты Земли.

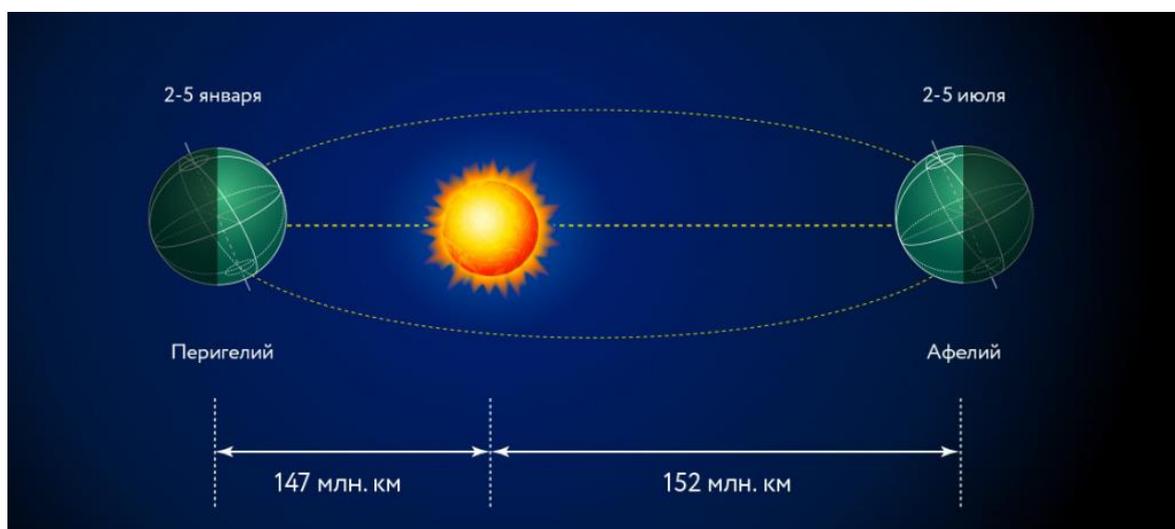
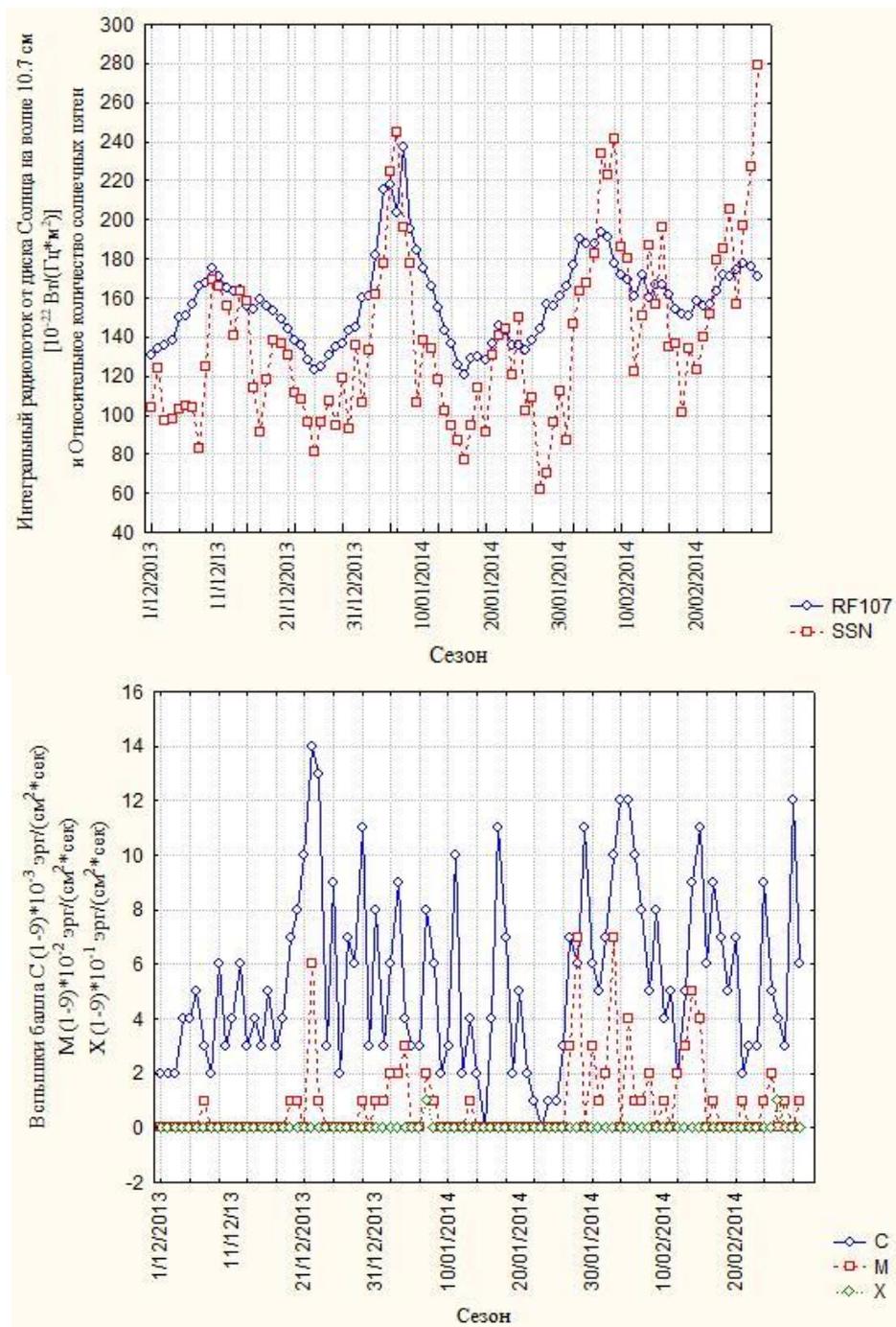


Рисунок 3.23 – Ближайшая и удаленная к Солнцу точка орбиты Земли

*Афелий и Перигелий* – это две основные точки орбиты Земли вокруг Солнца, которые имеют важное значение для планеты и влияют на её климатические условия и сезонные изменения.

На рисунках 3.24-3.25 представлены графики интегрального радиопотока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки С-, М- и Х-классов (нижний рис.) с декабря 2013 г. по февраль 2014 г.



