



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

Кафедра метеорологических прогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Особенности формирования циклонов Северной Атлантики»

Исполнитель Винер Эльвира Денисовна
(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)

«17» мая 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

	Стр.
Введение.....	3
ГЛАВА 1. Циклоническая деятельность.....	5
1.1 Классификация циклонических образований.....	6
1.2 Процесс развития циклонов.....	7
ГЛАВА 2. Циклоны Северной Атлантики.....	11
2.1 Примеры североатлантических циклонов в холодный период года.....	11
ГЛАВА 3. Анализ особенности формирования североатлантических циклонов в период 2017-2023 гг.....	21
Заключение.....	58
Список литературы.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	60

Введение

Северная Атлантика – настоящая хранительница циклонов, которые, зарождаясь над ее водами, перемещаются на восток и северо-восток, неся теплый и влажный воздух через Европу и Скандинавию на европейскую территорию России. Циклоны оказывают большое влияние на погоду: с их прохождением связана облачная, дождливая погода, грозы, сильные порывы ветра. Изучение и анализ данных барических образований имеет большое значение для прогнозов погоды.

В данной работе рассматривается влияние внетропических циклонов Северной Атлантики, подпитываемых энергией тропических циклонов в период 2017-2023 гг., на синоптическую ситуацию западной части Европы, Скандинавии и европейской части России.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование особенностей формирования циклонов Северной Атлантики в период октябрь 2017 г. – сентябрь 2023 г.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Сбор и обработка данных за период октябрь 2017 г. – сентябрь 2023 г. в различных регионах европейской части России, Европы и Скандинавии.
2. Анализ синоптических ситуаций, наблюдавшихся на выбранных территориях.
3. Построение и анализ траекторий перемещения внетропических циклонов Северной Атлантики, а также тропических циклонов, сформированных в тот же период.

Источниками для написания работы служили открытые интернет-ресурсы. За период октябрь 2017 г. – сентябрь 2023 г. был создан архив приземных и высотных карт погоды с сайтов http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html, <https://www.wetterzentrale.de/reanalysis.php> соответственно. Для помощи в выборке барических образований был использован электронный ресурс «Национальный центр ураганов и Центрально-тихоокеанский центр ураганов»

(<https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season>). Данные о синоптической ситуации на выбранных территориях были взяты с сайта «Погода и климат» (<https://rp5.ru>).

Используя информацию из открытых интернет-ресурсов, был создан архив данных о североатлантических циклонах, тропических циклонах, действующих в тот же период, окружающих их барических образованиях и фактической погоды на аэродромах в период 2017-2023 гг.

ГЛАВА 1. ЦИКЛОНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Циклоны – это области пониженного давления в атмосфере Земли, которые также являются атмосферными вихрями с определенной циркуляцией, структурой полей метеорологических величин и погодными условиями, которые изменяются медленно в течение всего существования барического образования. Именно поэтому циклон является особым «носителем погоды», и прогноз его перемещения и развития считается одной из наиболее важных составляющих синоптического краткосрочного прогноза погоды [1].

Существуют два основных типа циклонических образований в зависимости от их места возникновения:

1. Тропические циклоны – формируются вокруг областей пониженного давления, между 5° и 20° широты в обоих полушариях. Они отличаются от циклонов умеренных широт меньшим размером (диаметр не более 1000 км), но имеют высокие барические градиенты и скорости ветра, иногда достигающие уровня шторма. Обычно тропические циклоны перемещаются с востока на запад, но их траектория может отклоняться в сторону высоких широт. В процессе развития тропические образования могут переходить во внетропические, но часто ослабевают, когда достигают умеренных широт.

2. Внетропические циклоны – возникают в полярных и умеренных широтах. Они оказывают значительное влияние на атмосферные процессы над Европейской территорией России.

Внетропические циклоны – это восходящие воздушные вихри очень большие по размерам – от тысячи до нескольких тысяч километров в диаметре. Из-за своих габаритов такой циклон может оказывать влияние на погодные условия огромных территорий.

В начале своего развития циклон выражается только в нижней тропосфере. Распределение температур относительно центра циклона таково, что передняя часть циклона имеет повышенную температуру, связанную с притоком воздуха

из низких широт, а тыловая часть имеет пониженную температуру, связанную с притоком из высоких широт.

По мере развития циклона он становится высоким, а температура воздуха постепенно снижается, при этом разница температур между тыловой и передней частями уменьшается. Давление в центре циклона в начале развития, как правило, составляет 1010-1000 гПа. В большинстве случаев минимальное давление в центре циклона снижается до 1000-990 гПа, реже, в случае углубления циклона давление в центре составляет 970 гПа. В более глубоких циклонах давление снижается до 960-950 гПа, кроме того в некоторых случаях наблюдалось давление в 940-930 гПа. Скорость ветра в циклоне растет по мере его углубления, иногда достигая штормовых. Обычно скорость перемещения циклона составляет 30-40 км/час, но возможны и большие скорости [1].

1.1 Классификация циклонических образований

Помимо классификации циклонов по месту возникновения, существуют и другие типы классификаций. Одна из них основана на вертикальной протяженности циклонических образований – толщине слоя. Рассматриваются следующие виды циклонов:

1. Низкие циклоны – замкнутые изобары и изогипсы наблюдаются только на приземной карте погоды и на картах АТ-850. В более высоких слоях они отсутствуют.

2. Средние циклоны – замкнутые изогипсы находятся в нижней и средней тропосфере, но отсутствуют на карте АТ-300 и выше.

3. Высокие циклоны – замкнутые изогипсы присутствуют на всех картах стандартных уровней.

4. Верхние циклоны – присутствуют на некоторых уровнях тропосферы, но отсутствуют на приземной карте [1].

Также циклоны могут быть классифицированы, как фронтальные и нефронтальные образования. Фронтальные циклоны связаны с фронтами и

образуются на главных атмосферных фронтах тропосферы. Большинство внетропических циклонов формируются именно таким образом. Нефронтальные циклоны характерны для летнего периода и возникают из-за неравномерного нагревания суши. Они образуются в результате восходящих движений воздуха над большими площадями и сопровождаются областью падения давления [1].

1.2 Процесс развития циклонов

В процессе своего развития внетропический циклон претерпевает значительные изменения в структуре своего термобарического поля и погодных условиях. Этот цикл можно разделить на несколько стадий. Однако, стоит отметить, что циклон может не пройти через все стадии развития. Например, сразу после своего формирования барическое образование может начать заполняться, пропуская стадии молодого циклона и максимального развития. В среднем, жизненный цикл внетропического циклона составляет около 5-7 дней [2].

За время своего существования внетропический циклон проходит четыре основные стадии развития:

1. Начальная стадия

Стадия его возникновения – начинается с появления первых признаков барического образования и продолжается до появления первой замкнутой изобары на приземной карте погоды. В этой стадии циклон находится примерно сутки и является низким барическим образованием. В процессе возникновения циклона появляются огромные волны, длина которых составляет 1000 километров и более. Признаки: контраст температур и сдвиг ветра. При появлении волны холодный воздух начинает двигаться в сторону теплого воздуха в тыловой части волны, а теплый воздух наоборот – в сторону холодного воздуха в передней части волны. При этом давление у гребня волны понижается и достигает значений в 1000-1010 гПа [3].

Облачность в начальной стадии становится плотнее в передней части волны, где формируются мощные слоистые облака Ns, As, Cs. При развитии волны облачная полоса становится шире, что приводит к выпадению обложных осадков. В тыловой части волны формируется кучевообразная облачность.

2. Стадия молодого циклона

Она начинается с усиления циркуляции циклона и продолжается до достижения средних значений давления в 1000-990 гПа. На приземной карте погоды количество замкнутых изобар начинает расти, а скорости ветра усиливаются, образуя циклоническую циркуляцию. В среднем, в этой стадии циклон находится 1,5-2 суток [1]. В тыловой части циклона холодный воздух движется в низкие широты, а фронт, в тылу которого движется холодный воздух, получает черты холодного фронта. В свою очередь, теплый воздух движется в сторону северных широт, приобретая черты теплого фронта. Далее происходит сопряжение этих фронтов в центральной части циклона.

Центральной частью является область в радиусе до 100 километров от центра. Между теплым и холодным фронтами в циклон вовлекается теплый воздух, который образует теплый сектор циклона. Холодный воздух располагается в остальной части циклона, которую делят на переднюю и тыловую часть циклона. Поскольку холодный фронт постепенно нагоняет теплый (теплый фронт движется медленнее), происходит окклюдование циклона [3].

Развиваясь, циклон претерпевает деформацию фронтальной облачной полосы, она имеет тенденцию на увеличение, и приобретает вихревую структуру. Появляются две спирали, которые сходятся на пике (вершине) волны. В передней части барического образования образуется мощная система слоистообразных облаков, связанная с тёплым фронтом, в тылу – отчетливо прослеживается фронтальная полоса холодного фронта с Cu и Cb облаками.

Передняя часть молодого циклона имеет облака и осадки тёплого фронта, в тёплом секторе наблюдаются St облака, туманы, морось. В тылу – конвективная облачность (характерная для холодного фронта), ливневые осадки, затем после

прохождения холодного фронта – условия погоды, свойственные неустойчивой холодной воздушной массе [3].

3. Стадия максимального развития

Характеризуется большим количеством изобар, при этом циклон достигает своей самой глубокой точки у поверхности Земли (обычно около 990-980 гПа, иногда даже ниже). Циклон превращается в высокое барическое образование, и скорости ветра достигают своих максимальных значений. Эта стадия обычно длится от 12 до 24 часов.

Облачные системы теплого и холодного фронтов сливаются, и облачная система окклюдированного фронта приобретает вид большой спирали, которая формируется распространяющейся вверх циклонической циркуляцией. После начала окклюдирования в центре циклона давление претерпевает минимальные изменения. Холодный воздух продолжает распространяться в более низкие широты, полностью занимая область циклонической циркуляции. В результате теплый воздух поднимается в верхние слои тропосферы, и теплый сектор исчезает [4].

Признак быстрого окклюдирования в облачном поле – «отсечение» центральной части облачного вихря облачностью струйного течения. В районе точки окклюдирования сохраняется высокая плотная облачность, резко очерченная с северного края. В случае начала циклогенеза (возникновения и развития циклонов в атмосфере) у точки окклюзии появляются выбросы перистых облаков вдоль северного края облачности [3].

4. Стадия заполнения циклона

По мере того, как теплый воздух вытесняется вверх, циклон становится холоднее и замедляет свое движение, переходя в заключительную стадию. Скорость ветра уменьшается, а фронты смещаются к периферии. Давление в центре циклона увеличивается, и он постепенно заполняется. Стадия заполнения циклонической системы длится четыре дня или более.

Ближе к концу своего существования на приземной карте циклон выглядит как поле низкого давления, состоящее из одной или двух изобар, покрывающее большую площадь радиусом 1000-2000 километров.

Облачность на начальных стадиях заполнения приобретает вид закрученной спирали в центре циклонической системы, состоящей из небольших облачных полос. Тем временем фронтальная облачная полоса перемещается к периферии циклона. Область циклона полностью занята холодным воздухом, и облачная система распадается на небольшие облачные острова. В конце концов, циклон полностью заполняется [4].

ГЛАВА 2. ЦИКЛОНЫ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД

В холодную половину года циклонические образования формируются с большой регулярностью над водами Северной Атлантики. Это объясняется сочетанием теплого океана и активного межполушарного обмена термически неоднородными воздушными массами над поверхностью Северной Атлантики, что создает благоприятные условия для формирования активных внетропических циклонов [5].

Северная Атлантика в холодную половину года является настоящей «хранительницей» циклонов, которые, зарождаясь над ее просторами, перемещаются на восток и северо-восток, неся теплый и влажный морской воздух через Европу и Скандинавию на европейскую территорию России. И чем активнее такая циклоническая активность, тем теплее зимы на их пути [6].

В эти дни Северная Атлантика больше похожа на бурлящий котел, в котором под влиянием циклонов бушуют сильные (местами ураганные) ветры, поднимающие высокие волны, а осадки поражают своей интенсивностью [7], [8].

2.1 Примеры североатлантических циклонов

Для анализа циклонов были использованы ежедневные приземные карты погоды и снимки ИСЗ [9] за период с 1 декабря 2021 г. по февраль 2023 г., район исследования ограничен 50-70 с.ш. 0-70 з.д.

Всего было рассмотрено и проанализировано 39 синоптических ситуаций (таблица 2.1).

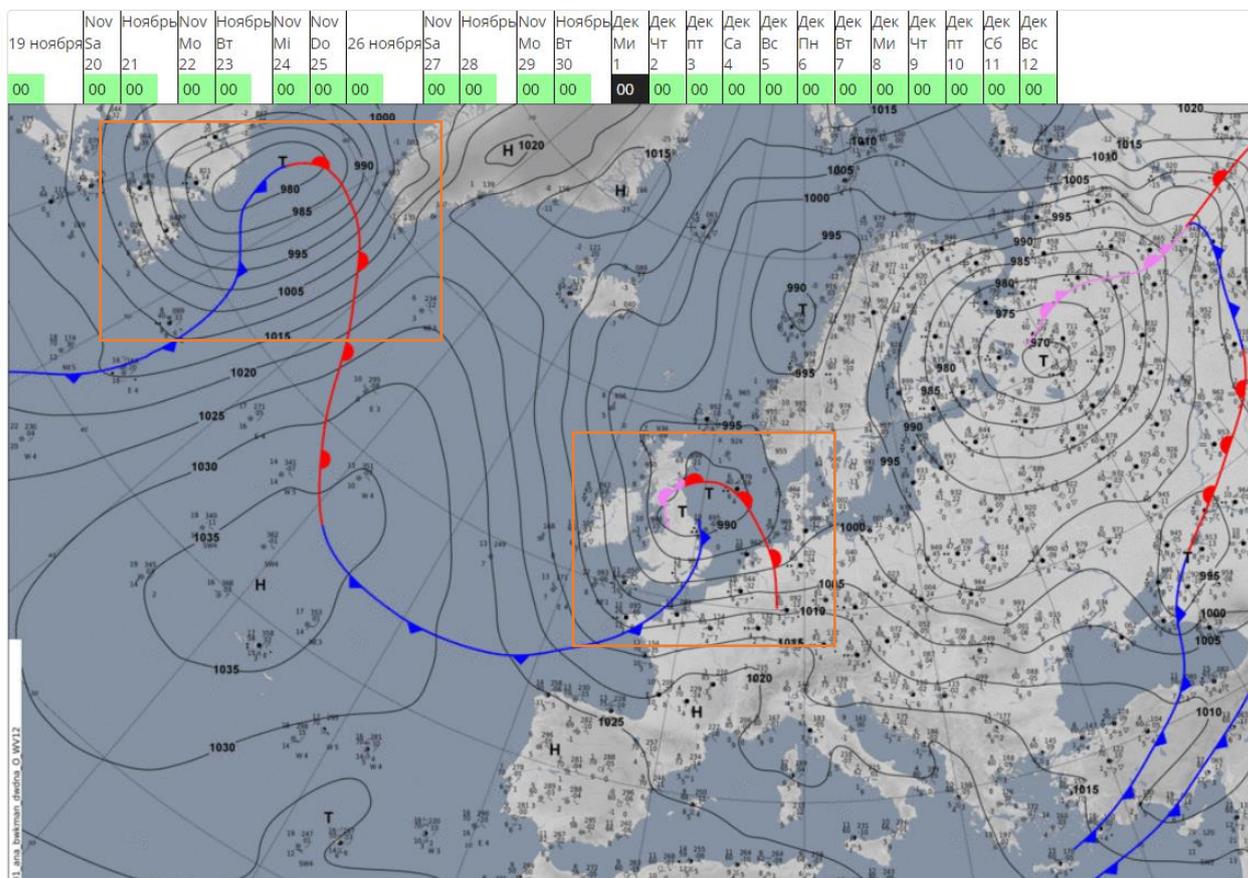


Рисунок 2.1 – Приземная карта за 01.12.2021 00 UTC

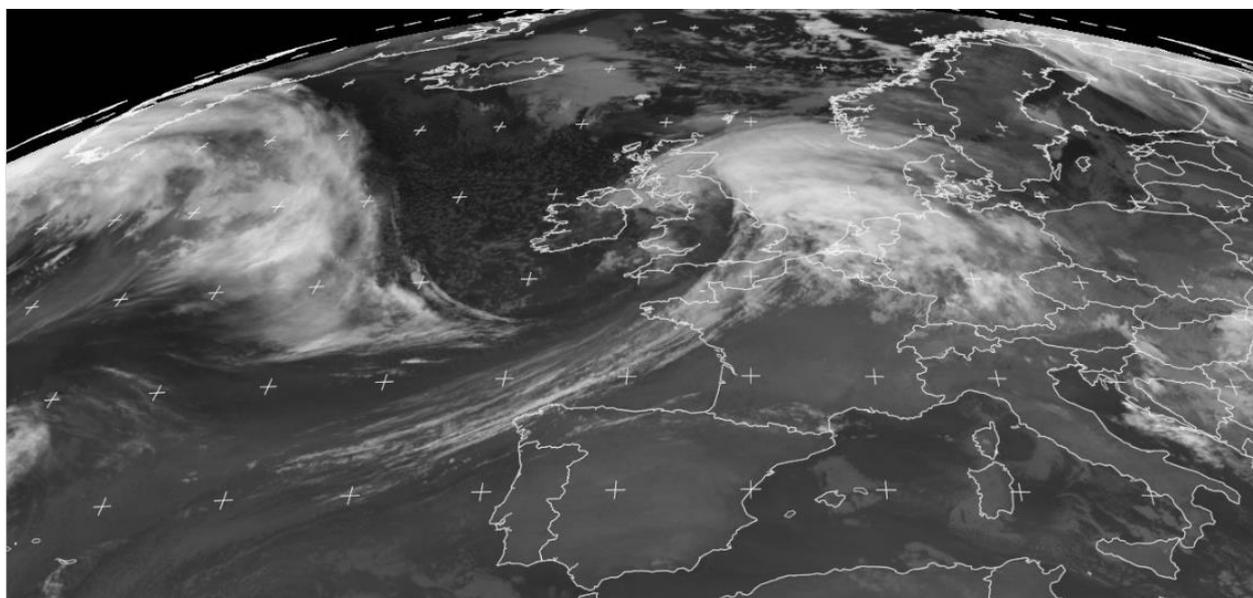


Рисунок 2.2 – Снимок ИСЗ за 01.12.2021 00 UTC

Как видно из рисунка 2.1 и 2.2, на указанной территории Атлантики наблюдалось 2 циклона. Один на юго-западе от Гренландии с минимумом

давления менее 980 гПа. Данное барическое образование было в стадии молодого циклона.

Второй циклон располагался в районе Великобритании, минимальное давление в центре 990 гПа, находился в стадии углубления. Об этом свидетельствует понижение давления в будущем (рис. 2.3).

На рисунках 2.3 и 2.4 представлены синоптическая карта и снимок ИСЗ за 02.12.2021 г. 00 UTC.

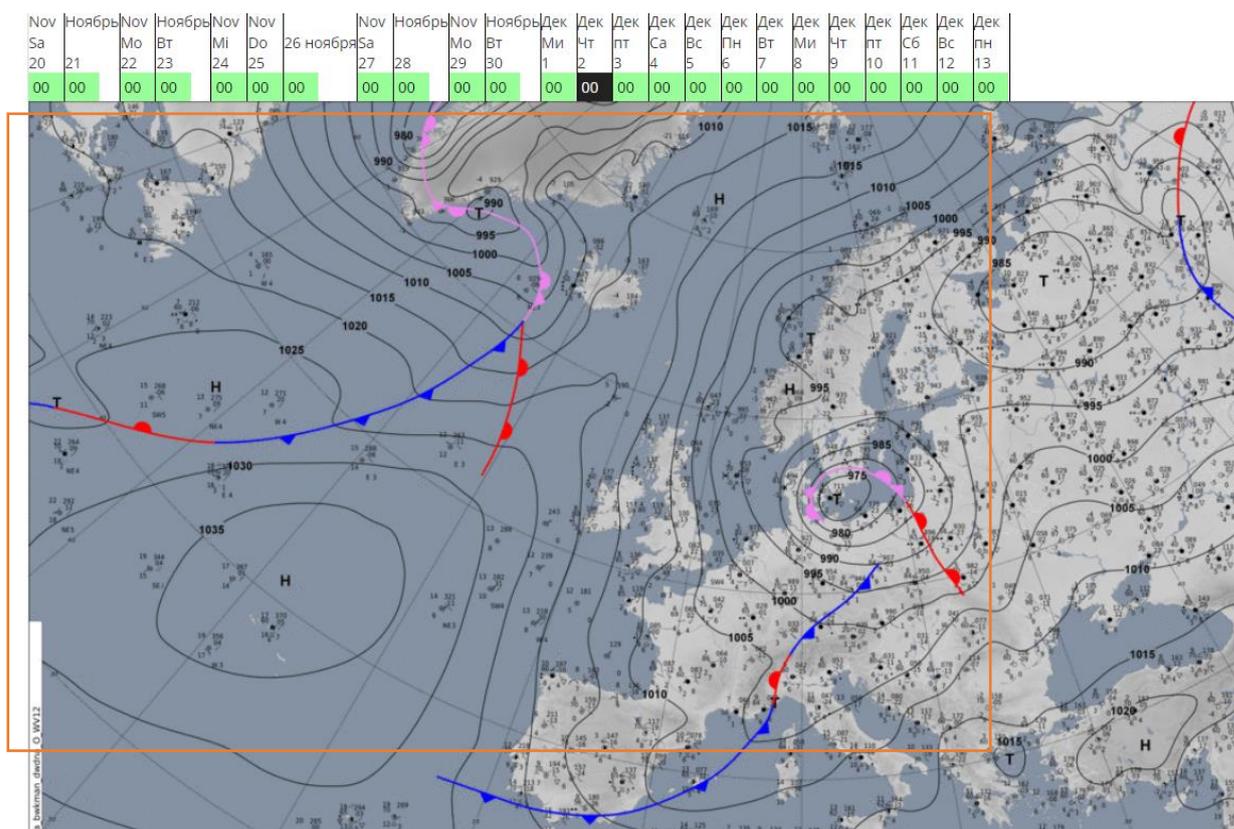


Рисунок 2.3 – Приземная карта за 02.12.2021 00 UTC

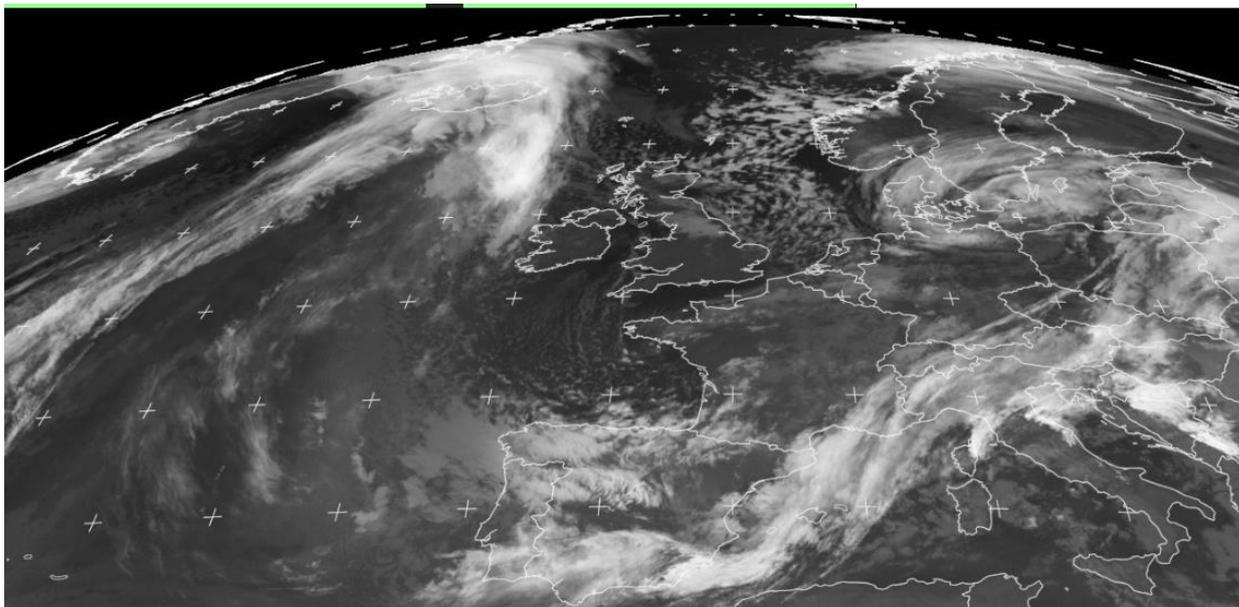


Рисунок 2.4 – Снимок ИСЗ за 02.12.2021 00 UTC

Центр циклона, располагавшегося 1 декабря 2021 г. к юго-западу от Гренландии, за 24 часа сместился в северо-восточном направлении к юго-восточному побережью Гренландии со скоростью 30 км/ч и перешел в стадию максимального развития. Циклон окклюдирован, на снимке ИСЗ (рис. 2.4.) отчетливо видна структура облачности, характерная для фронта окклюзии.

Барическое образование, находившееся над Великобританией, за прошедшие сутки сместилось на восток в район южной части Балтийского моря со скоростью 30 км/ч и углубился на 15 гПа. По характерной облачности можно судить об окклюдировании циклона. Положение нулевой барической тенденции вблизи центральной части циклона свидетельствует о стадии максимального развития.

На рисунках 2.5 и 2.6 представлены синоптическая карта и снимок ИСЗ за 03.12.2021 г. 00 UTC.

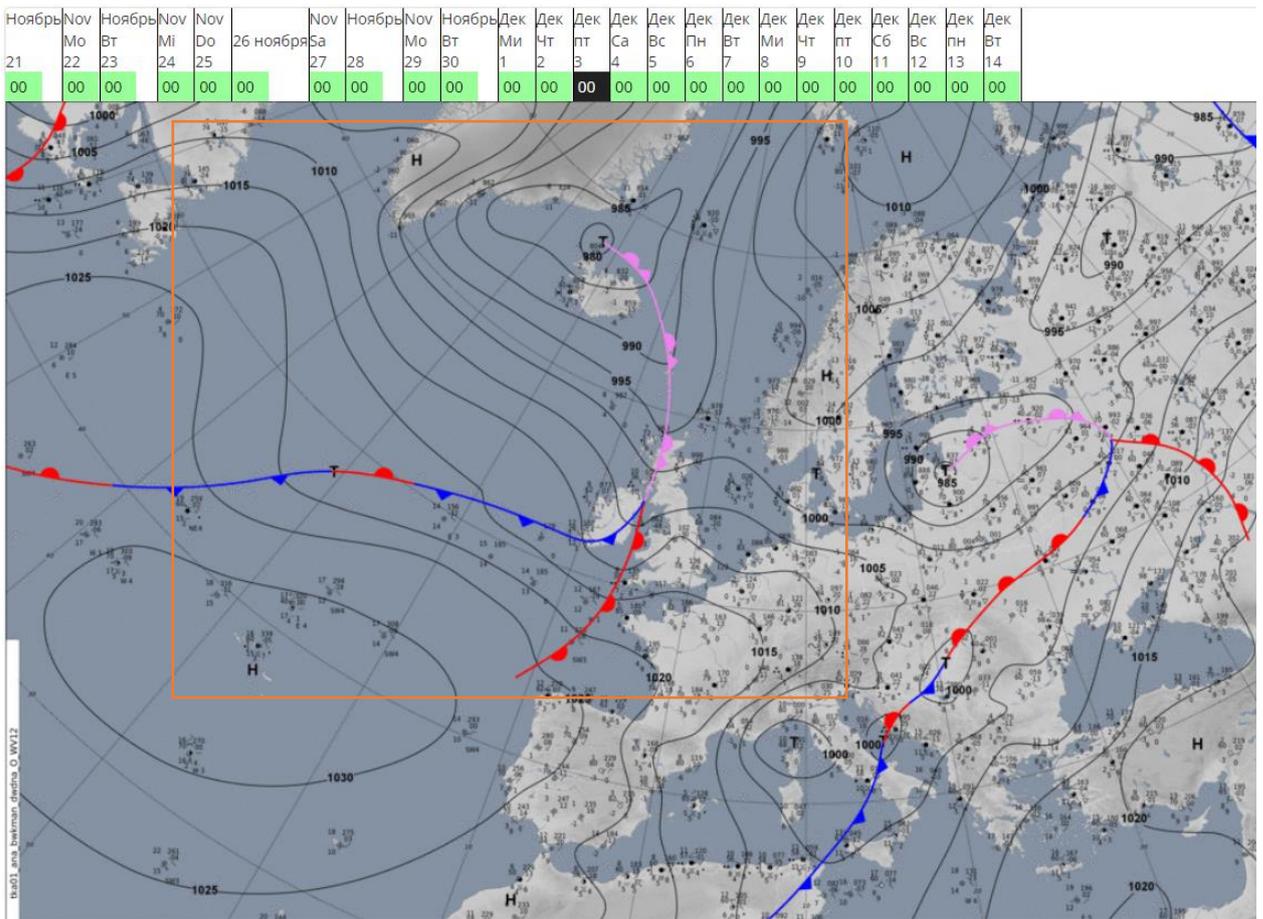


Рисунок 2.5 – Приземная карта за 03.12.2022 00 UTC

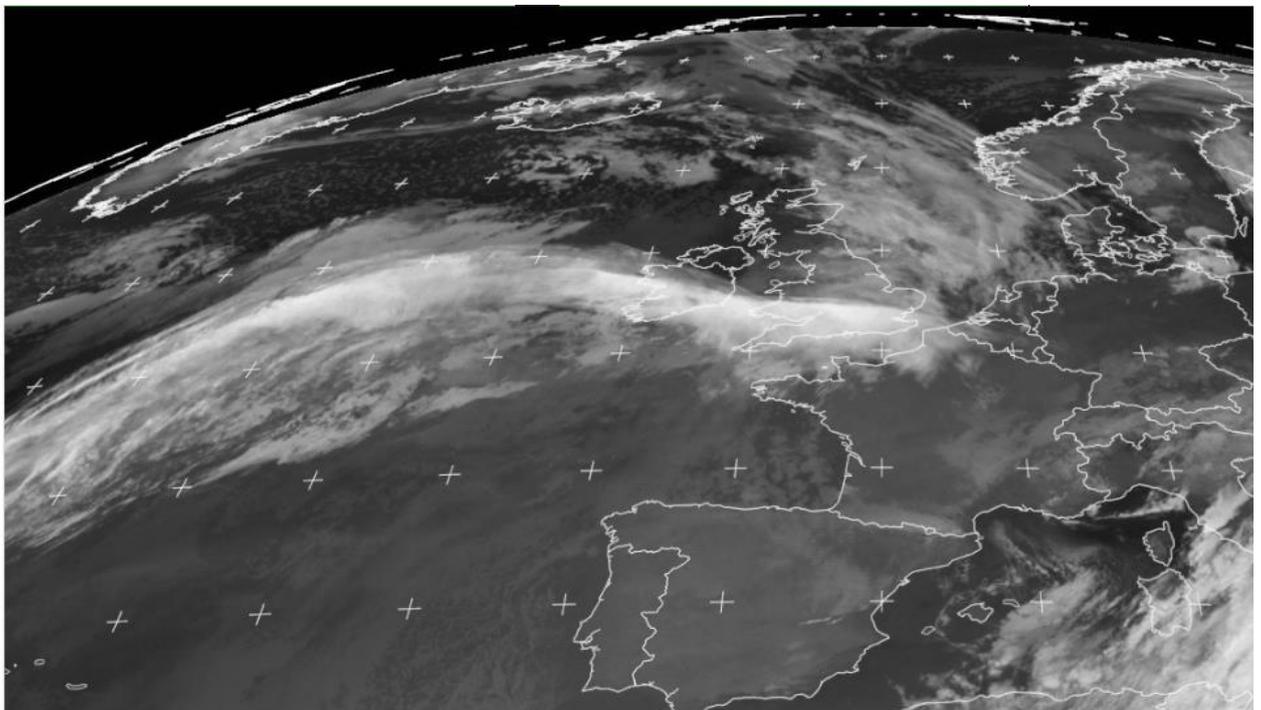


Рисунок 2.6 – Снимок ИСЗ за 03.12.2021 00 UTC

Из рисунка 2.5 и рисунка 2.6 видно, что центр циклона, находившегося в районе Гренландии, со скоростью 20 км/ч сместился в юго-восточном направлении к берегам Исландии и углубился на 10 гПа. Находился в стадии заполнения.

Аналогично были исследованы другие североатлантические циклоны за период 1.12.2021-14.12.2021.

На рисунках 2.7 и 2.8 представлены синоптическая карта и снимок ИСЗ за 01.02.2023 00 UTC.