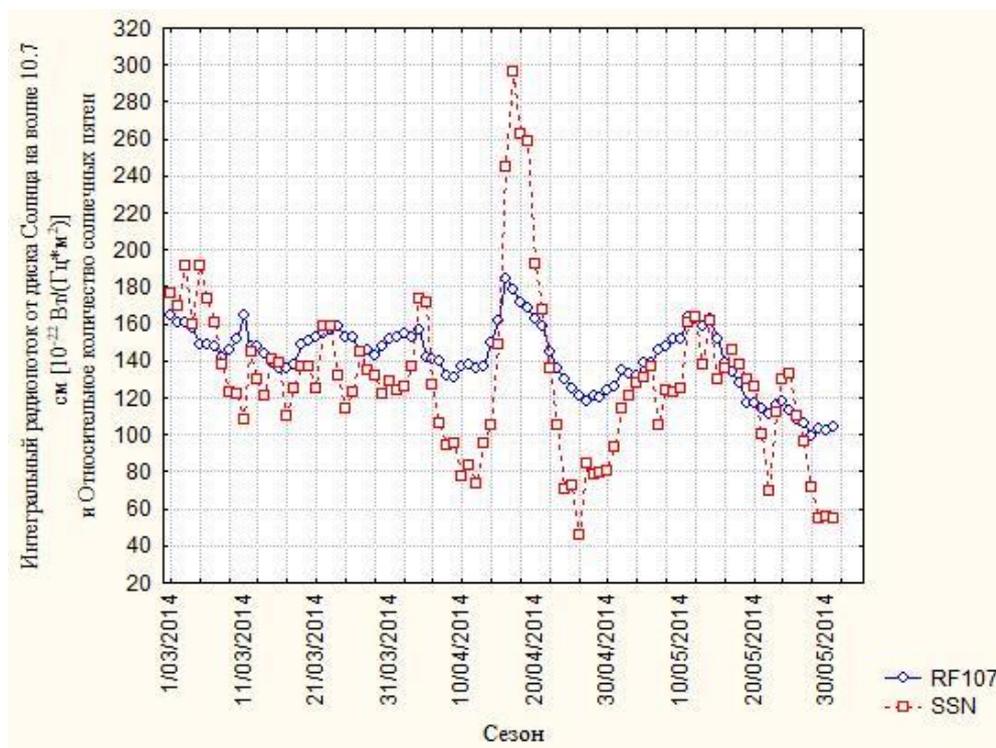
Рисунки 3.24-3.25 – Графики интегрального радиопотока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки C-, M- и X-классов (нижний рис.) с декабря 2013 г. по февраль 2014 г.

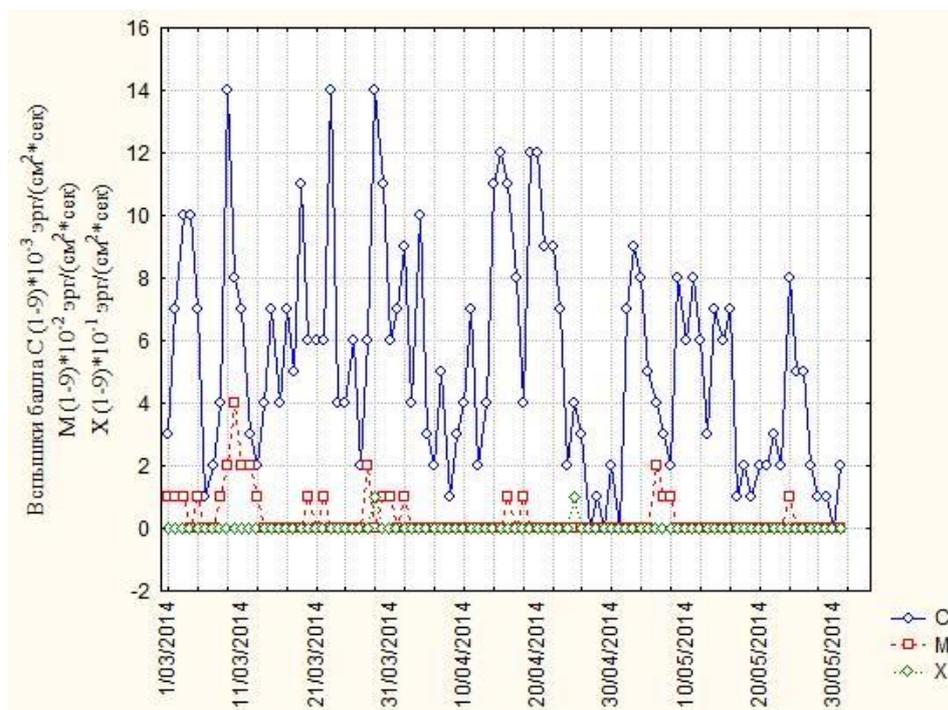
За зимний период наблюдалось 3 ярко выраженных максимальных значения числа Вольфа (далее – SSN): 6 января (245 [10<sup>-22</sup> Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)]), 7 февраля (241 [10<sup>-22</sup> Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)]) и 28 февраля (279 [10<sup>-22</sup> Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)]). RF107 имел практически одинаковый ход с SSN.

Чаще всего наблюдались вспышки класса С, меньше всего – Х. Максимальные значения вспышек класса С были 3, 4 и 27 февраля ( $12 \cdot 10^{-3}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)). Максимальные значения класса М были приблизительно в те же дни: 22 декабря ( $6 \cdot 10^{-2}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)), 28 января ( $7 \cdot 10^{-2}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)), 2 февраля ( $7 \cdot 10^{-2}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)) и 13 февраля ( $5 \cdot 10^{-2}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)). Вспышка класса Х наблюдалась 7 января ( $1 \cdot 10^{-1}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)).

С декабря 2013 по февраль 2014 г. происшествие с птицами наблюдалось 4 января. 10-сантиметровый поток составлял 215 [ $10^{-22}$  Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)] и в последующие дни повышался, число Вольфа тоже увеличивалось, произошла вспышка класса С ( $4 \cdot 10^{-3}$  эрг/(см<sup>2</sup>\*сек)). Происшествие произошло перед первыми максимальными значениями F10.7 и SSN.

На рисунках 3.26-3.27 представлены графики интегрального радиопотока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки С-, М- и Х-классов (нижний рис.) за весну 2014 г.





Рисунки 3.26-3.27 – Графики интегрального радио потока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки C-, M- и X-классов (нижний рис.) за весну 2014 г.