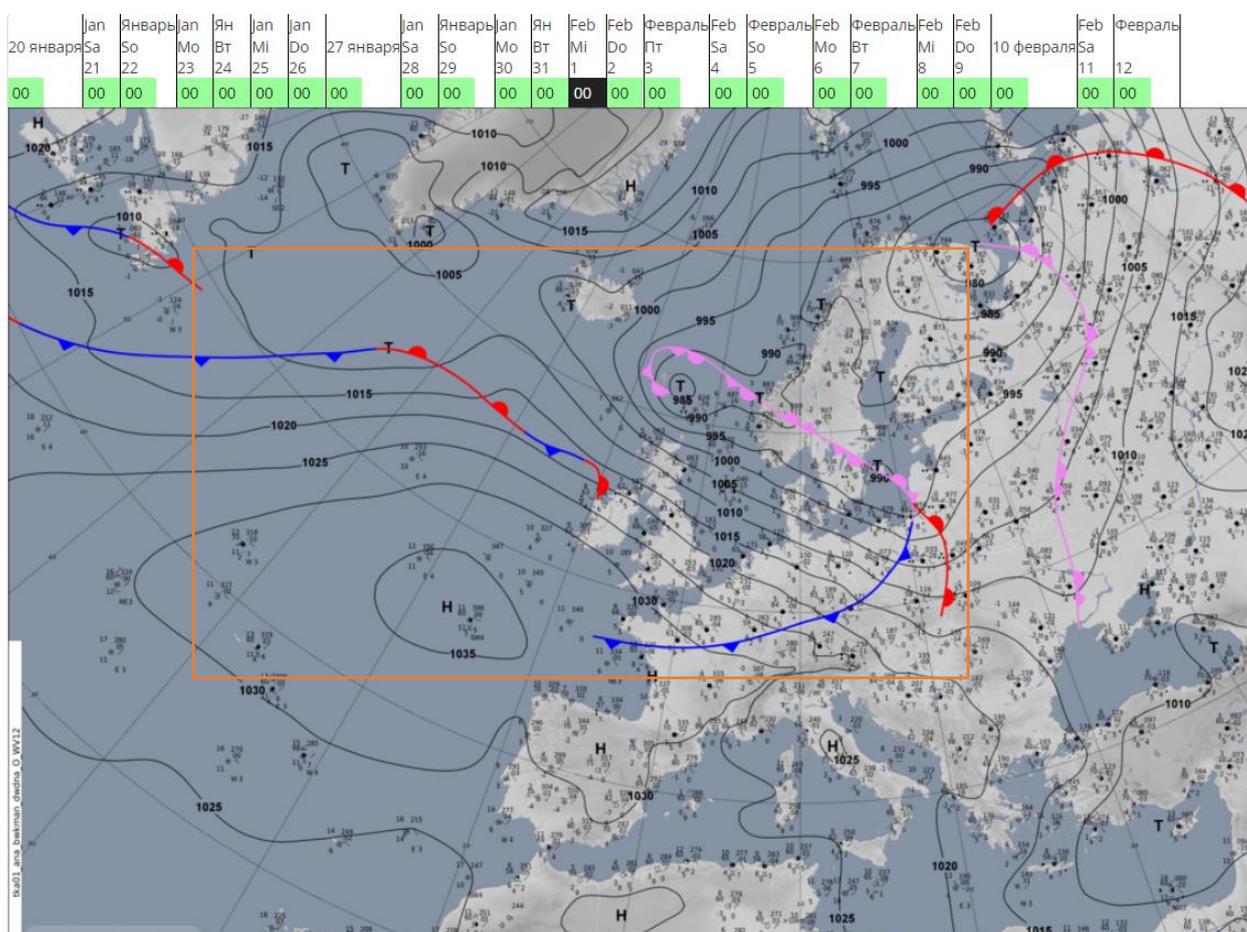


Рисунок 2.7 – Приземная карта за 01.02.2023 00 UTC

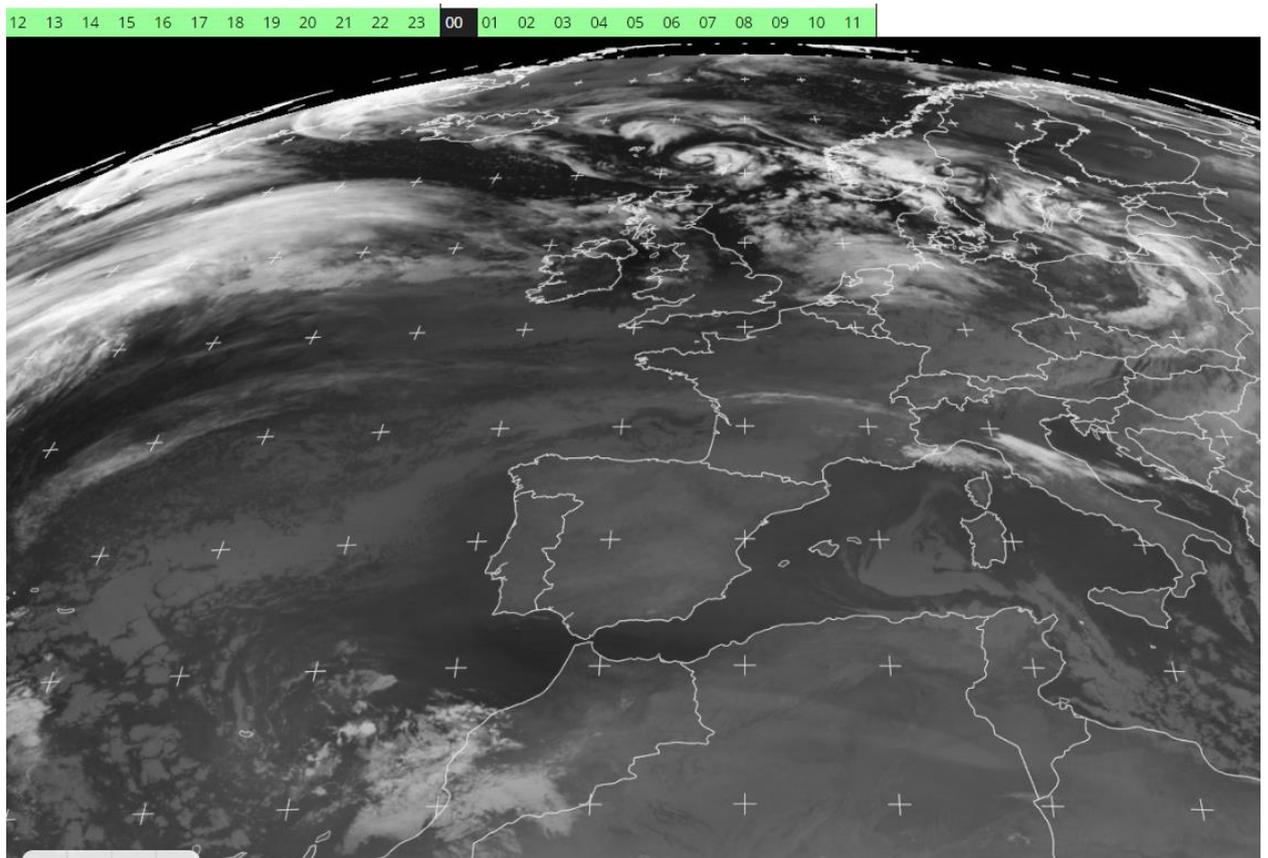


Рисунок 2.8 – Снимок ИСЗ за 01.02.2023 00 UTC

Как видно из рисунков 2.7 и 2.8, над Северной Атлантикой действовало 2 циклона. Один на юге от Гренландии с минимум давления менее 1015 гПа (стадия волны).

Второй на севере от Великобритании, минимальное давление в центре 985 гПа, стадия – максимальное развитие.

На рисунках 2.9 и 2.10 представлены синоптическая карта и снимок ИСЗ за 02.02.2023 г. 00 UTC.

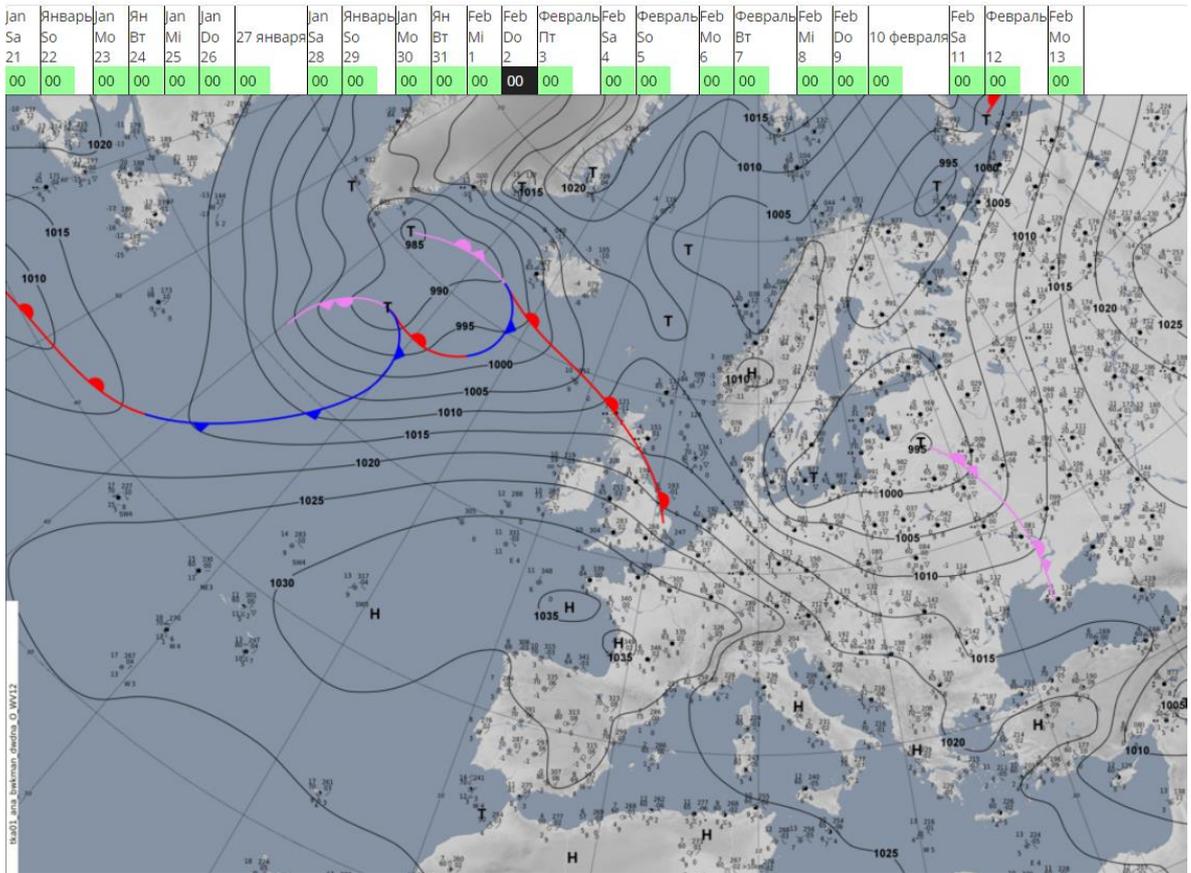


Рисунок 2.9 – Приземная карта за 02.02.2023 00 UTC

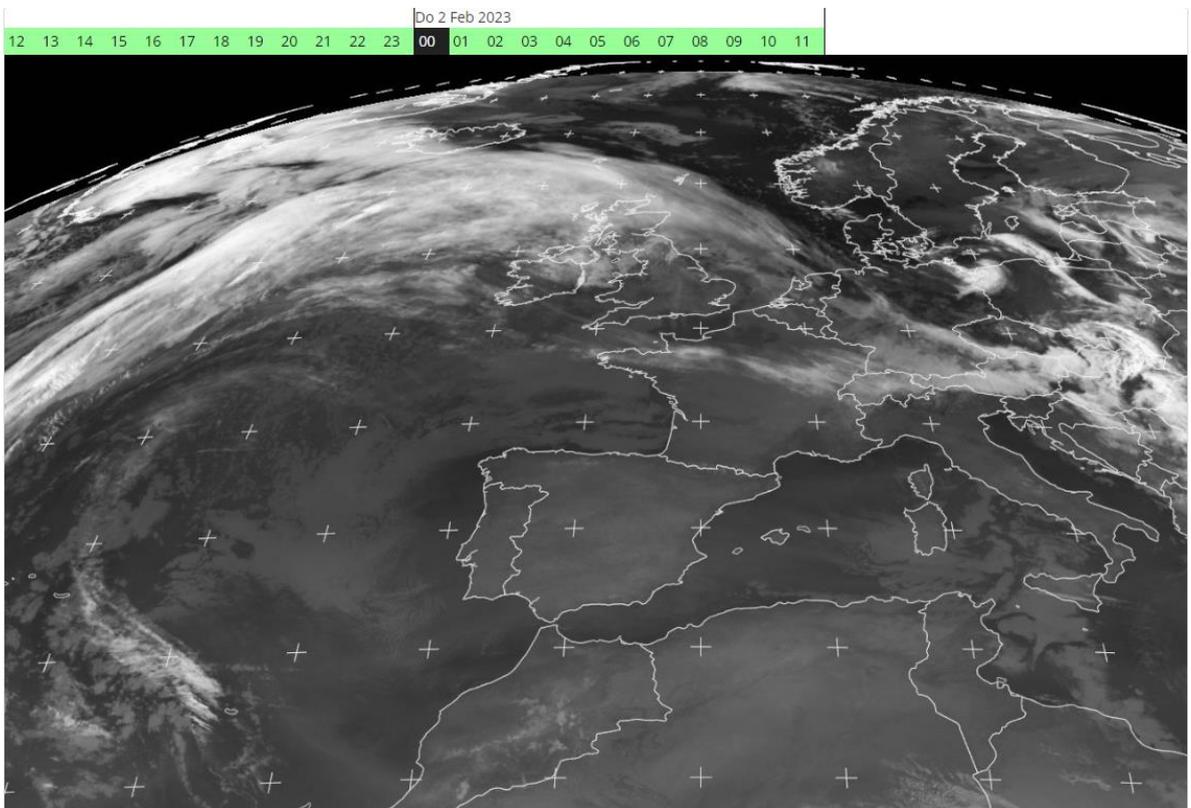


Рисунок 2.10 – Снимок ИСЗ за 02.02.2023 00 UTC

Видно, как барическое образование в районе Гренландии (рис. 2.9 и рис. 2.10) за 24 часа перешло в стадию максимального развития, фиксировалось два центра с минимумами 1015 гПа и 985 гПа соответственно.

Циклон в районе Великобритании заполнился.

Аналогично были исследованы другие циклоны в данном регионе за период 1.02.2023-4.02.2023.

На основании проанализированных синоптических ситуаций была составлена таблица 2.1 (Приложение 1), содержащая статистические данные о североатлантических циклонах в зимний период декабрь 2021 г. – февраль 2023 г. за каждые 24 ч.

Определялось местоположение циклонов, значение давления и стадия развития циклонов.

На основании таблицы 2.1 была составлена таблица 2.2, содержащая информацию о повторяемости (%) зимних циклонов в Северной Атлантике за период 2021-2023 гг.

Таблица 2.2 – Повторяемость (%) зимних циклонов в Северной Атлантике за период 2021-2023 гг.

Стадия развития циклона	Повторяемость, %
Волна	10
Молодой циклон	8
Максимального развития	82

На основании таблицы 2.1 была составлена таблица 2.3, содержащая информацию о повторяемости (%) давления по градациям в циклонах Северной Атлантики за период 2021-2023 гг.

Таблица 2.3 – Повторяемость (%) давления по градациям в зимних циклонах Северной Атлантики за период 2021-2023 гг.

Пределы изменения давления, гПа	Повторяемость давления по градациям, %
955-970	33
975-990	54
995-1010	5
1015-1020	8

На основании таблиц 2.1-2.3 можно сделать некоторые выводы:

- в зимний период 1-14 декабря 2021 г. и 1-14 февраля 2023 г. над Северной Атлантикой наблюдалось 39 циклонических образований.
- в более 80% наблюдались циклоны в стадии максимального развития, в 10% – стадии волны, в 8% – молодого циклона.
- в пределах изменения давления в 54% случаев встречались циклоны со значениями 975-990 гПа, в 33 % – 955-970 гПа, в 8% – 1015-1020 гПа, в 5% – 995-1010 гПа.
- анализируя траектории североатлантических циклонов, можно заметить, что чаще всего циклоны перемещались в северо-восточном направлении.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ В ПЕРИОД 2017-2023 ГГ.

В данной работе будут рассматриваться *особенные* случаи, когда внетропические циклоны Северной Атлантики в процессе своего развития объединялись в одну изобару с приближающимися к ним с юга тропическими циклонами, таким образом тропические циклоны «подпитывали» своей энергией североатлантические циклоны, способствуя их регенерации и дальнейшему существованию, а также влиянию на погоду западной части Европы, Скандинавии и европейской части России.

Данный процесс явно виден на рис. 3.1:

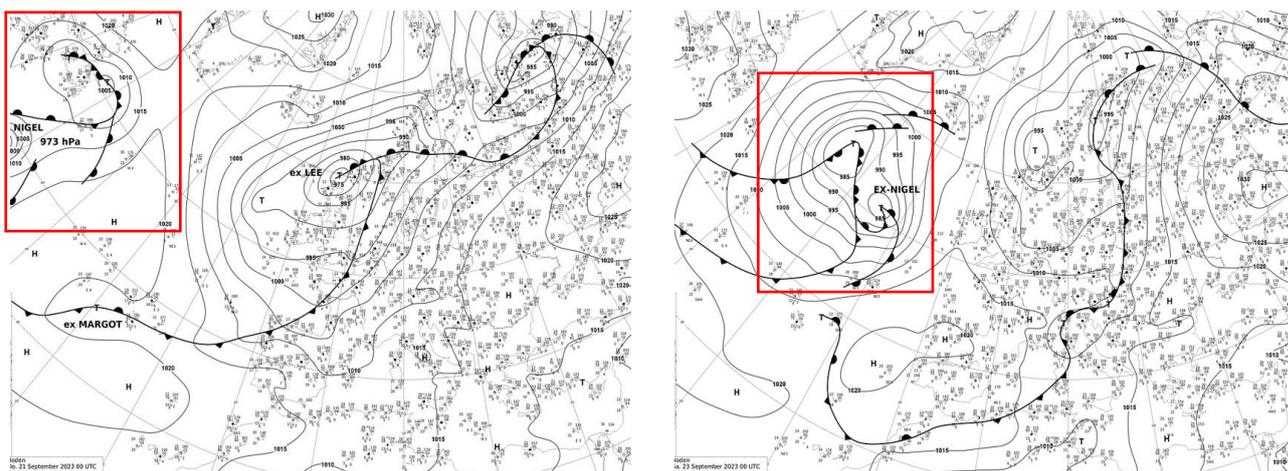


Рисунок 3.1 – Слияние тропического циклона Nigel с североатлантическим циклоном. Приземные карты 21.09.2023-23.09.2023

Для анализа барических образований были использованы ежедневные приземные карты погоды [9], [10] за период октябрь 2021-сентябрь 2023 гг. Данные о синоптической ситуации Европы, Скандинавии и европейской территории России [11], [12]. Информация о тропических циклонах, наблюдавшихся над Северной Атлантикой [13].

Тропический циклон *Orhelia* 10.10.2017-17.10.2017

Тропический циклон *Orhelia* появился над Северной Атлантикой 10.10.2017 у юго-западных берегов штата Массачусетс, его давление составляло 1014 гПа до 12 октября, углубляясь ($P=990$ гПа), он двигался на юго-запад, далее барическое образование сменило траекторию и перемещалось на северо-восток к западным берегам Великобритании, где его давление достигло 985 гПа.

Orhelia приближался к внетропическому циклону и далее произошло объединение этих двух структур. Внетропический циклон начал свое действие западнее Исландии ($P=984$ гПа), к 11 октября давление уменьшилось на 21 гПа, наблюдался у южных берегов острова. Далее, углубляясь, перемещался на северо-восток, а потом на запад к юго-западу от Исландии ($P=963$ гПа), после этого до 16 октября он двигался на северо-восток, заполнился (985 гПа), а дальше перемещался на юго-восток и 17 октября был зафиксирован над Мурманской областью (рис. 3.2).

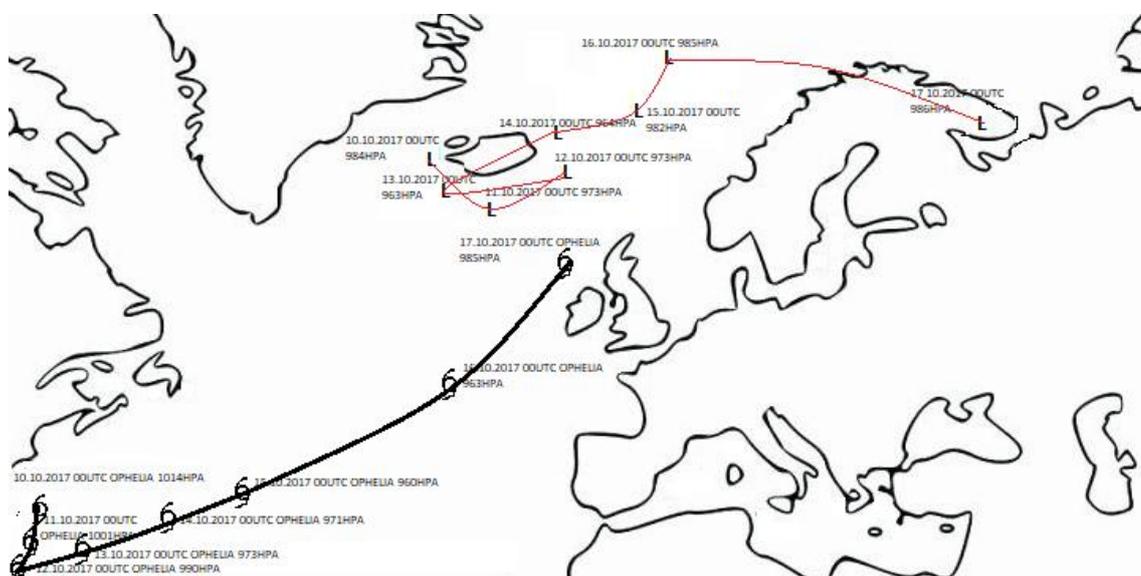


Рисунок 3.2 – Траектория тропического циклона *Orhelia*, трансформировавшегося в североатлантический 10.10.2017-17.10.2017

Циклон *Orhelia* принес с собой песок из Сахары в некоторые районы Великобритании, придав небу оранжевый или желтовато-коричневый цвет, а солнцу - красный или оранжеватый оттенок. Также поступали сообщения о

странном запахе дыма в Девоне, также связанном с пылью и дымом от лесных пожаров в Португалии и Испании. Наблюдался ветер со скоростью до 32 м/с.

Тропический циклон оказал влияние на синоптическую ситуацию Европы и России. Продемонстрируем на примере фактической погоды в Мурманске и Нурланне в этот период (таблицы 3.1 и 3.2).

Таблица 3.1 – Синоптические условия в Мурманске, ULMM

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
9.10.2017	1010	Южный, 1	Туман	SCT033	10,0 и более
10.10.2017	1010	Восточный, 9		SCT019	7,0
11.10.2017	1010	Восточный, 7	Ливневой дождь	BKN011 Сб	10,0 и более
12.10.2017	1001	Юго-восточный, 2	Дымка	SCT003	2,5
13.10.2017	1003	Штиль	Дымка, туман	BKN003	5,0
14.10.2017	1003	Штиль	Дымка	BKN004	3,9
15.10.2017	1002	Юго-юго-восточный, 1	Туман	Вертикальная видимость 60 м	0,7
16.10.2017	1002	Штиль	Туман	Вертикальная видимость 60 м	0,7
17.10.2017	1003	Востоко-северо-восточный, 4	Ливневой дождь	BKN014 Сб	5,0

В период действия тропического циклона наблюдалось:

- увеличилась скорость ветра 9.10-10.10 с 1 до 9 м/с;
- снижение ВНГО до 90 м (12 и 13 октября), 11.10 и 17.10 – фиксировалась кучево-дождевая облачность;
- наблюдался туман, дымка и выпадение ливневого дождя;
- уменьшение видимости до 0,7 км.

Таблица 3.2 – Синоптические условия в Нурланне, ENBO

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
9.10.2017	1015	Восточный, 5		NSC	10,0 и более
10.10.2017	1009	Восточный, 18		FEW030	10,0 и более
11.10.2017	1005	Востоко-юго-восточный, 19		FEW040	10,0 и более
12.10.2017	996	Востоко-юго-восточный, 10	Дождь	SCT060 BKN100	10,0 и более
13.10.2017	996	Востоко-юго-восточный, 17		SCT070 BKN100	10,0 и более
14.10.2017	996	Восточный, 11	Дождь	SCT040	10,0 и более
15.10.2017	997	Юго-юго-восточный, 8	Ливневой дождь	SCT020 TCU BKN035	10,0 и более
16.10.2017	996	Западный, 22	Ливневой дождь	SCT018 BKN030	10,0 и более
17.10.2017	1000	Западо-юго-западный, 20	Ливневой дождь	SCT014 Сб BKN020	9,0

- наблюдалось усиление ветра с 9.10 на 10.10 на 13 м/с, максимальное значение – 22 м/с (16.10);
- 12 и 14 октября на территории аэродрома фиксировался дождь, 15.10-17.10 – ливневой дождь;
- 15 числа наблюдались кучевые мощные облака большой вертикальной протяженностью, 17.10 – кучево-дождевые;

Тропический циклон *Orphelia* – высокое барическое образование, 13 октября (P=973 гПа) – в пик своего развития прослеживался до высоты 5 км (рис. 3.4), 11.10-13.10 на высотной карте АТ-500 наблюдалось углубление циклона, следовательно, барическое образование прослеживалось и выше.

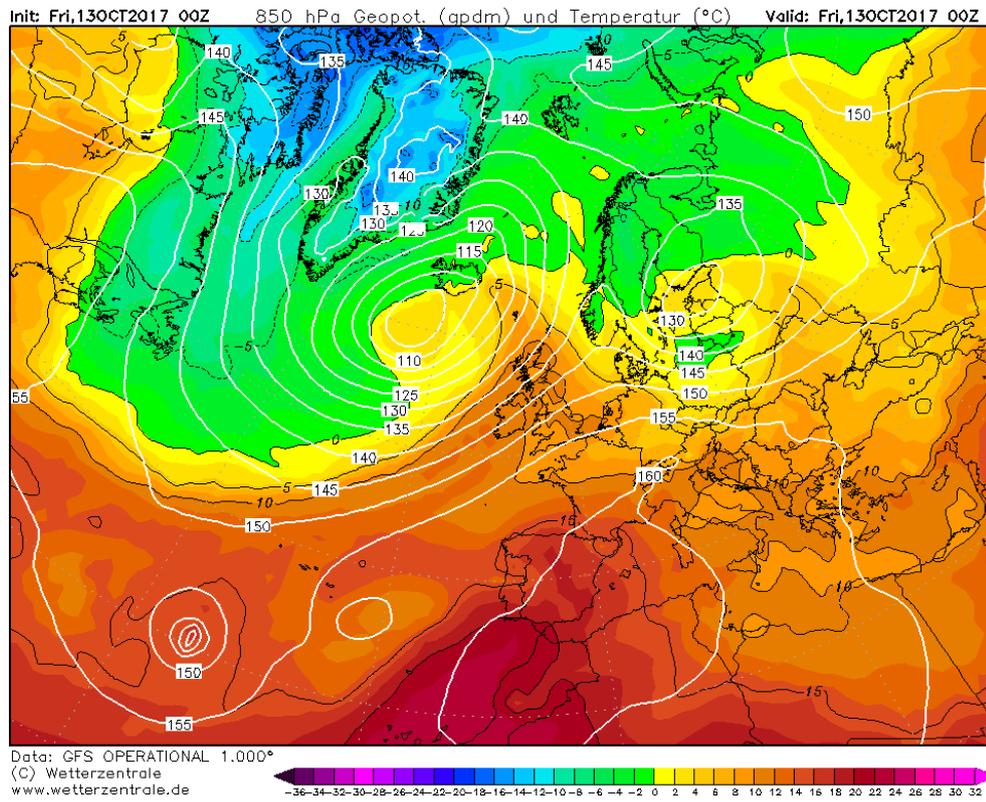


Рисунок 3.3 – Карта АТ-850 13.10.2017 00 UTC

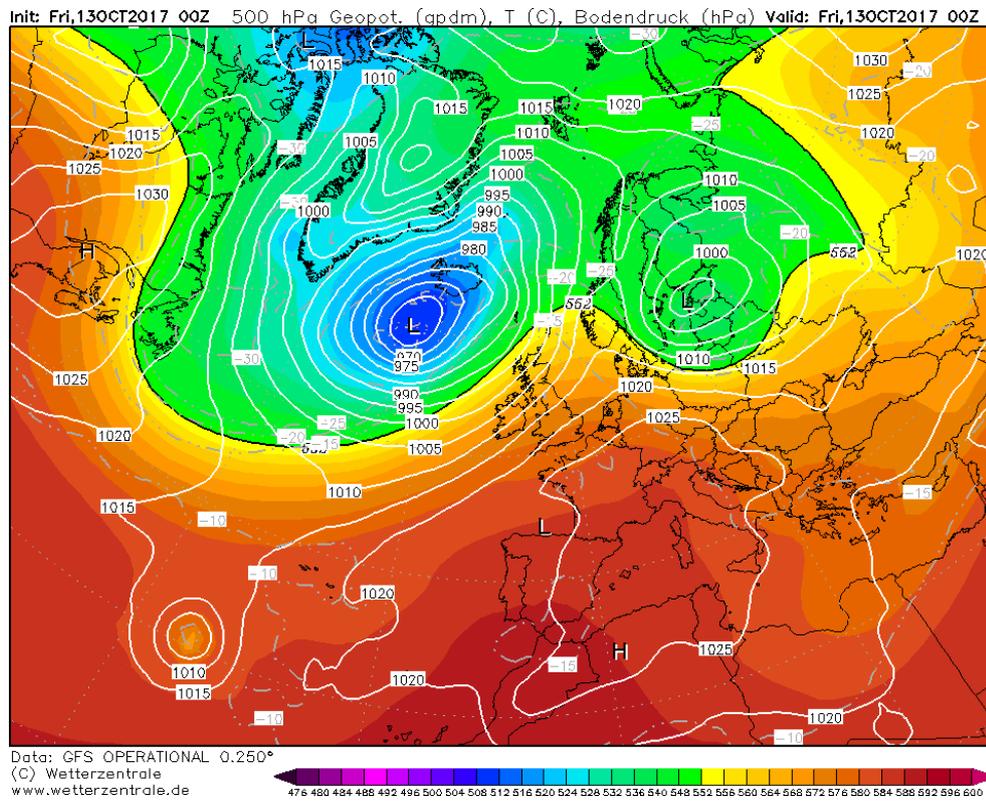


Рисунок 3.4 – Карта АТ-500 13.10.2017 00 UTC

Leslie 12.10.2018-14.10.2018

Тропический циклон впервые наблюдался 12 октября 2018 года на юго-западе от штата Массачусетс ($P=976$ гПа), далее, углубляясь (13.10 давление достигло 971 гПа), он устойчиво двигался на северо-восток и 14 числа находился у северо-западных берегов Испании ($P=1004$).

Над тропическим циклоном действовал, подпитываемый им, внетропический циклон. 12.10 он находился на юго-западе от Исландии ($P=957$ гПа), перемещался, огибая Исландию, сначала на юго-восток, а потом на северо-запад, где его давление составляло 974 гПа.

В это время над Россией действовал антициклон ($P=1035$ гПа), 12 числа был зафиксирован над Тверью, 13 над Рязанью, 14 – Воронежем, давление сохранялось, незначительно (на 2 гПа) понизившись к 14.10.

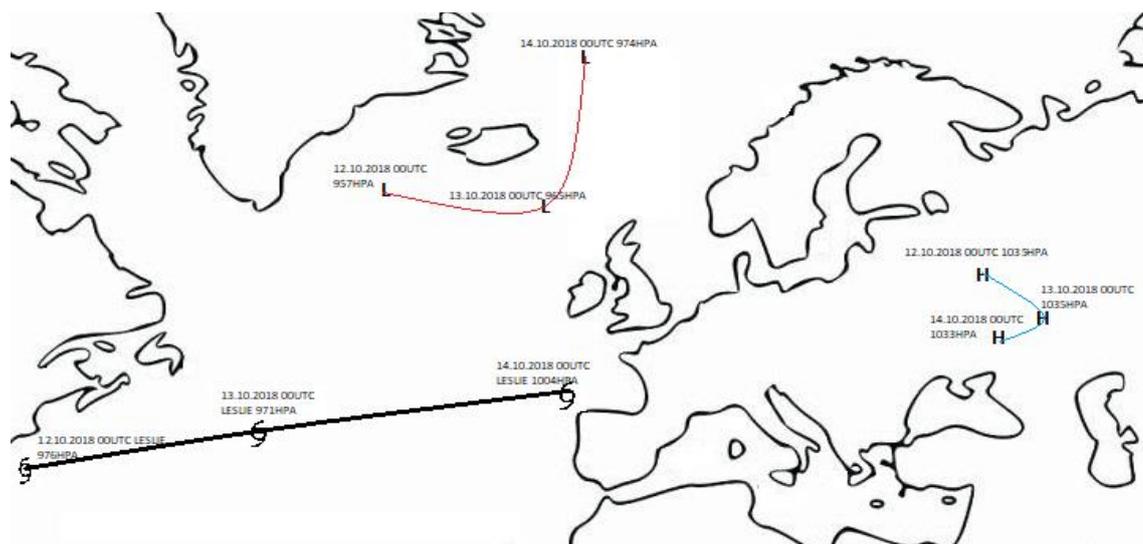


Рисунок 3.5 – Траектория тропического циклона Leslie, объединившегося с североатлантическим 12.10.2018-14.10.2018

Во Франции Leslie вызвал сильное наводнение, что побудило правительство объявить «красную тревогу». В городе Треб (коммуна недалеко от Каркассона) за 12 часов выпало 295 мм осадков. Около 1000 человек были эвакуированы после прорыва дамбы. В деревне Вейярдоннель дома и улицы были затоплены, а автомобили смыты паводковыми водами. В Вейярдоннеле и

Конк-сю-Орбиэль паводковые воды достигали высоты окон первого этажа. Уровень вод в реке Од поднялся более чем на 7 м и достиг 7,6 м в Требе. В городе также обрушился мост. В Эро выпало не менее 210 мм осадков. Около 6000 человек остались без электричества в Оде и еще 2000 - в Эро.

Набережная Леклерк в Сете была закрыта из-за прибоя высотой 7,6 м и порывов ветра 30 м/с.

Leslie влияла на синоптическую ситуацию европейской части России, Европы и Скандинавии. Это можно увидеть, анализируя синоптическую ситуацию Сыктывкара и Нурланна в период 11.10.2018-14.10.2018.

Таблица 3.3 – Синоптические условия в Сыктывкар, UUYU

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
11.10.2018	985	Северо-западный, 12	Ливневой дождь	SCT009 BKN017 Сб OVC036	10,0 и более
12.10.2018	1003	Северо-западный, 12		SCT023 Сб BKN043	10,0 и более
13.10.2018	1005	Северо-западный, 9		OVC029	10,0 и более
14.10.2018	1007	Западо-юго-западный, 3		OVC030	10,0 и более

- ветер достигал 12 м/с;

- 11 октября фиксировался ливневой дождь:

- 11 и 12 числа наблюдались кучево-дождевые облака, 13 и 14 – сплошная облачность с ВНГО около 900 м;

Таблица 3.4 – Синоптические условия в Нурланне, ENBO

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
11.10.2018	1000	Востоко-юго-восточный, 19		FEW040	10,0 и более
12.10.2018	995	Востоко-юго-восточный, 12		FEW050 SCT200	10,0 и более
13.10.2018	997	Восточный, 19		FEW030 SCT070 BKN120	10,0 и более
14.10.2018	996	Восточный, 11		FEW020 SCT040	10,0 и более

- ветер достигал 19 м/с 11 и 13 октября;

Данный тропический циклон – высокое барическое образование, 12 октября (P=973 гПа) прослеживался до высоты 5 км (рис. 3.7), 10.10-12.10 на высотной карте AT-500 наблюдалось углубление циклона, следовательно, барическое образование прослеживалось и выше.