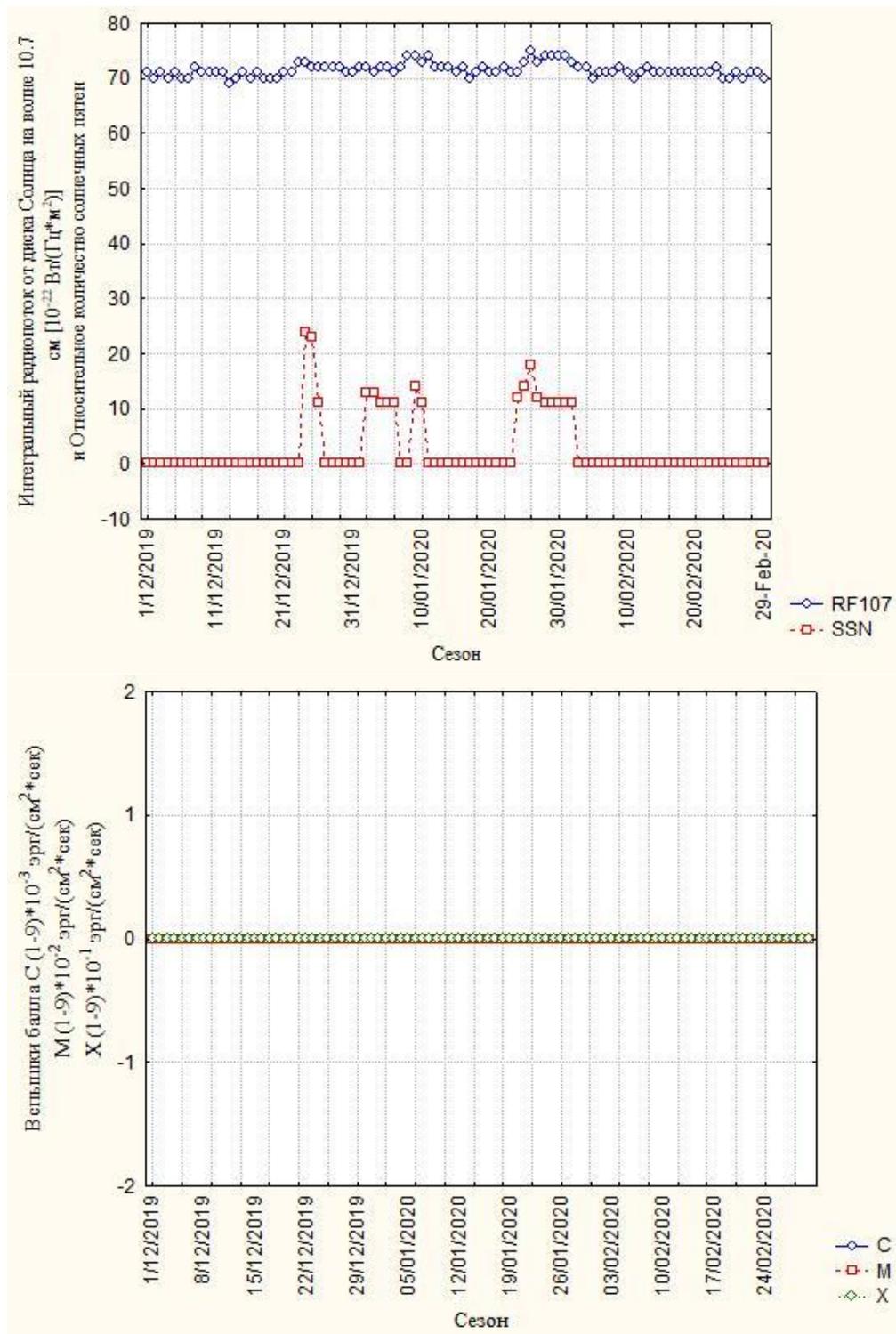
12 мая. 10-сантиметровый поток равен  $163 [10^{-22} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{м}^2)]$ , количество солнечных пятен 164, вспышка класса C ( $6 \cdot 10^{-3} \text{ эрг}/(\text{см}^2 \cdot \text{сек})$ ). В прошлые и в следующие дни параметры имели значения меньше, т.е. происшествие произошло в день роста.

21 мая. По сравнению с прошедшими днями два параметрами уменьшились ( $F_{10.7} = 114 [10^{-22} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{м}^2)]$ ,  $SSN = 100$ ), наблюдалась вспышка класса C ( $2 \cdot 10^{-3} \text{ эрг}/(\text{см}^2 \cdot \text{сек})$ ). Столкновение произошло в день уменьшения значений первых двух параметров.

24 мая. В прошлые дни наблюдалось уменьшение, 24-го числа произошёл рост  $RF_{10.7}$  и составлял  $118 [10^{-22} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{м}^2)]$  и  $SSN = 130$ . Вспышка C оценивалась в  $8 \cdot [10^{-3} \text{ эрг}/(\text{см}^2 \cdot \text{сек})]$ . Происшествия произошли в день относительного резкого повышения значений.

В 2019-2020 гг. солнечная активность достигла минимума.

На рисунках 3.28-3.29 представлены графики интегрального радиопотока на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки С-, М- и Х-классов (нижний рис.) с декабря 2019 по февраль 2020 гг.



Рисунки 3.28-3.29 – Графики интегрального радиопотока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки С-, М- и Х-классов (нижний рис.) с декабря 2019 по февраль 2020 гг.

За зимний период 2019-2020 гг. RF107 колебался в районе  $70 \cdot [10^{-22} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{м}^2)]$ , ярких скачков данного параметра не было. По SSN повышение их числа наблюдалось с конца декабря 2019 по начало февраля 2020 гг. Максимум приходился на 24-25 декабря 2019 г. (24 и 23). Вспышки отсутствовали в течение зимнего сезона отсутствовали.

24 декабря: значительных изменений радиопотока ни до, ни после не наблюдалось, RF10.7 равнялся  $73 \cdot [10^{-22} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{м}^2)]$ . По количеству солнечных пятен произошло резкое увеличение (24).

18 января: значительных изменений радиопотока ни до, ни после не наблюдалось, RF10.7 равнялся  $71 \cdot [10^{-22} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{м}^2)]$ . Солнечные пятна отсутствовали.