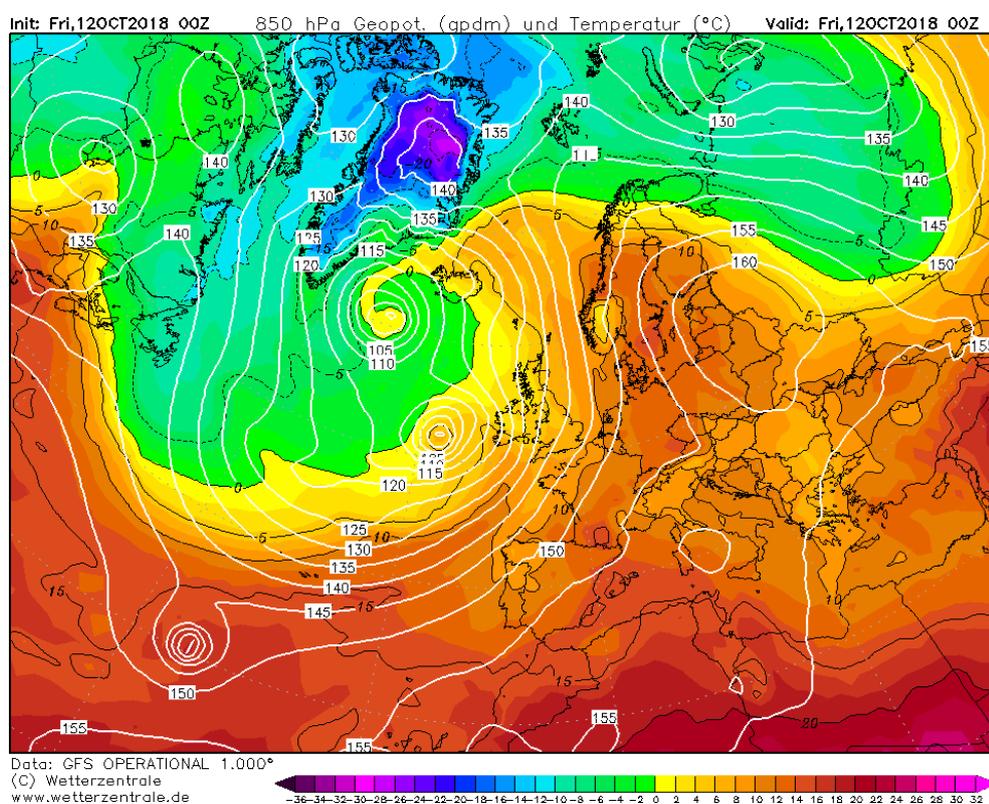


Рисунок 3.6 – Карта AT-850 12.10.2018 00 UTC

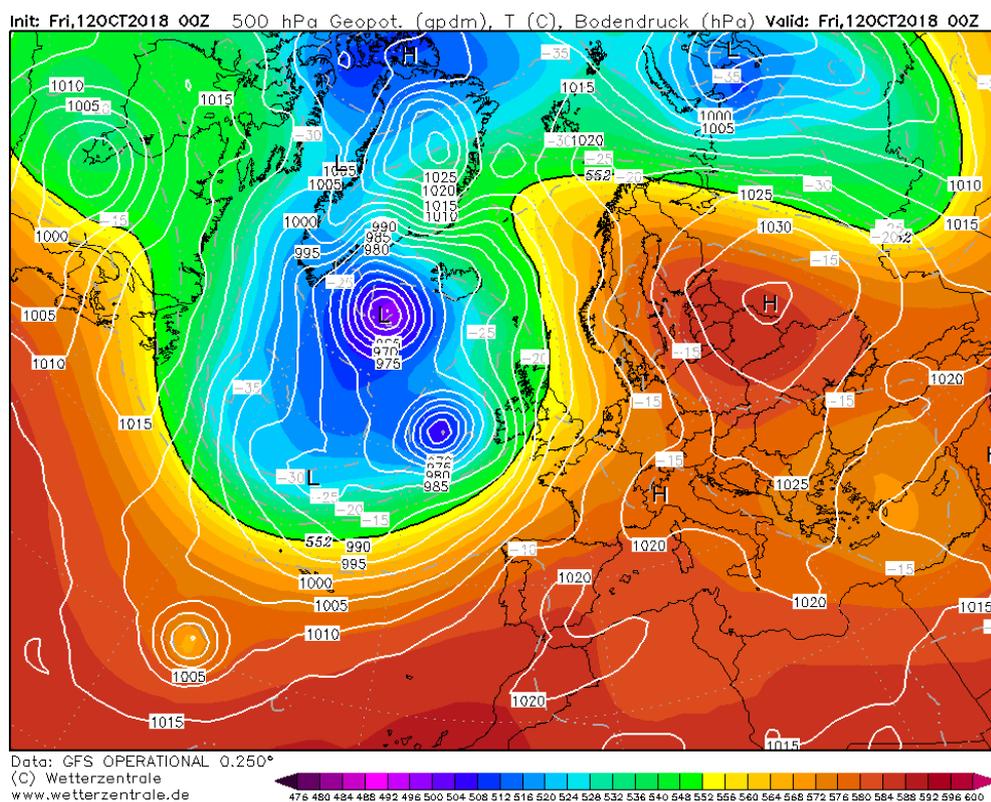


Рисунок 3.7 – Карта АТ-500 12.10.2018 00 UTC

Pablo 26.10.2019-29.10.2019

Тропический циклон существовал 26.10.2019-29.10.2019, с 26 (P=989 гПа) до 28 числа образование устойчиво двигалось от юго-восточных берегов Ньюфаундленда на северо-восток (углубился на 2 гПа), к 29 октября сменило курс на юго-восток и остановилось на юго-западе от Ирландии (P=1007 гПа).

В период 26-28 октября над Европой действовал циклон, перемещался от района Дании к Польше (давление 1000 гПа), далее остановился над Россией, в районе Сыктывкара (P=978 гПа), где в течении суток заполнился.

Над циклоном Pablo действовал блокирующий антициклон, 26.10 он был на юго-востоке от Гренландии (P=1020 гПа), далее пошел на юго-восток, к 28 числу резко повернул на северо-восток, а 29 октября фиксировался на юге от Исландии, давление сохранялось.

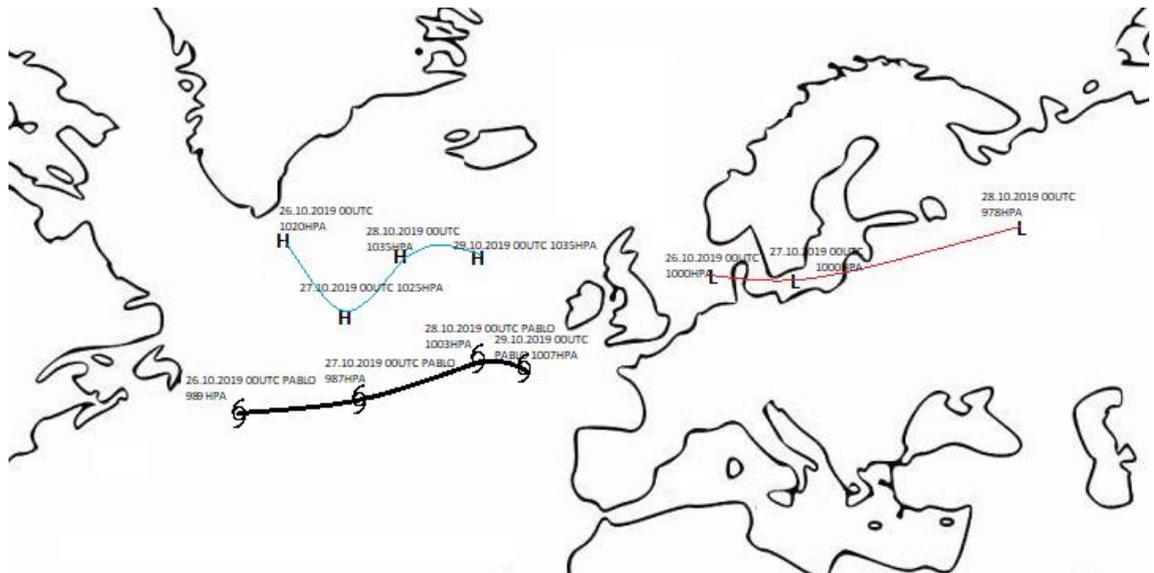


Рисунок 3.8 – Траектория тропического циклона Pablo, объединившегося с североатлантическим 26.10.2019-29.10.2018

Pablo принес на некоторые Азорские острова штормовые ветры. В общей сложности в цепи островов было зарегистрировано 12 оползней. Региональные метеорологические центры объявили желтое предупреждение для нескольких островов.

Фактическая погода России (Санкт-Петербург) и Европы (Уэльс) (таблицы 3.5 и 3.6).

Таблица 3.5 – Синоптические условия в Санкт-Петербурге, ULLI

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
25.10.2019	1000	Юго-западный, 12		OVC017	10,0 и более
26.10.2019	1001	Западный, 16		SCT030	10,0 и более
27.10.2019	983	Северо-западный, 12	Ливневой дождь, снег	BKN004 BKN016 Сб OVC036	4,6
28.10.2019	992	Западно-северо-западный, 8	Ливневой дождь	BKN005 BKN015 Сб OVC033	10,0 и более
29.10.2019	1009	Северный, 6	Снег	SCT023 BKN040	10,0 и более

- давление понижалось до значения 983 гПа;

- наибольшая скорость ветра фиксировалась 26 октября 16 м/с;
- 27-29 числа выпадали осадки в виде ливневого дождя и снега;
- облачность наблюдалась на протяжении всего времени действия тропического циклона, 25.10, 27.10-28.10 – кучево-дождевая, 27.10-28.10 также сплошная;
- 27 октября зафиксировано снижение видимости – 4,6 км;

Таблица 3.6 – Синоптические условия в Уэльсе, EGFF

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
25.10.2019	997	Юго-юго-западный, 14		BKN016 OVC024	10,0 и более
26.10.2019	996	Юго-западный, 14	Дождь	BKN013 OVC017	10,0 и более
27.10.2019	1010	Северо-западный, 4		NSC	10,0 и более
28.10.2019	1015	Востоко-северо-восточный, 11		NSC	10,0 и более
29.10.2019	1014	Востоко-северо-восточный, 14		NSC	10,0 и более

- скорость ветра достигала 14 м/с;
- 26 октября был зафиксирован дождь;
- 25.10 и 26.10 наблюдалась сплошная облачность;

Pablo – среднее барическое образование, 28 октября (P=973 гПа) прослеживался до высоты 5 км (рис. 3.10), 26.10-28.10 на высотной карте АТ-500 наблюдалось сохранение давления, что свидетельствует о том, что циклон в скором времени разрушится и не будет виден выше 5 км.

Init: Mon,28OCT2019 00Z 850 hPa Geopot. (gpm) und Temperatur (°C) Valid: Mon,28OCT2019 00Z

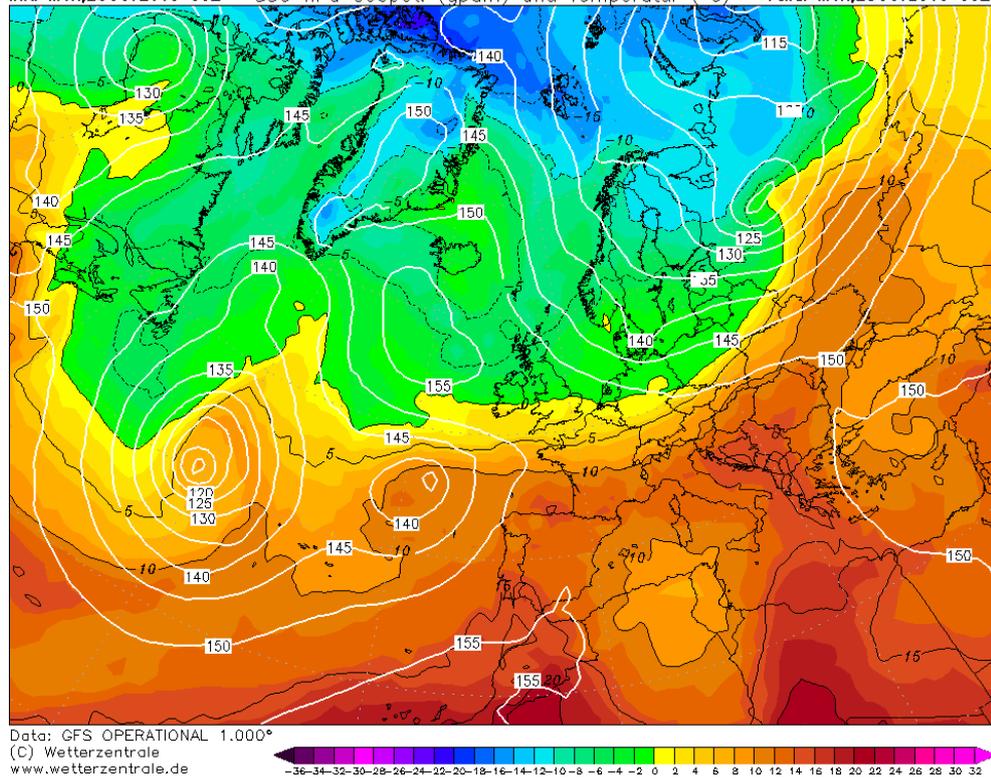


Рисунок 3.9 – Карта АТ-850 28.10.2019 00 UTC

Init: Mon,28OCT2019 00Z 500 hPa Geopot. (gpm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Mon,28OCT2019 00Z

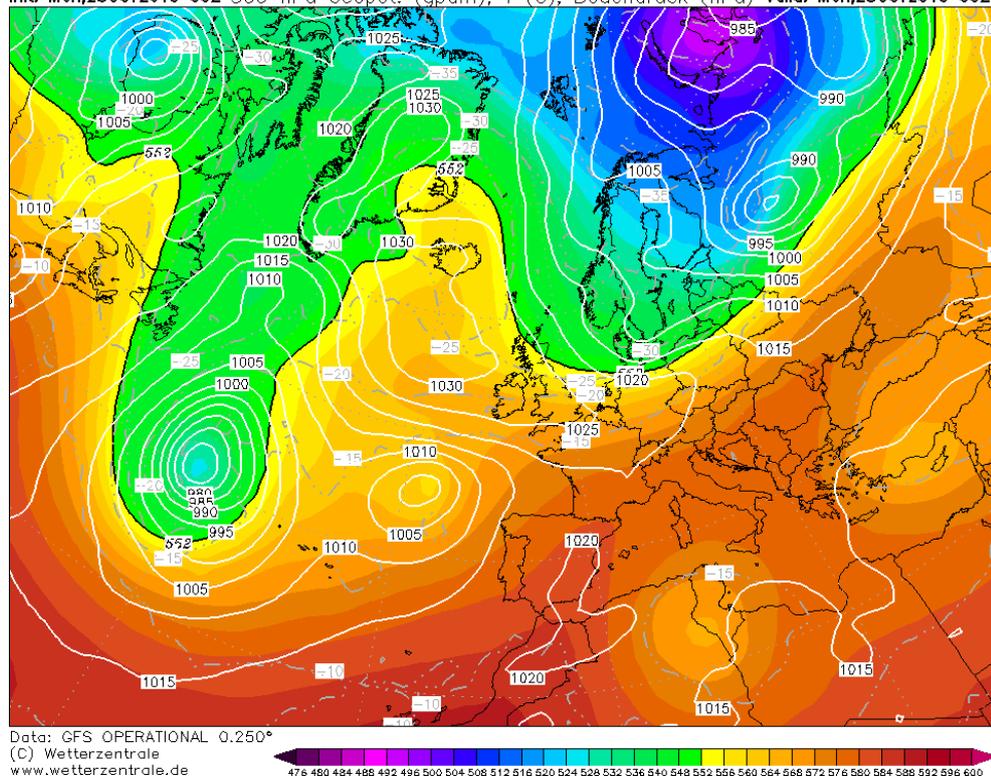


Рисунок 3.10 – Карта АТ-500 28.10.2019 00 UTC

Theta 11.11.2020-17.11.2020

Тропический циклон Theta впервые был зафиксирован 11 ноября 2020 года на юго-западе штата Массачусетс, его давление составляло 989 гПа. Заполняясь, он двигался на северо-восток в сторону Ньюфаундленда, а далее на юго-восток (P=990 гПа), 16 числа циклон резко повернул на северо-восток и остановился на западе Испании, давление к тому моменту составило 1018 гПа.

В районе Гренландии с 11.10 действовал внетропический североатлантический циклон (P=985 гПа). Углубляясь, он двигался, огибая Исландию по южному берегу, 13 числа повернул на северо-восток и двигался в том же направлении, 16 ноября был зафиксирован последний раз, его давление составляло 990 гПа (рис. 3.11).

Над Россией в этот период находился антициклон, его центр двигался от Пскова (1035 гПа) на юго-восток к Казани (13.10, давление сохранялось), а потом на северо-восток к Уральским горам (P=1045 гПа) (рис. 3.11).

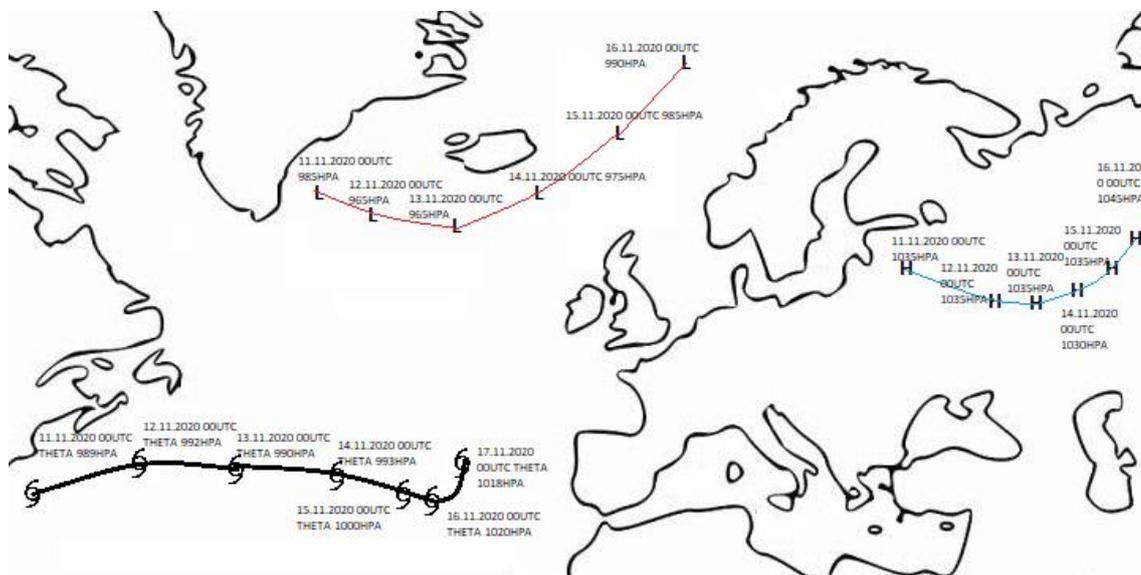


Рисунок 3.11 – Траектория тропического циклона Theta, объединившегося с североатлантическим 11.11.2020-17.11.2020

В пик интенсивности тропического циклона Theta скорость ветра достигала 30 м/с.

Тропический циклон оказал влияние на синоптическую ситуацию России и Скандинавии. Продемонстрируем на примере погоды Санкт-Петербурга и Нурланна в этот период (таблицы 3.7 и 3.8).

Таблица 3.7 – Синоптические условия в Санкт-Петербурге, ULLI

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
10.11.2020	1028	Западо-юго-западный, 2		NSC	7,0
11.11.2020	1027	Западный, 4	Туман, дымка	OVC000	1,2
12.11.2020	1023	Западный, 2	Морось, дымка	OVC003	2,0
13.11.2020	1026	Южный-восточный, 3		OVC012	10,0 и более
14.11.2020	1023	Восточный, 3	Дождь	SCT010 BKN021	10,0 и более
15.11.2020	1023	Юго-юго-восточный, 2		FEW013 SCT035	10,0 и более
16.11.2020	1023	Юго-восточный, 2		SCT020	10,0 и более
17.11.2020	1021	Юго-восточный, 4		OVC016	10,0 и более

В период действия тропического циклона наблюдалось:

- ветер колебался 1-4 м/с;
- 11 ноября наблюдались туман и дымка, 12 ноября – морось и дымка, 14.11 – дождь;
- 11.11-13.11, 17.11 была зафиксирована сплошная облачность;
- ухудшение видимости 11 и 12 ноября до 1,2 и 2 км.

Таблица 3.8 – Синоптические условия в Нурланне, ENBO

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
10.11.2020	1026	Северо-западный, 2		FEW030 SCT035	10,0 и более
11.11.2020	1021	Восточный, 8	Морось	FEW010 SCT018	10,0 и более
12.11.2020	1013	Восточный, 12		NSC	10,0 и более
13.11.2020	1004	Восточный, 17		FEW050 SCT090	10,0 и более
14.11.2020	1002	Восточный, 9		FEW030 SCT050	10,0 и более
15.11.2020	993	Восточный, 8		NSC	10,0 и более
16.11.2020	993	Восточный, 14	Дождь	FEW040 SCT070	10,0 и более
17.11.2020	986	Восточный, 14	Ливневой дождь	FEW018 SCT035	10,0 и более

- скорость ветра росла до 13.11, достигла 17 м/с;
- 11 ноября наблюдалась морось, 16 и 17 числа дождь и ливневой дождь;
- в течении срока наиболее влиятельная облачность была 11.10 (наименьшая ВНГО – 300 м).

Тропический циклон прослеживается до 5 км – среднее барическое образование (рис 3.13).

Init: Fri,13NOV2020 00Z 850 hPa Geopot. (gpm) und Temperatur (°C) Valid: Fri,13NOV2020 00Z

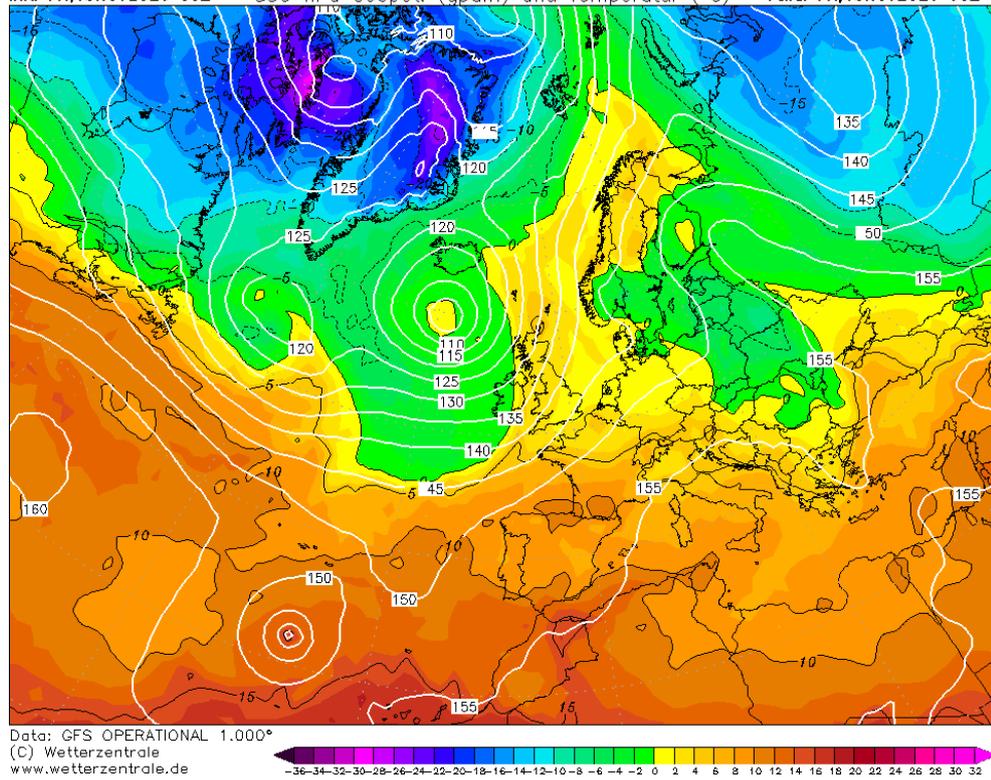


Рисунок 3.12 – АТ-850 13.11.2020 00 UTC

Init: Fri,13NOV2020 00Z 500 hPa Geopot. (gpm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Fri,13NOV2020 00Z

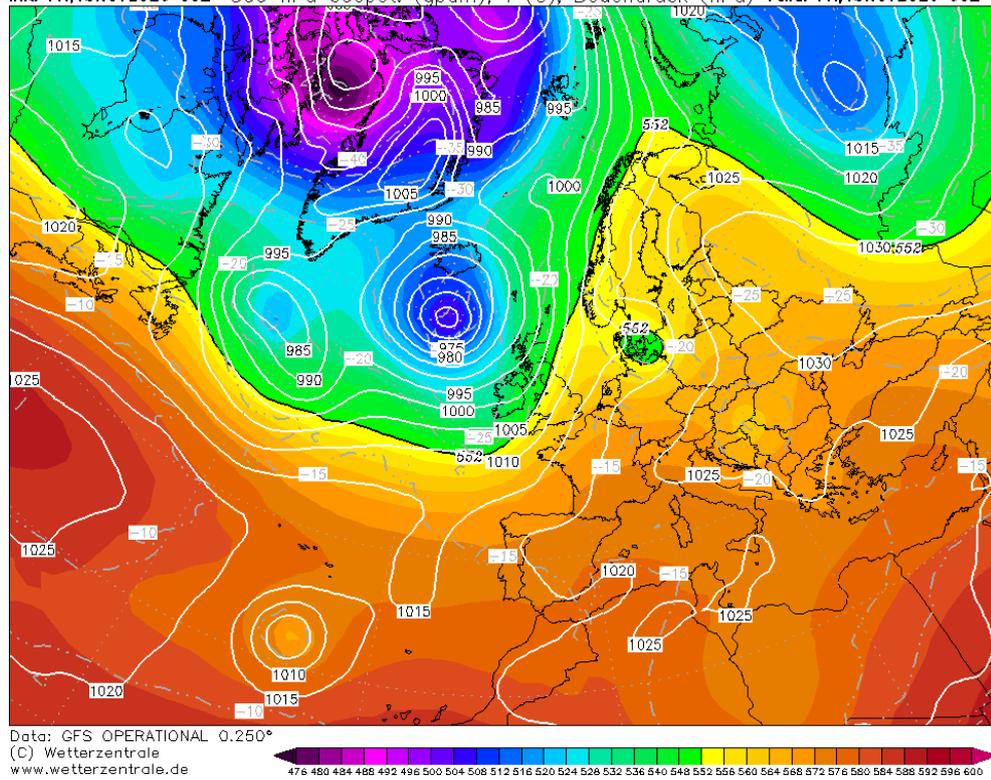


Рисунок 3.13 – АТ-500 13.11.2020 00 UTC

Wanda 1.11.2021-7.11.2021

Тропический циклон впервые наблюдался на юго-западе от штата Массачусетс ($P=990$ гПа), к 2.11 переместился на юг, 2.11-5.11 двигался на северо-восток, 5.11 находился на юго-западе от Ньюфаундленда (давление 1005 гПа), к 6-му ноября наблюдался на юго-западе от положения 5.11, далее повернул на северо-восток и 8.11 заполнился.

На северо-востоке от циклона наблюдался блокирующий антициклон ($P=1025$ гПа), центр которого 1.11-3.11 от берегов Ньюфандленда двигался на юго-восток, к 4 ноября сдвинулся на юг ($P=1030$ гПа), к 6.11 наблюдался у берегов Испании и двигался на юго-запад.

1.11-7.11 над территорией Европы и Скандинавии действовал циклон, подпитываемый тропическим циклоном Wanda. 1 ноября был над Великобританией, давление составляло 975 гПа, 3.11-4.11 наблюдался над Швецией (985 гПа), далее действовал над Калининградом (5.11), в последующие дни двигался на северо-восток.

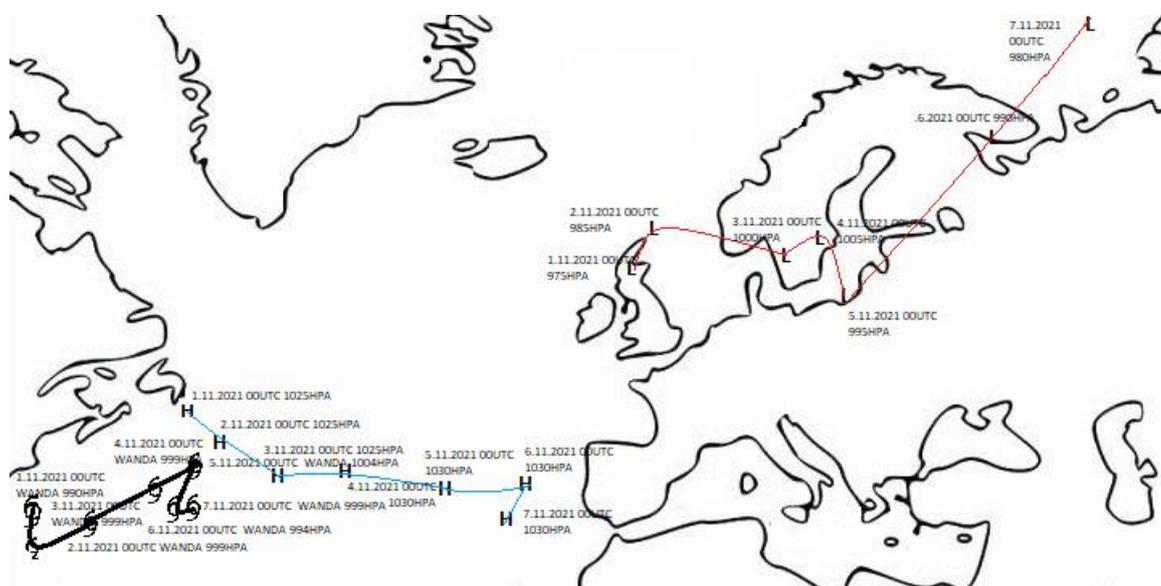


Рисунок 3.14 – Траектория тропического циклона Wanda, объединившегося с североатлантическим 1.11.2021-7.11.2021

На пике своего развития на северо-востоке США шторм оставил без электричества более 617 000 потребителей на северо-востоке Соединенных Штатов, и в результате шторма погибли по меньшей мере два человека.

Фактическая погода России (Санкт-Петербург) и Европы (Уэльс) (таблицы 3.9 и 3.10).

Таблица 3.9 – Синоптические условия в Санкт-Петербурге, ULLI

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
31.10.2021	1012	Южный, 2		NSC	10,0 и более
1.11.2021	1012	Восточный, 4	Поземный туман, дымка	NSC	3,4
2.11.2021	1013	Юго-юго-восточный, 4	Дымка	OVC000	1,8
3.11.2021	1005	Юго-восточный, 7	Ливневой дождь	SCT011 BKN017 Сб OVC027	5,0
4.11.2021	1005	Юго-восточный, 4	Морось	OVC006	3,1
5.11.2021	996	Юго-юго-запада, 16	Ливневой дождь	SCT007 BKN017 Сб OVC043	5,0
6.11.2021	995	Западный, 11	Ливневой дождь	FEW030 BKN015 Сб OVC036	10,0 и более
7.11.2021	999	Западный, 10	Ливневой дождь	SCT017 Сб OVC033	9,0

- увеличение скорости ветра 31.10 – 1.11 с 2 до 34 м/с, максимум был достигнут 5.11 – 16 м/с;

- на аэродроме и вблизи него наблюдалось: 1.11 поземный туман и дымка, 2.11 – дымка, в последующие дни: 4.11 – морось, 3.11, 5.11-7.11 – ливневой дождь;

- сплошная облачность фиксировалась 2.11-7.11, кучево-дождевая 3.11, 5.11-7.11;

- видимости ухудшалась до 1,8 км.

Великобритания, EGFF:

Таблица 3.10 – Синоптические условия в Уэльсе, EGFF

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
31.10.2021	989	Юго-восточный, 5		FEW025	10,0 и более
1.11.2021	982	Западный, 12	Дождь	FEW024 Сь BKN031 BKN044	3,9
2.11.2021	989	Западо-северо-западный, 3		Сь	10,0 и более
3.11.2021	994	Северо-северо-западный, 2		NSC	10,0 и более
4.11.2021	1005	Северо-северо-западный, 3		BKN035	10,0 и более
5.11.2021	1015	Северо-западный, 2		NSC	10,0 и более
6.11.2021	1021	Запада, 5		FEW012 BKN022 OVC030	10,0 и более
7.11.2021	1014	Западо-северо-западный, 7		NSC	10,0 и более

- усиление ветра 31.10 -1.11 с 5 до 12 м/с, 2.11-5.11 наблюдались значения 2-3 м/с, далее скорость увеличивалась и 7.11 – 7 м/с;

-понижение ВНГО, появление кучево-дождевой облачности 1-2 ноября, сплошной – 6 числа;

- ухудшение видимости 31.10 -1.11 с 10 до 3,9 км;

- выпадение осадков – дождя (1.11).

Тропический циклон прослеживается до 5 км, в период 2-4 ноября на высотной карте давление сохранялось, можно сделать вывод, что Wanda среднее барическое образование (рис 3.16)

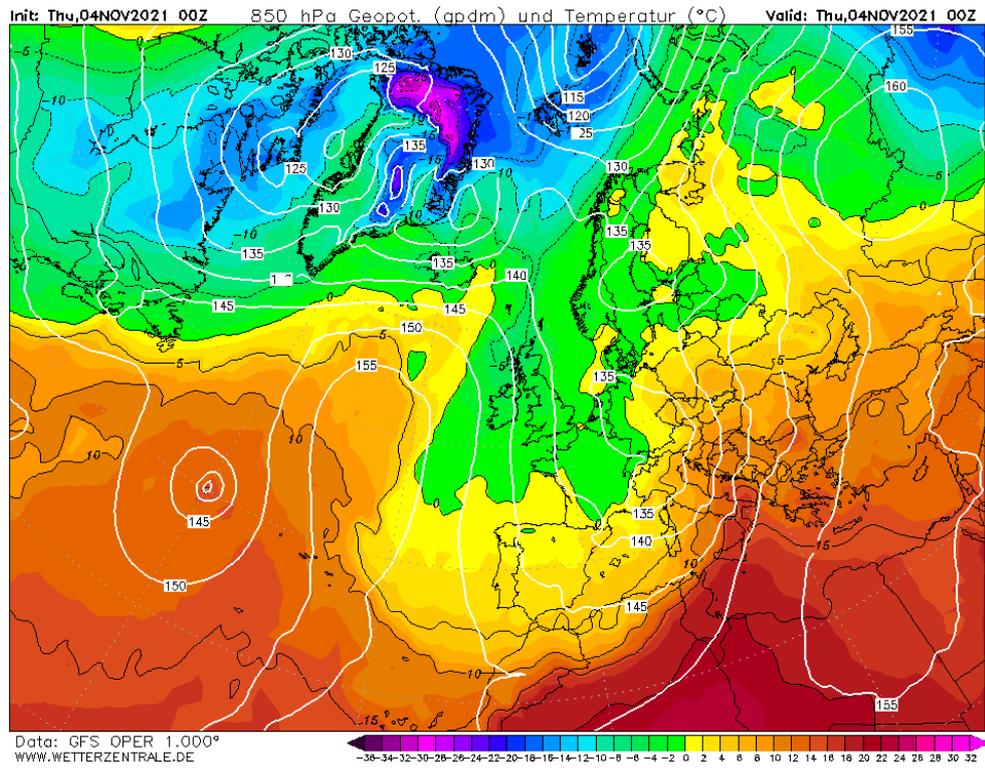


Рисунок 3.15 – АТ-850 4.11.2021 00 UTC

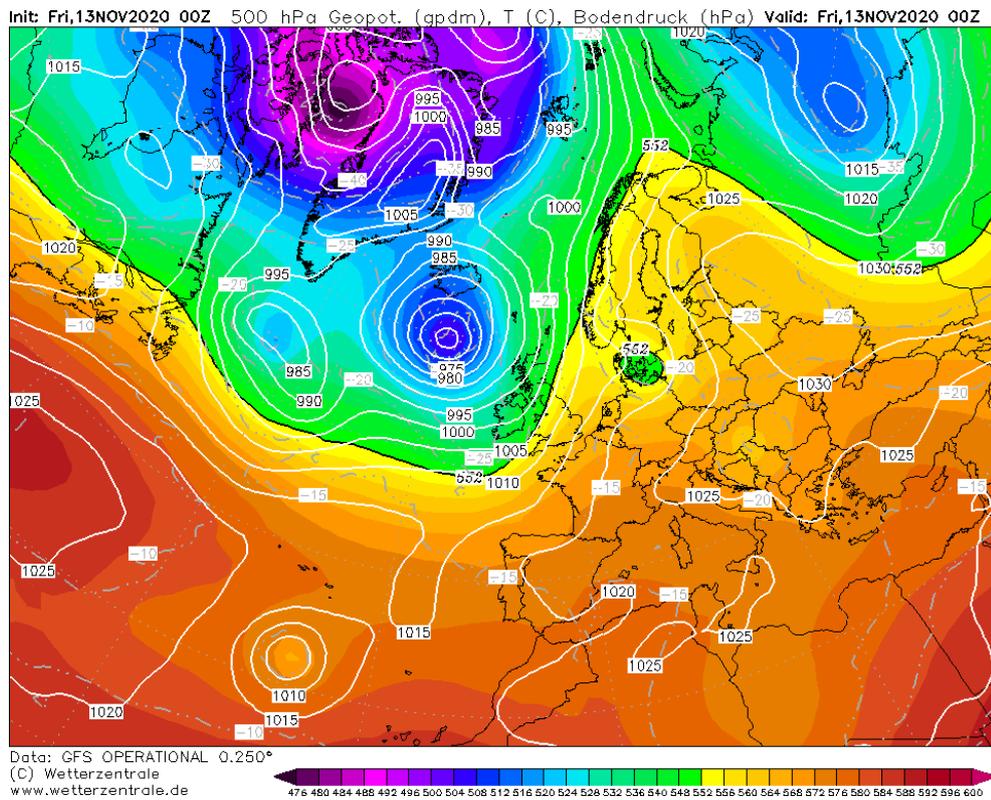


Рисунок 3.16 – АТ500 4.11.2021 00 UTC

Margot 13.09.2023-22.09.2023

Тропический циклон Margot появился над Северной Атлантикой 13 сентября 2023 года на юго-западе от штата Массачусетс, его давление составляло 977 гПа, к 14 числу, углубившись на 6 гПа, барическое образование двигалось на северо-восток, до 15 сентября сохранял траекторию, заполнился на 7 гПа. Далее повернул на юго-запад, потом на северо-запад, сохраняя тенденцию на увеличение давления. 18-20 сентября двигался на восток и к окончанию своего действия плавно сместился на положение южнее 20.09.2023.