По радиопотоку за 24 декабря и 18 января значительных изменений не наблюдалось. По солнечным пятна 24 декабря в день происшествия произошло резкое увеличение до 24, хотя в прошлые дни абсолютно отсутствовали.

На рисунках 3.30-3.31 представлены данные по солнечной активности за декабрь 2019 г. и январь 2020 г.

	1 Date	2 RF107	3 SSN	4 Area	5 New	6 C	7 M	8 X		1 Date	2 RF107	3 SSN	4 Area	5 New	6 C	7 M	8 X
1-Dec-19	1-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	1-Jan-20	1-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
2-Dec-19	2-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	2-Jan-20	2-Jan-20	72	13	20	1	0	0	0
3-Dec-19	3-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	3-Jan-20	3-Jan-20	71	13	20	0	0	0	0
4-Dec-19	4-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	4-Jan-20	4-Jan-20	72	11	10	0	0	0	0
5-Dec-19	5-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	5-Jan-20	5-Jan-20	72	11	10	0	0	0	0
6-Dec-19	6-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	6-Jan-20	6-Jan-20	71	11	10	0	0	0	0
7-Dec-19	7-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	7-Jan-20	7-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
8-Dec-19	8-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	8-Jan-20	8-Jan-20	74	0	0	0	0	0	0
9-Dec-19	9-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	9-Jan-20	9-Jan-20	74	14	30	1	0	0	0
10-Dec-19	10-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	10-Jan-20	10-Jan-20	73	11	10	0	0	0	0
11-Dec-19	11-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	11-Jan-20	11-Jan-20	74	0	0	0	0	0	0
12-Dec-19	12-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	12-Jan-20	12-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
13-Dec-19	13-Dec-19	69	0	0	0	0	0	0	13-Jan-20	13-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
14-Dec-19	14-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	14-Jan-20	14-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
15-Dec-19	15-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	15-Jan-20	15-Jan-20	71	0	0	0	0	0	0
16-Dec-19	16-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	16-Jan-20	16-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
17-Dec-19	17-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	17-Jan-20	17-Jan-20	70	0	0	0	0	0	0
18-Dec-19	18-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	18-Jan-20	18-Jan-20	71	0	0	0	0	0	0
19-Dec-19	19-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	19-Jan-20	19-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
20-Dec-19	20-Dec-19	70	0	0	0	0	0	0	20-Jan-20	20-Jan-20	71	0	0	0	0	0	0
21-Dec-19	21-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	21-Jan-20	21-Jan-20	71	0	0	0	0	0	0
22-Dec-19	22-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	22-Jan-20	22-Jan-20	72	0	0	0	0	0	0
23-Dec-19	23-Dec-19	73	0	0	0	0	0	0	23-Jan-20	23-Jan-20	71	0	0	0	0	0	0
24-Dec-19	24-Dec-19	73	24	20	2	0	0	0	24-Jan-20	24-Jan-20	71	12	10	1	0	0	0
25-Dec-19	25-Dec-19	72	23	20	0	0	0	0	25-Jan-20	25-Jan-20	73	14	20	0	0	0	0
26-Dec-19	26-Dec-19	72	11	10	0	0	0	0	26-Jan-20	26-Jan-20	75	18	60	0	0	0	0
27-Dec-19	27-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	27-Jan-20	27-Jan-20	73	12	100	0	0	0	0
28-Dec-19	28-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	28-Jan-20	28-Jan-20	74	11	70	0	0	0	0
29-Dec-19	29-Dec-19	72	0	0	0	0	0	0	29-Jan-20	29-Jan-20	74	11	60	0	0	0	0
30-Dec-19	30-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	30-Jan-20	30-Jan-20	74	11	60	0	0	0	0
31-Dec-19	31-Dec-19	71	0	0	0	0	0	0	31-Jan-20	31-Jan-20	74	11	20	0	0	0	0

Рисунки 3.30-3.31 – Данные по солнечной активности за декабрь 2019 г. и январь 2020 г.

На рисунках 3.32-3.33 представлены графики интегрального радиопотока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки С-, М- и Х-классов (нижний рис.) за весну 2020 г.

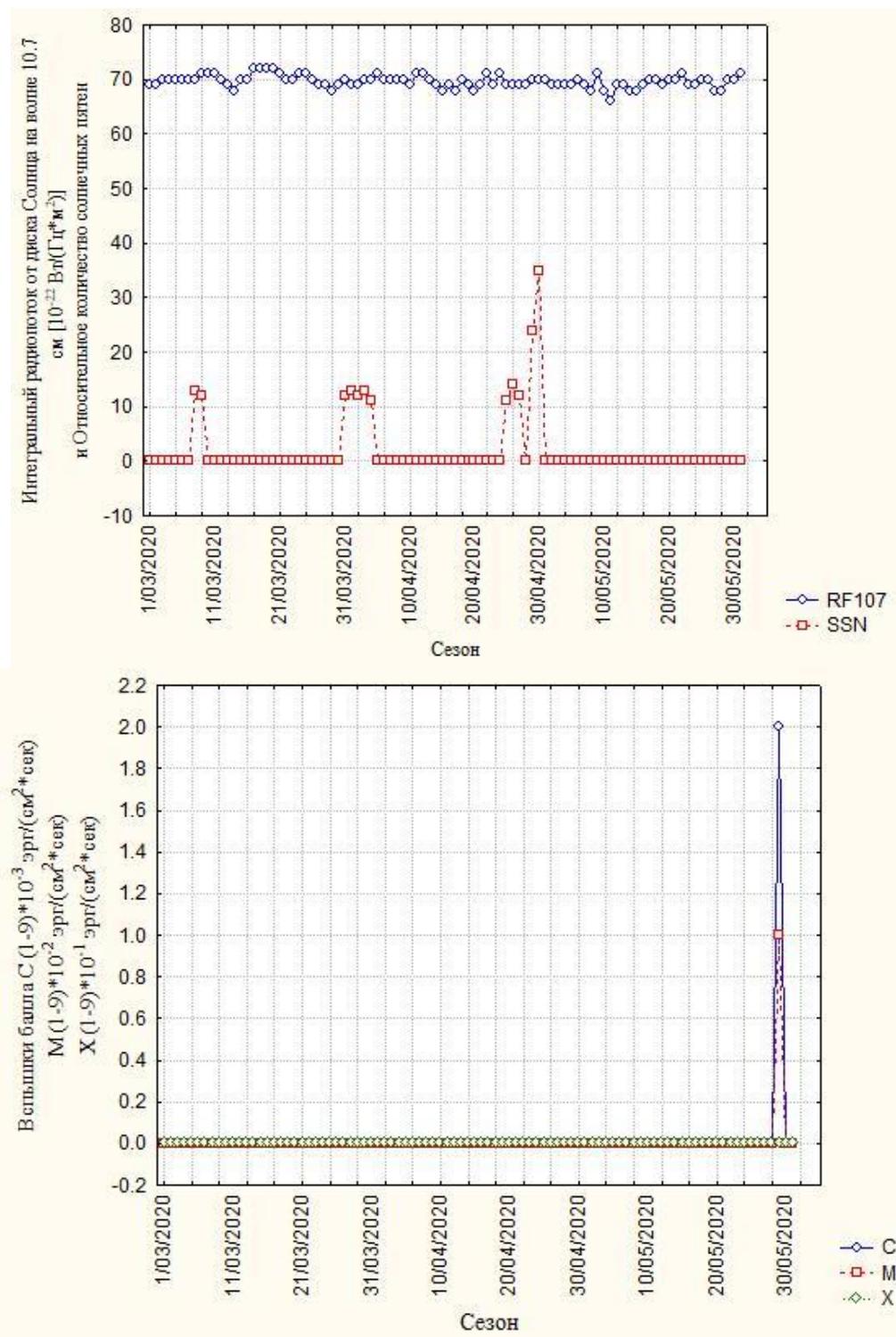


Рисунок 3.32-3.33 – Графики интегрального радиопотока от диска Солнца на длине волны 10.7 см и относительного количества солнечных пятен (верхний рис.) и вспышки С-, М- и Х-классов (нижний рис.) за весну 2020 года

По представленным графикам видно, что по сравнению с зимним периодом начался постепенный рост солнечной активности.

12, 22 и 30 марта. 10-сантиметровый радиопоток наблюдался от 69 до 70 · [10<sup>-22</sup> Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)], солнечные пятна и вспышки отсутствовали.

20 апреля. 10-сантиметровый радиопоток составлял 68 · [10<sup>-22</sup> Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)], солнечные пятна и вспышки отсутствовали.

30 мая. 10-сантиметровый радио поток составлял 70 · [10<sup>-22</sup> Вт/(Гц\*м<sup>2</sup>)], солнечные пятна и вспышки отсутствовали. 29 мая наблюдалась вспышка класса С (2 · [10<sup>-3</sup> эрг/(см<sup>2</sup> \*сек)]) и М (1 · [10<sup>-2</sup> эрг/(см<sup>2</sup> \*сек))). То есть столкновения произошло на следующий день, после вспышек класса С и М. Ранее в течение мая вспышки не наблюдались.

На рисунках 3.34-3.36 представлены данные по солнечной активности за май 2020 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8
	Date	RF107	SSN	Area	New	C	M	X		Date	RF107	SSN	Area	New	C	M	X		Date	RF107	SSN	Area	New	C	M	X
1-Mar-20	1-Mar-20	69	0	0	0	0	0	0	1-Apr-20	1-Apr-20	69	13	20	0	0	0	0	1-May-20	1-May-20	70	0	0	0	0	0	0
2-Mar-20	2-Mar-20	69	0	0	0	0	0	0	2-Apr-20	2-Apr-20	69	12	30	0	0	0	0	2-May-20	2-May-20	69	0	0	0	0	0	0
3-Mar-20	3-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	3-Apr-20	3-Apr-20	70	13	30	0	0	0	0	3-May-20	3-May-20	69	0	0	0	0	0	0
4-Mar-20	4-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	4-Apr-20	4-Apr-20	70	11	10	0	0	0	0	4-May-20	4-May-20	69	0	0	0	0	0	0
5-Mar-20	5-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	5-Apr-20	5-Apr-20	71	0	0	0	0	0	0	5-May-20	5-May-20	69	0	0	0	0	0	0
6-Mar-20	6-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	6-Apr-20	6-Apr-20	70	0	0	0	0	0	0	6-May-20	6-May-20	70	0	0	0	0	0	0
7-Mar-20	7-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	7-Apr-20	7-Apr-20	70	0	0	0	0	0	0	7-May-20	7-May-20	69	0	0	0	0	0	0
8-Mar-20	8-Mar-20	70	13	20	1	0	0	0	8-Apr-20	8-Apr-20	70	0	0	0	0	0	0	8-May-20	8-May-20	68	0	0	0	0	0	0
9-Mar-20	9-Mar-20	71	12	10	0	0	0	0	9-Apr-20	9-Apr-20	70	0	0	0	0	0	0	9-May-20	9-May-20	71	0	0	0	0	0	0
10-Mar-20	10-Mar-20	71	0	0	0	0	0	0	10-Apr-20	10-Apr-20	69	0	0	0	0	0	0	10-May-20	10-May-20	68	0	0	0	0	0	0
11-Mar-20	11-Mar-20	71	0	0	0	0	0	0	11-Apr-20	11-Apr-20	71	0	0	0	0	0	0	11-May-20	11-May-20	66	0	0	0	0	0	0
12-Mar-20	12-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	12-Apr-20	12-Apr-20	71	0	0	0	0	0	0	12-May-20	12-May-20	69	0	0	0	0	0	0
13-Mar-20	13-Mar-20	69	0	0	0	0	0	0	13-Apr-20	13-Apr-20	70	0	0	0	0	0	0	13-May-20	13-May-20	69	0	0	0	0	0	0
14-Mar-20	14-Mar-20	68	0	0	0	0	0	0	14-Apr-20	14-Apr-20	69	0	0	0	0	0	0	14-May-20	14-May-20	68	0	0	0	0	0	0
15-Mar-20	15-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	15-Apr-20	15-Apr-20	68	0	0	0	0	0	0	15-May-20	15-May-20	68	0	0	0	0	0	0
16-Mar-20	16-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	16-Apr-20	16-Apr-20	69	0	0	0	0	0	0	16-May-20	16-May-20	69	0	0	0	0	0	0
17-Mar-20	17-Mar-20	72	0	0	0	0	0	0	17-Apr-20	17-Apr-20	68	0	0	0	0	0	0	17-May-20	17-May-20	70	0	0	0	0	0	0
18-Mar-20	18-Mar-20	72	0	0	0	0	0	0	18-Apr-20	18-Apr-20	70	0	0	0	0	0	0	18-May-20	18-May-20	70	0	0	0	0	0	0
19-Mar-20	19-Mar-20	72	0	0	0	0	0	0	19-Apr-20	19-Apr-20	69	0	0	0	0	0	0	19-May-20	19-May-20	69	0	0	0	0	0	0
20-Mar-20	20-Mar-20	72	0	0	0	0	0	0	20-Apr-20	20-Apr-20	68	0	0	0	0	0	0	20-May-20	20-May-20	70	0	0	0	0	0	0
21-Mar-20	21-Mar-20	71	0	0	0	0	0	0	21-Apr-20	21-Apr-20	69	0	0	0	0	0	0	21-May-20	21-May-20	70	0	0	0	0	0	0
22-Mar-20	22-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	22-Apr-20	22-Apr-20	71	0	0	0	0	0	0	22-May-20	22-May-20	71	0	0	0	0	0	0
23-Mar-20	23-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	23-Apr-20	23-Apr-20	69	0	0	0	0	0	0	23-May-20	23-May-20	69	0	0	0	0	0	0
24-Mar-20	24-Mar-20	71	0	0	0	0	0	0	24-Apr-20	24-Apr-20	71	0	0	0	0	0	0	24-May-20	24-May-20	69	0	0	0	0	0	0
25-Mar-20	25-Mar-20	71	0	0	0	0	0	0	25-Apr-20	25-Apr-20	69	11	10	1	0	0	0	25-May-20	25-May-20	70	0	0	0	0	0	0
26-Mar-20	26-Mar-20	70	0	0	0	0	0	0	26-Apr-20	26-Apr-20	69	14	10	0	0	0	0	26-May-20	26-May-20	70	0	0	0	0	0	0
27-Mar-20	27-Mar-20	69	0	0	0	0	0	0	27-Apr-20	27-Apr-20	69	12	10	0	0	0	0	27-May-20	27-May-20	68	0	0	0	0	0	0
28-Mar-20	28-Mar-20	69	0	0	0	0	0	0	28-Apr-20	28-Apr-20	69	0	0	1	0	0	0	28-May-20	28-May-20	68	0	0	0	0	0	0
29-Mar-20	29-Mar-20	68	0	0	0	0	0	0	29-Apr-20	29-Apr-20	70	24	30	1	0	0	0	29-May-20	29-May-20	70	0	0	0	0	0	0
30-Mar-20	30-Mar-20	69	0	0	0	0	0	0	30-Apr-20	30-Apr-20	70	24	30	1	0	0	0	30-May-20	30-May-20	70	0	0	0	0	0	0
31-Mar-20	31-Mar-20	70	12	10	1	0	0	0	31-May-20	31-May-20	71	0	0	0	0	0	0	31-May-20	31-May-20	71	0	0	0	0	0	0