В районе Великобритании действовал циклон, подпитываемый тропическим циклоном Margot, он устойчиво двигался на северо-восток, углубившись с 13 до 15 сентября на 11 гПа. 16 и 17 сентября фиксировалось давление 1003 и 1007 гПа соответственно. Далее до 20 числа барическое образование углубилось на 17 гПа.

В этот период действовал антициклон, центр которого смещался от западных берегов Франции к Москве (Россия). Траектория его движения 13.09-17.09 лежала на северо-восток. Давление к 16 числу возросло от 1020 до 1025 гПа, сохраняясь до 17 числа. К 19 сентября центр барического образования сдвинулся на юго-восток к Казани (P=1020 гПа). Двигалось до окончания срока на северо-восток, сохраняя давление.

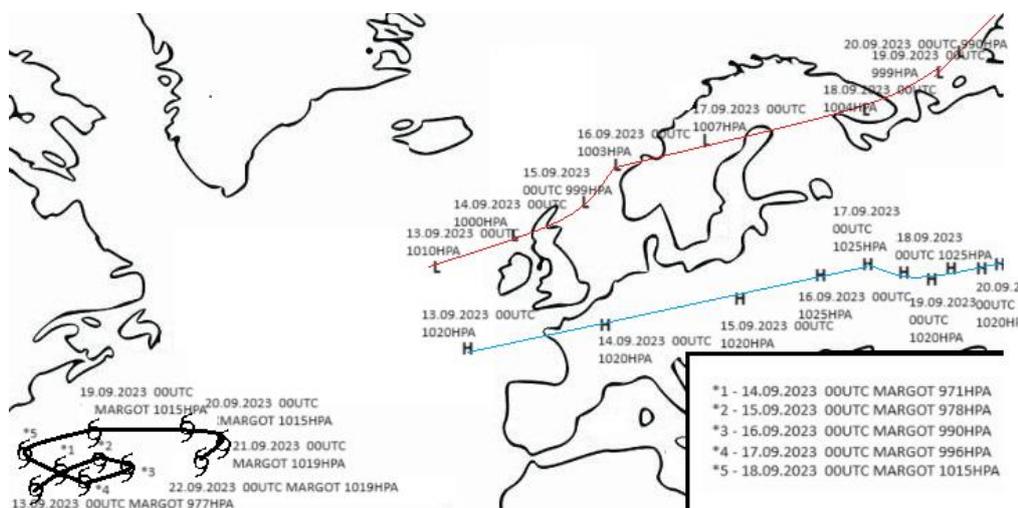


Рисунок 3.17 – Траектория тропического циклона Margot, объединившегося с североатлантическим 13.09.2023-22.09.2023

По состоянию на 20 сентября в тропическом циклоне скорость ветра достигала 18 м/с и не представлял угрозы для суши.

Фактическая погода России (Санкт-Петербург) и Европы (Фарнборо) (таблицы 3.11 и 3.12).

Таблица 3.11 – Синоптические условия в Санкт-Петербурге, ULLI

Дата, время (00 UTC)	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
12.09.2023	1010	Южный, 2		NSC	10,0 и более
13.09.2023	1009	Южный, 4		NSC	10,0 и более
14.09.2023	1006	Южный, 3		NSC	10,0 и более
15.09.2023	1012	Северо-северо-западный, 3		NSC	10,0 и более
16.09.2023	1021	Штиль	Туман	NSC	5,0
17.09.2023	1018	Южный, 2		NSC	10,0 и более
18.09.2023	1013	Западно-северо-западный, 7		FEW036	10,0 и более
19.09.2023	1014	VRB, 1	Дымка	NSC	10,0 и более
20.09.2023	996	Юго-юго-западный, 4	Ливневой дождь	BKN020 Cb BKN 022	9,0
21.09.2023	1002	Западно-юго-западный, 4	Ливневой дождь	SCT013 OVC030	10,0 и более
22.09.2023	1011	Южный, 4		NSC	10,0 и более

- с начала срока фиксировалось увеличение скорости ветра до 4 м/с, далее колебание 2-3 м/с до 17.09 и максимум 18 сентября – 7 м/с, минимум 19 числа – 1 м/с;
- 16 сентября на территории аэродрома и вблизи наблюдался туман, 19 – дымка, 20 и 21 числа – ливневой дождь;
- облачность опускалась до 390 метров 21 сентября;
- наблюдалось уменьшение видимости до 5 км 16 сентября.

Таблица 3.12 – Синоптические условия в Фарнборо, EGLF

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
12.09.2023	1003	Западно-юго-западный, 2		SCT040	10,0 и более
13.09.2023	1007	Северо-восточный, 3	Морось	BKN008 BKN024	10,0 и более
14.09.2023	1012	Юго-западный, 1		BKN030	10,0 и более
15.09.2023	1008	Юго-западный, 2		NSC	10,0 и более
16.09.2023	1002	Юго-западный, 3		NSC	10,0 и более
17.09.2023	1004	Востоко-северо-восточный, 4		NSC	10,0 и более
18.09.2023	993	Восточный, 4	Дождь	FEW020	4,3
19.09.2023	998	Юго-западный, 5		FEW021	10,0 и более
20.09.2023	994	Юго-западный, 8		BKN014 OVC026	10,0 и более
21.09.2023	986	Юго-западный, 5		NSC	10,0 и более
22.09.2023	986	Юго-западный, 2	Дымка	NSC	2,5

- ветер колебался 1-3 м/с, за исключением 20 числа, когда фиксировалось 8 м/с;
- 13.09 наблюдалась морось, 18.09 – дождь, 22.09 – дымка;
- наименьшая ВНГО 13 числа – 240 метров;
- минимум видимости – 2,5 км – 22.09.

Тропический циклон Margot 15 сентября (P=978 гПа) – в пик своего развития прослеживался до высоты 5 км (карта АТ-500) (рис. 3.19), в период 13.09.2023-15.09.2023 давление сохраняло свое значение на высотной карте, из чего можно сделать, что с большой вероятностью оно доходило выше высоты 5 км – высокое барическое образование.

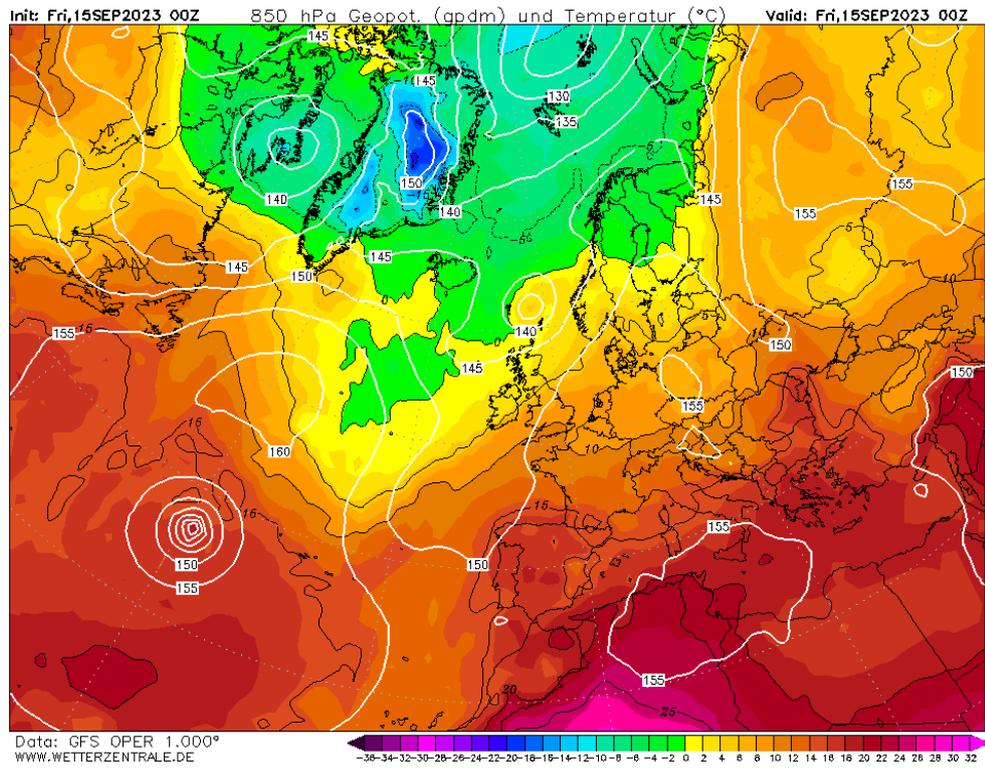


Рисунок 3.18 – АТ-850 15.09.2023 00 UTC

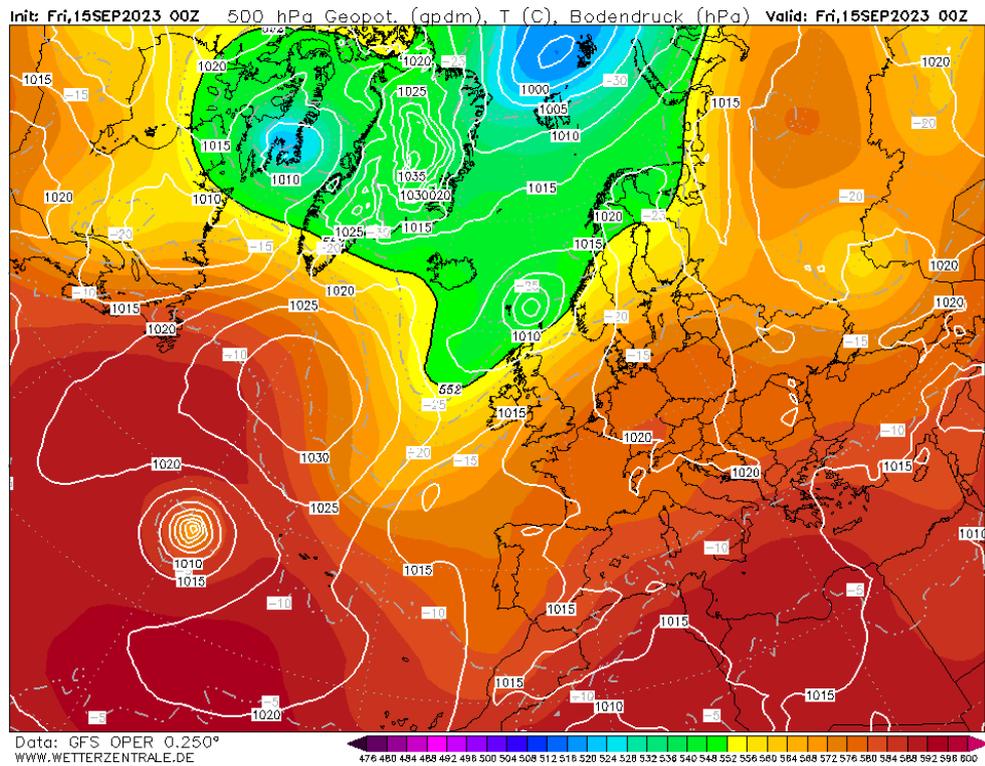


Рисунок 3.19 – АТ-850 15.09.2023 00 UTC

Lee 18.09.2023-22.09.2023

Тропический циклон начал свое действие 18 сентября 2023 года над Северной Атлантикой. Впервые был зафиксирован над западными берегами Ньюфаундленда, давление составляло 995 гПа. Его траектория лежала на северо-восток, давление сохранялось до 20 сентября, 21 фиксировалась уменьшение на 20 гПа по сравнению с значением в начале жизненного цикла. К 22 числу Lee заполнился на 10 гПа.

В этот период действовал внетропический циклон в районе Исландии, который подпитывался энергией от тропического образования. 18 сентября он находился у юго-западных берегов Исландии ($P=980$), далее двигался, огибая южный берег Исландии на северо-восток, сохранял значение давления. К 22.09 заполнился на 10 гПа.

Над Россией находился блокирующий антициклон, центр которого в начале срока находился над Москвой ($P=1025$ гПа), в течении суток переместился на северо-восток, давление уменьшилось на 5 гПа. Значение сохранялось до 20 сентября, в то время как барическое образование двигалось на юго-восток от положения 19.09. 21 сентября действовал над Челябинском. К 22.09 сменил траекторию и стал двигаться на запад, где его давление составляло 1025 гПа.

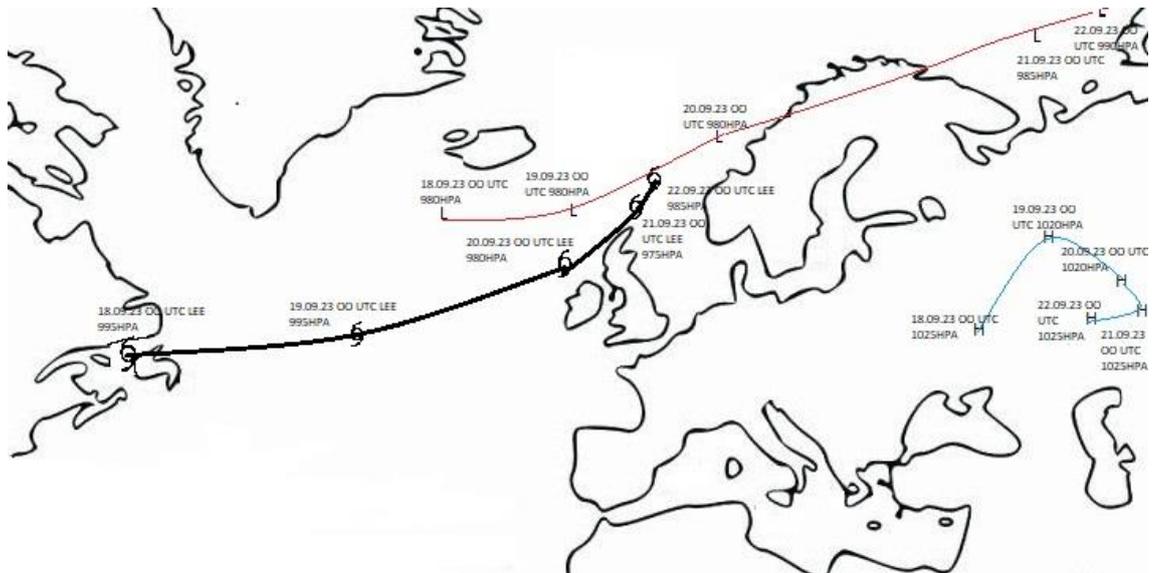


Рисунок 3.20 – Траектория тропического циклона Lee, объединившегося с североатлантическим 18.09.2023-22.09.2023

Тропический циклон Lee обрушился на Новую Шотландию, Ньюфаундленд и Лабрадор, на юге Северной Атлантики. Позже принес дожди и штормовые ветра в некоторые районы Великобритании и Ирландии. Волны, вызванные Lee, вызвали сильный прибой и разрывные течения вдоль всего атлантического побережья Соединенных Штатов. Сильный ветер с порывами ураганной силы вызвал обширные перебои в подаче электроэнергии в американском штате Мэн и в канадских провинциях Нью-Брансуик и Новая Шотландия.

Фактическая погода России (Санкт-Петербург) и Европы (Уэльс) (таблицы 3.13 и 3.14).

Таблица 3.13 – Синоптические условия в Санкт-Петербурге, ULLI

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
17.09.2023	1018	Южный, 2		NSC	10,0 и более
18.09.2023	1018	Западно-северо-западный, 10		BKN036	10,0 и более
19.09.2023	998	Южный, 11		FEW035	10,0 и более
20.09.2023	998	Юго-западный, 15		SCT025 Сь BKN040	10,0 и более
21.09.2023	1004	Западно-юго-западный, 8		BKN011	10,0 и более
22.09.2023	1011	Южный, 10		FEW036	10,0 и более

- с начала срока фиксировалось увеличение скорости ветра до 15 м/с;
- 21.09 высота нижней границы облачности разорванной облачности опускалась до 330 метров.

Таблица 3.14 – Синоптические условия в Инвернесе, EGPE

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
17.09.2023	1019	Штиль	Дымка	NSC	1,1
18.09.2023	988	Западный, 10	Ливневой дождь	FEW011 SCT028	10,0 и более
19.09.2023	984	Юго-западный, 13		FEW022 SCT035	10,0 и более
20.09.2023	976	Юго-юго-западный, 21	Ливневой дождь	FEW020 SCT034	10,0 и более
21.09.2023	979	Юго-юго-западный, 21	Ливневой дождь	FEW015 SCT030	10,0 и более
22.09.2023	992	Юго-западный, 5	Ливневой дождь	FEW012 SCT030	10,0 и более

- с началом действия барического образования скорость ветра возросла на 10 м/с, к 20 числу достигла 21 м/с;
- 17.09 фиксировалась дымка, 18, 20-22 сентября – ливневой дождь;
- наименьшая ВНГО наблюдалась 18.09 – 330 м.

Тропический циклон высокое барическое образование, 18 сентября (P=995 гПа) – в пик своего развития прослеживался до высоты 5 км (карта АТ-500) (рис. 3.22) и 16-18 сентября на высотной карте наблюдалось углубление, что свидетельствует о том, что барическое образование могло достигать и большей высоты.