Рисунки 3.34-3.36– Данные по солнечной активности за весну 2020 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из представленных данных по орнитологической обстановке на аэродроме Пулково, был проведен анализ перемещения птиц по сезонам (рис. 3.2) и времени суток (рис. 3.3). По сезонам наибольшее количество зафиксированных случаев наблюдалось летом (43%), по времени суток – в утреннее (31%) и дневное время (30%).

Были проанализированы метеорологические параметры. Данные по метеорологическим характеристикам были взяты из выписок с аэродрома Пулково и с сайта РП5 (Архив погоды в аэропорту). Было выявлено, что чаще перемещение птиц происходили при видимости 10 км и более – 89%, при высокой влажности (более 60%) – 77%, при слабом ветре (3-5 м/с) – 51%, по направлению – от западно-юго-западное до западно-северо-западного (247-292°) – 19%, при температуре от +10 °С до +20 °С – (47%) и при пониженном давлении (ниже 760 мм рт. ст.) – 55%. Отсутствие осадков является благоприятным фактором для полёта птиц, а ливневые дожди, снег, туманы – неблагоприятным.

Также были проанализированы синоптические карты с 2014 по 2023 гг. для выявления синоптических ситуаций, в которых чаще всего происходят столкновения птиц с самолётами.

Весеннюю миграцию стимулируют следующие синоптические процессы: гребень антициклона, малоградиентное поле повышенного давления, центр антициклона, ложбина циклона. Характеризуются простыми метеоусловиями. «Блокировать» будут периферии антициклонов, тёплый сектор циклона, периферии циклона, передняя и тыловая часть циклона, центр циклона, а также области атмосферных фронтов. В области циклонической деятельности возникают зоны гроз, дождей, града, метелей, туманов и других подобных явлений погоды. Такие условия затрудняют перемещение птиц.

К синоптическим процессам, стимулирующим осеннюю миграцию, относятся: гребень антициклона, центр антициклона, западная и южная периферии антициклонов, передняя и тыловая части циклонов, а также области

фронтов. Погода в гребнях, центрах и на перифериях антициклонов в целом отличается благоприятными погодными условиями. В случае зоны атмосферных фронтов и передних и тыловых частей циклона птицы могут изменять свой курс полёта, останавливаясь в районе аэродрома Пулково, что вызывает их большое скопление, поскольку зоны турбулентности, сильные ветра, осадки, метели будут ослаблять или вовсе прекращать перелёты. К блокирующим синоптическим ситуациям относятся: малоградиентное поле пониженного и повышенного давления, центр циклона, фронт окклюзии, тёплый сектор, периферии циклонов, а также восточная и северная периферии антициклона. В седловинах в осеннее время столкновения с птицами не были зарегистрированы.

Относительно проанализированных данных по интегральному радиопотоку и количеству солнечных пятен делать поспешных выводов не стоит. Поскольку максимум солнечной активности приходился на конец 2013-начала 2014 г., данных за 2011-2013 гг. нет, поэтому проанализировать, как коррелировали столкновения птиц с самолетами и солнечная активность невозможно. Такая же ситуация с нынешним 25-ым циклом: к 2025 г. ожидается достижение максимума, то есть следует продолжать исследование. Исходя из выше представленных данных в годы достижения минимума хорошо прослеживается повышение процента происшествий самолётов с птицами.

Таким образом, зная под влиянием какой синоптической ситуации находится аэродром и в каком диапазоне находятся различные метеорологические характеристики, данная информация может помочь спрогнозировать орнитологическую обстановку с целью обеспечения безопасности полётов самолётов и охраны птиц. Касательно солнечной активности и её влияния на перемещение птиц требуется дальнейшее исследование в связи с коротким временным рядом.

## Список использованной литературы

1. Архив синоптических карт [Электронный ресурс]: [http://www1.wetter3.de/archiv\\_dwd\\_dt.html](http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html)
2. Виды птиц Европейской части России [Электронный ресурс]: <https://www.ebirds.ru/russia/index.htm>
3. Зырянова У.П., Гусарова В.С., Миронова Т.В., Е. Vlatnoy. Этапы становления авиационной орнитологии как науки. – Ульяновский государственный технический университет, 2021. – с. 39-43.
4. Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Федорова. [Электронный ресурс]: <http://ipg.geospace.ru/>
5. Назаренко Л.Ф., Амонский Л.А. Влияние синоптических процессов и погоды на миграцию птиц в Причерноморье. – Киев-Одесса: Вища школа, 1986. – 183 с.
6. Носков Г.А., Рымкевич Т.А. Санкт-Петербургский регион в системе миграционных путей птиц Западной Палеарктики // Труды Карельского научного центра РАН Сер. Биogeография. 2016,1. С. 45-56.
7. Отчёт Межгосударственного авиационного комитета по результатам расследования авиационного происшествия 15 августа 2019 года в районе аэродрома Раменское (Жуковский) с самолётом Airbus A321 (VP-BOZ) авиакомпании "Уральские авиалинии"
8. Птицы средней полосы России. Справочник по орнитологии [Электронный ресурс]: [www.ecosystema.ru](http://www.ecosystema.ru)
9. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации Вооружённых сил. Министерство обороны Российской Федерации. – Москва: Военное издательство, 1992. – с. 358-359
10. RP5. Архив погоды в Пулково [Электронный ресурс]: [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Пулково\\_\(аэропорт\),\\_METAR](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Пулково_(аэропорт),_METAR)

11. Сборник аэронавигационной информации Российской Федерации (AIP), ч. 2 «Маршрут», раздела 5.6 «Миграция птиц и зоны с чувствительной фауной» [Электронный ресурс]: <http://www.caiga.ru/common/AirInter/validaip/html/rus.htm>
12. Федеральные авиационные правила «Правила эксплуатации аэродромов гражданской авиации». Часть 1 «Борьба с опасностью, создаваемой живой природой»
13. Space weather disrupts nocturnal bird migration / E. R. Gulson-Castillo, B. M. Van Doren, M. X. Bui [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2023. – Vol. 120, No. 42.
14. SpaceWeatherLive [Электронный ресурс]: <https://www.spaceweatherlive.com/ru/solnechnaya-aktivnost/solnechnyy-cikl.html>
15. MicroStep [Электронный ресурс]: [https://www.microstep-mis.ru/web/news/other/what\\_exactly\\_is\\_the\\_difference\\_between\\_ATIS\\_and\\_AWOS?fromArchive=1](https://www.microstep-mis.ru/web/news/other/what_exactly_is_the_difference_between_ATIS_and_AWOS?fromArchive=1)

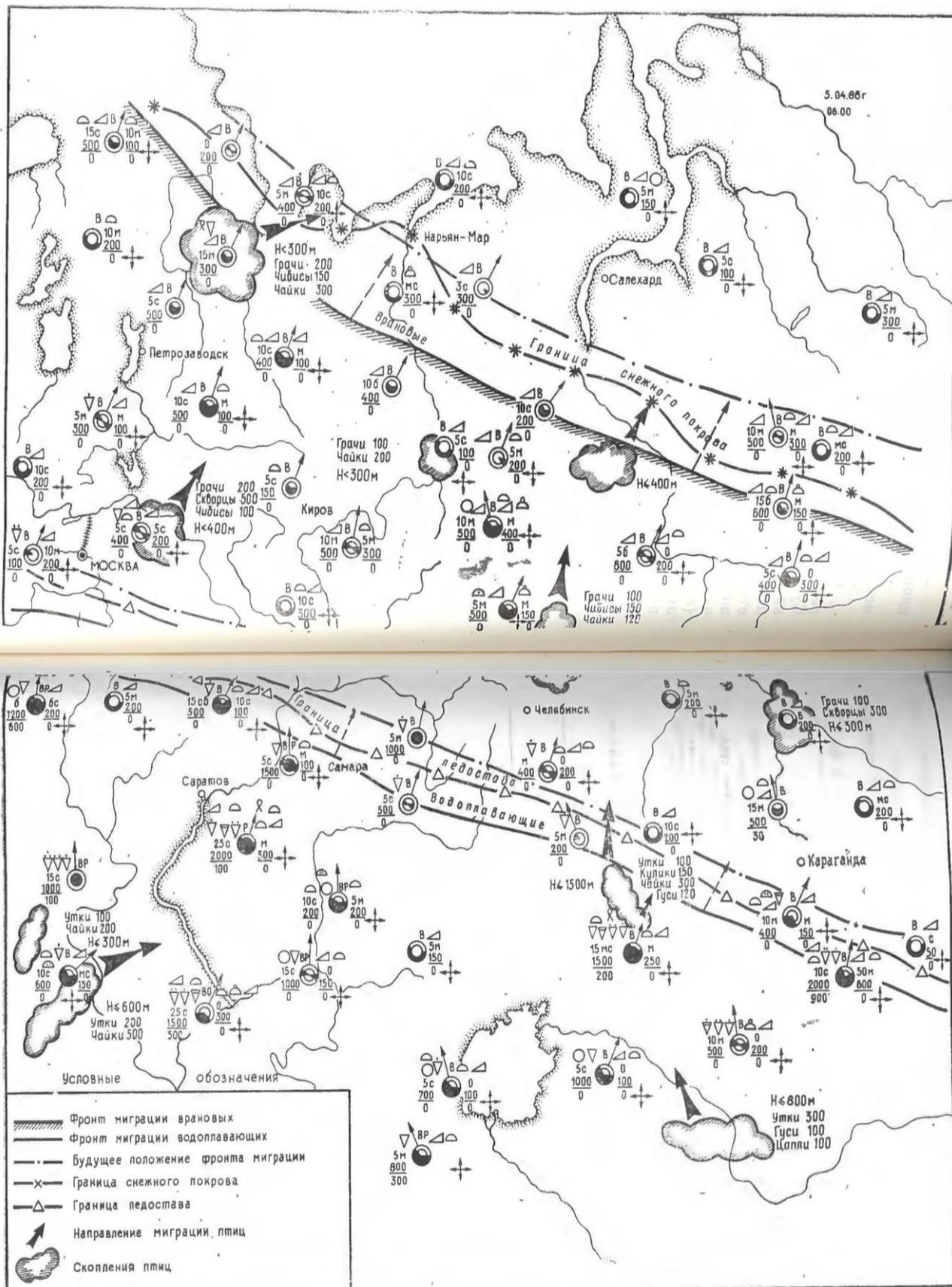
# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта «Основные маршруты весеннего и осеннего перелётов птиц и скопления птиц в Европейской части России»



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Пример оперативной орнитологической карты-схемы, составляемой в  
метеоподразделениях авиасоединений и авиаобъединений



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1. Оценка орнитологической обстановки при различных синоптических ситуациях (антициклоническая деятельность) в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково

№	Период года	Зима	Весна	Лето	Осень
	Синоптическая ситуация				
1	Гребень антициклона	Слабое перемещение	Активная миграция	Активное перемещение	Активная миграция
2	Малогradientное поле повышенного давления		Усиление миграции	Активное перемещение	Ослабление или прекращение миграции
3	Центр антициклона		Активная миграция	Активное перемещение	Активная миграция
4	Западная периферия антициклона	Слабое перемещение	Слабая миграция	Слабое перемещение	Усиление миграции
5	Южная периферия антициклона		Ослабление или прекращение миграции		Усиление миграции
6	Восточная периферия антициклона		Слабая миграция		Слабая миграция
7	Северная периферия антициклона		Отсутствие миграции		Слабая миграция
8	Седловина		Слабая миграция		Отсутствие миграции

\*Пустые поля – отсутствие полётов птиц в данной синоптической ситуации в данный сезон года, либо малое количество случаев.

Таблица 2. Оценка орнитологической обстановки при различных синоптических ситуациях (циклоническая деятельность) в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково

№	Период года	Зима	Весна	Лето	Осень
	Синоптическая ситуация				
9	Ложбина	Слабое перемещение	Усиление миграции	Активное перемещение	Ослабление миграции
10	Тыловая часть циклона и область холодных фронтов	Слабое перемещение	Ослабление или прекращение миграции	Активное перемещение	Усиление миграции
11	Передняя часть циклона и область тёплых фронтов	Активное перемещение	Ослабление или прекращение миграции	Активное перемещение	Усиление миграции
12	Малогradientное поле пониженного давления	Слабое перемещение	Ослабление или прекращение миграции	Активное перемещение	Ослабление или прекращение миграции
13	Центр циклона		Ослабление или прекращение миграции		Ослабление или прекращение миграции
14	Фронт окклюзии		Ослабление или прекращение миграции		Ослабление или прекращение миграции
15	Тёплый сектор циклона		Ослабление или прекращение миграции		Ослабление или прекращение миграции

Продолжение Таблицы 2

16	Периферии циклонов		Ослабление или прекращение миграции		Ослабление или прекращение миграции
----	--------------------	--	-------------------------------------	--	-------------------------------------

Таблица 3. Оценка орнитологической обстановки при различных метеорологических характеристиках в зависимости от сезона с 2014 по 2023 гг. в районе аэродрома Пулково.

№	Период года	Зима	Весна	Лето	Осень
	Состояние погоды				
1	Ясная, малооблачная погода	Интенсивность и высоты полетов увеличиваются			
2	Пасмурная погода, низкая (сплошная) облачность		Высота миграции снижается		Высота миграции снижается
3	Повышение температуры	Интенсивность полетов падает, миграция может прекратиться	Усиление миграции	Усиление перемещения	Усиление миграции
4	Резкое похолодание	Птицы малоактивны, местные перемещения	Приостановка миграции, многие птицы поворачиваются на юг	Птицы малоактивны, местные перемещения	Вспышка осенней миграции
5	Туман	Интенсивность полетов резко снижается, миграция может прекратиться			
6	Отсутствие атмосферных осадков	Тенденция к перемещению	Тенденция к усилению миграции	Тенденция к перемещению	Тенденция к усилению миграции
7	Осадки (дождь, снег)	Либо снижается интенсивность/высота полёта, либо полеты птиц прекращаются			

Продолжение Таблицы 3

8	Высокая влажность (более 60%)	Птицы малоактивны	Тенденция к усилению миграции	Активное перемещение	Тенденция к усилению миграции
9	Низкая влажность (менее 40%)		Слабое перемещение	Слабое перемещение	
10	Повышенное атмосферное давление на уровне станции (выше 760 мм рт.ст.)	Птицы малоактивны	Тенденция к усилению миграции	Активное перемещение	Тенденция к ослаблению миграции
11	Пониженное атмосферное давление на уровне станции (ниже 760 мм рт.ст.)	Слабое перемещение	Тенденция к усилению миграции	Слабое перемещение	Тенденция к усилению миграции

Продолжение Таблицы 3

12	Направление ветра (на высоте 10-12 м над земной поверхностью)	
	от ССЗ до ССВ (от 337° до 22°)	Тенденция к усилению миграции/к перемещению
	от ССВ до ВСВ (от 22° до 67°)	Снижение тенденции к перемещению/миграции
	от ВСВ до ВЮВ (от 67° до 112°)	Тенденция к усилению миграции/к перемещению
	от ВЮВ до ЮЮВ (от 112° до 157°)	Снижение тенденции к перемещению/миграции
	от ЮЮВ до ЮЮЗ (от 157° до 202°)	Тенденция к усилению миграции/к перемещению
	от ЮЮЗ до ЗЮЗ (от 202° до 247°)	Снижение тенденции к перемещению/миграции
	от ЗЮЗ до ЗСЗ (от 247° до 292°)	Тенденция к усилению миграции/к перемещению
	от ЗСЗ до ССЗ (от 292° до 337°)	Снижение тенденции к перемещению/миграции
	Штиль	Снижение тенденции к перемещению/миграции

Продолжение Таблицы 3

13	Скорость ветра	
	1-2 м/с (лёгкий ветер)	Тенденция к усилению миграции/к перемещению
	3-5 м/с (слабый ветер)	Тенденция к усилению миграции/к перемещению
	6-7 м/с (умеренный ветер)	Снижение тенденции к перемещению/миграции
	8-15 м/с (сильный ветер)	Снижение тенденции к перемещению/миграции
	Штиль	Снижение тенденции к перемещению/миграции