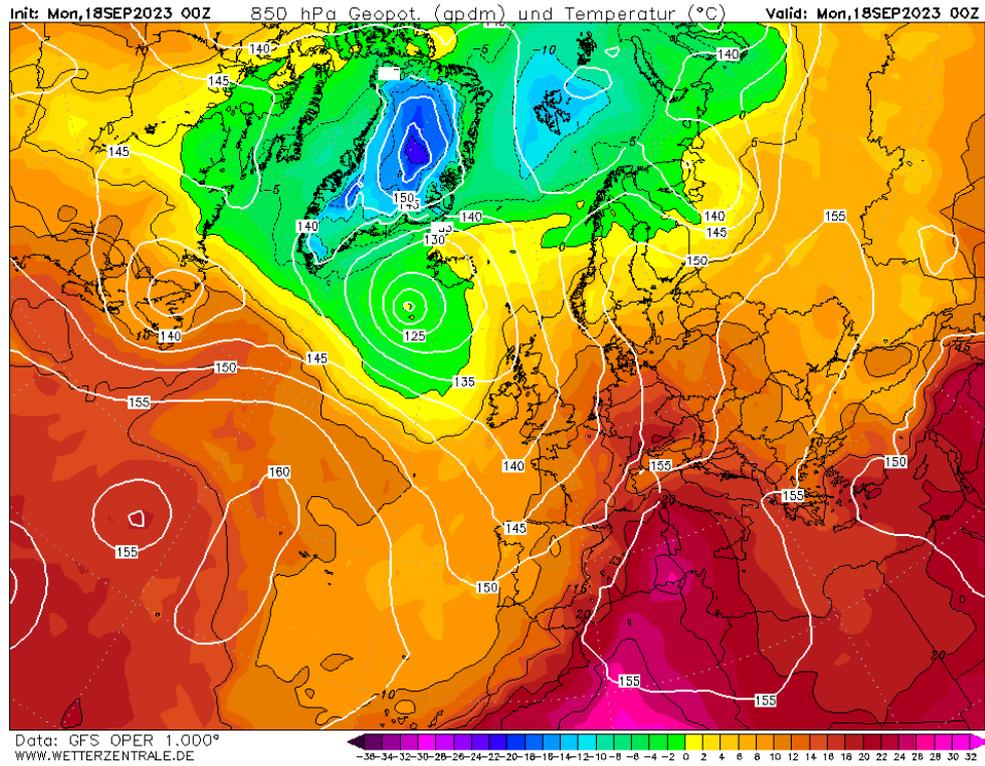


Рисунок 3.21 – АТ-850 18.09.2023 00 UTC

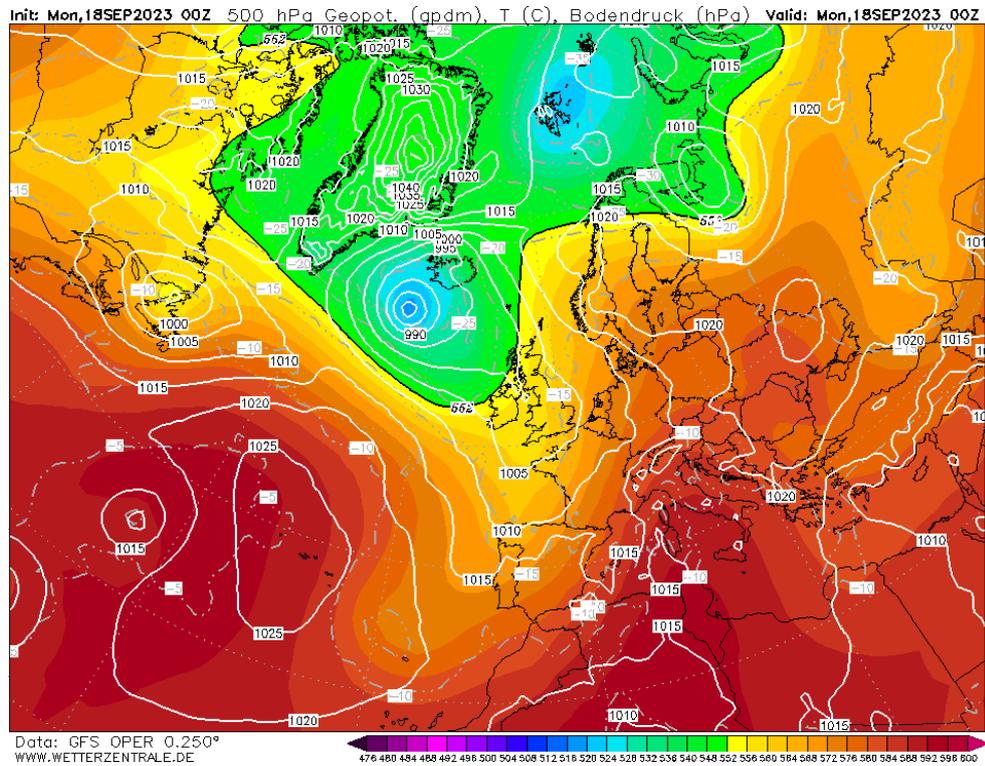


Рисунок 3.22 – АТ-500 18.09.2023 00 UTC

Nigel 21.09.2023-25.09.2023

Тропический циклон действовал в период 21-25 сентября 2023 года над водами Северной Атлантики. Появившись на юго-западе от штата Массачусетс ($P=973$), двигался на северо-восток. К 23 числу заполнился на 12 гПа. В течении следующих суток вновь углубился (на 15 гПа), приближался к внетропическому циклону и далее произошло объединение этих двух структур.

В срок наблюдений фиксировался внетропический циклон, перемещающийся от северо-восточных берегов Ньюфаундленда. Он углубился на 35 гПа с 21 до 24 сентября. Далее давление увеличилось на 5 гПа и барическое образование начало двигаться к восточным берегам Великобритании.

Над территорией России стоял блокирующий антициклон ($P=1025$). С наступлением циклона он смещался на запад. К окончанию срока давление составляло 1030 гПа.



Рисунок 3.23 – Траектория тропического циклона Nigel, объединившегося с североатлантическим 21.09.2023-25.09.2023

Фактическая погода России (Мурманск) и Европы (Уэльс) (таблицы 3.15 и 3.16).

Таблица 3.15 – Синоптические условия в Мурманске, ULMM

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
20.09.2023	991	Восточный, 3	Ливневой дождь	BKN020 Сб	10,0 и более
21.09.2023	989	Западно-северо-западный, 2	Ливневой дождь	BKN016 Сб	10,0 и более
22.09.2023	998	Южный, 9		BKN021 Сб	10,0 и более
23.09.2023	989	Южный, 11		BKN030 Сб	10,0 и более
24.09.2023	991	Северный, 4	Ливневой дождь	BKN007 BKN018 Сб	4,6
25.09.2023	1008	Юго-западный, 5	Ливневой дождь	FEW012 SCT030	10,0 и более

- скорость ветра достигала 11 м/с;
- 20.09-21.09 и 24.09-25.09 наблюдался ливневой дождь;
- 20-24 сентября фиксировалась кучево-дождевая облачность;
- наименьшая видимость – 4,6 км – 24.09.

Таблица 3.16 – Синоптические условия в Уэльсе, EGFF

Дата	Давление, гПа	Направление ветра, м/с	Явления погоды	Облачность	Видимость, км
20.09.2023	992	Юго-западный, 7		BKN013 OVC021	10,0 и более
21.09.2023	987	Западно-юго-западный, 7		BKN029 BKN036	10,0 и более
22.09.2023	988	Северный, 3		NSC	10,0 и более
23.09.2023	1003	Западно-северо-западный, 4		NSC	10,0 и более
24.09.2023	1008	Южный, 6	Дождь	BKN013 OVC018 Сб	3,7
25.09.2023	1004	Западный, 5		SCT017	10,0 и более

- 24 сентября наблюдался дождь;
- так же 24 числа фиксировалась облачность с наименьшей ВНГО – 390 м, сплошная и кучевые мощные большой вертикальной протяженности.

Тропический циклон *Nigel* – высокое барическое образование, 23 сентября (P=985 гПа) – в пик своего развития прослеживался до высоты 5 км (карта АТ-500) (рис. 3.24), так же, в период 21-23 сентября на высотной карте наблюдалось

углубление барического образования, что говорит о том, что тропический циклон мог достигать больших высот.

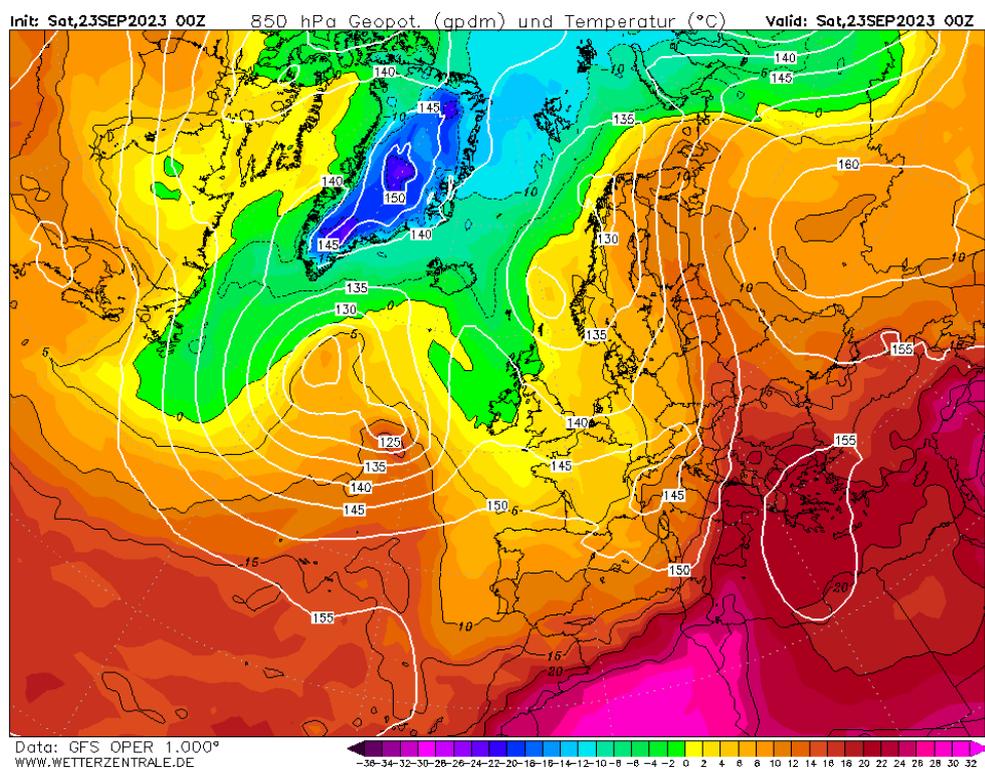


Рисунок 3.24 – АТ-850 23.09.2023 00 UTC

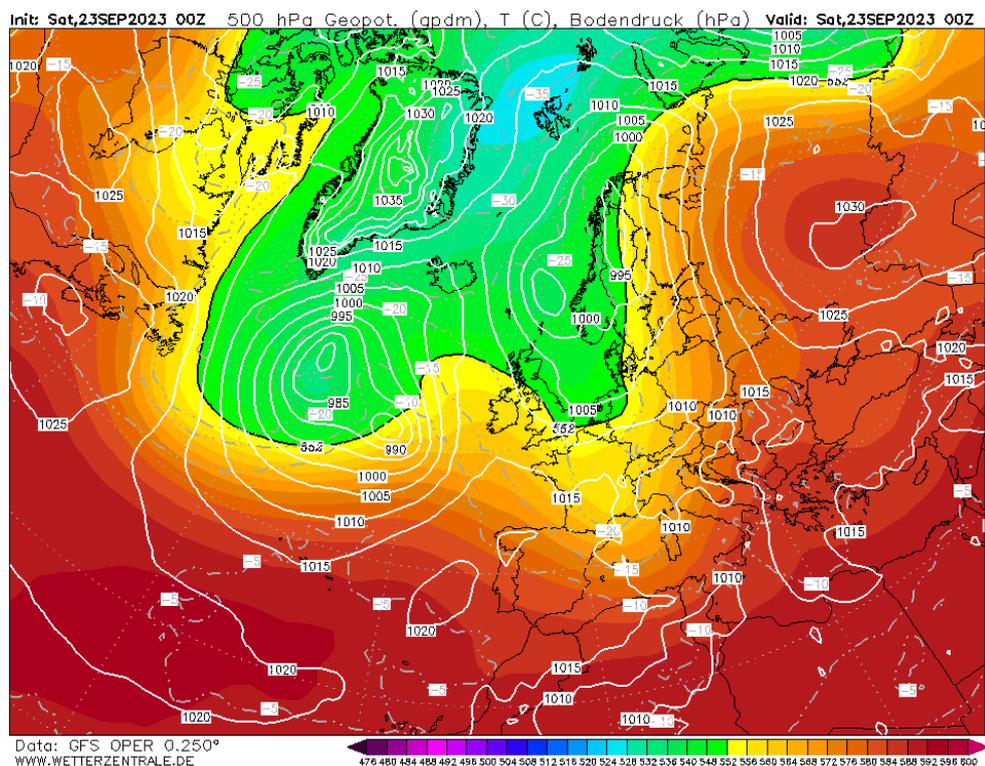


Рисунок 3.25 – АТ-500 23.09.2023 00 UTC

На основании проанализированных синоптических ситуаций была составлена таблица 3.17, содержащая статистические данные об *особых* случаях в период октябрь 2017 г. – сентябрь 2023 г. за каждые 24 ч.

Определялось дата появления тропического циклона над просторами Северной Атлантики, его название, минимальное давление, дата объединения одними изобарами с североатлантическим образованием, данные о минимальном давлении и опасных явлениях, принесенных барическими образованиями на территорию Скандинавии, Европы и европейскую территорию России.

Таблица 3.17 - Статистические данные о тропических циклонах, трансформировавшихся в североатлантические в период октябрь 2017 г. – сентябрь 2023 г.

Дата	Название	Р мин. в центре тр. циклона, гПа	Дата объединения одними изобарами с североатлантическим циклоном	Р мин. в центре североатлантического циклона, гПа	Наблюдаемое опасное явление (ff/WW/C/VV)
15.09.2018	Helene	980	17.09.2018	985	11 м/с, SCT032, 5 км (Псков, ULOO)
					15 м/с, BKN020 Сб (Дублин, EIDW)
1.10.2018	Oscar	960	3.10.2018	970	11 м/с, морось, OVC006 Сб (СПб, ULLI)
					12 м/с, OVC012 Сб (Уэльс, EGFF)
7.09.2019	Dorian	960	11.09.2019	980	10 м/с, туман, 0,4 км (СПб, ULLI)
					13 м/с, ливневой дождь (Дублин, EIDW)
21.09.2019	Humberto	980	23.09.2019	985	13 м/с, морось, 4 км (Дублин, EIDW)
25.11.2019	Sebastien	970	27.11.2019	980	17 м/с, дождь, морось, 1,8 км (Дублин, EIDW)
16.09.2020	Paulette	980	22.09.2020	985	13 м/с, дождь, OVC017 Сб (СПб, ULLI)
					20 м/с, дождь (Хельсинки, EFHK)
11.09.2021	Larry	958	13.09.2021	975	11 м/с (Уэльс, EGFF)
					17 м/с, ливневой дождь, 5 км (СПб, ULLI)
4.10.2021	Sam	965	6.10.2021	970	Морось, дымка, OVC002 Сб, 1,8 км (Осло, ENGM)
					15 м/с (СПб, ULLI)

Продолжение таблицы 3.17

2.09.2022	Danielle	976	8.09.2022	980	Туман, дымка, 0,9 км (Псков, ULOO)
					16 м/с, дождь, 3 км (Дублин, EIDW)

Тропические циклоны формировались на юге Североатлантического океана. Траектории перемещения внетропических циклонов Северной Атлантики, а также тропических циклонов, сформированных в тот же период, были направлены на северо-восток (рис. 3.26 и рис. 3.27).

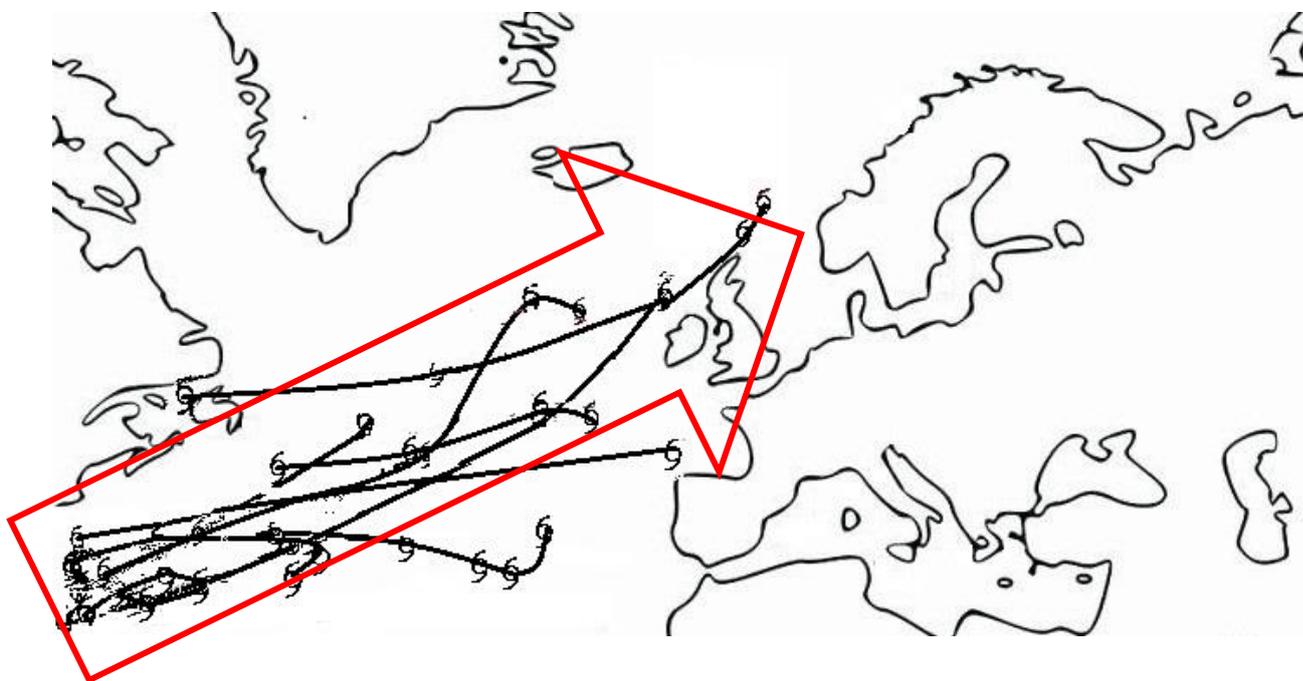


Рисунок 3.26 – Преобладающая траектория тропических циклонов в период 2017-2023 гг.

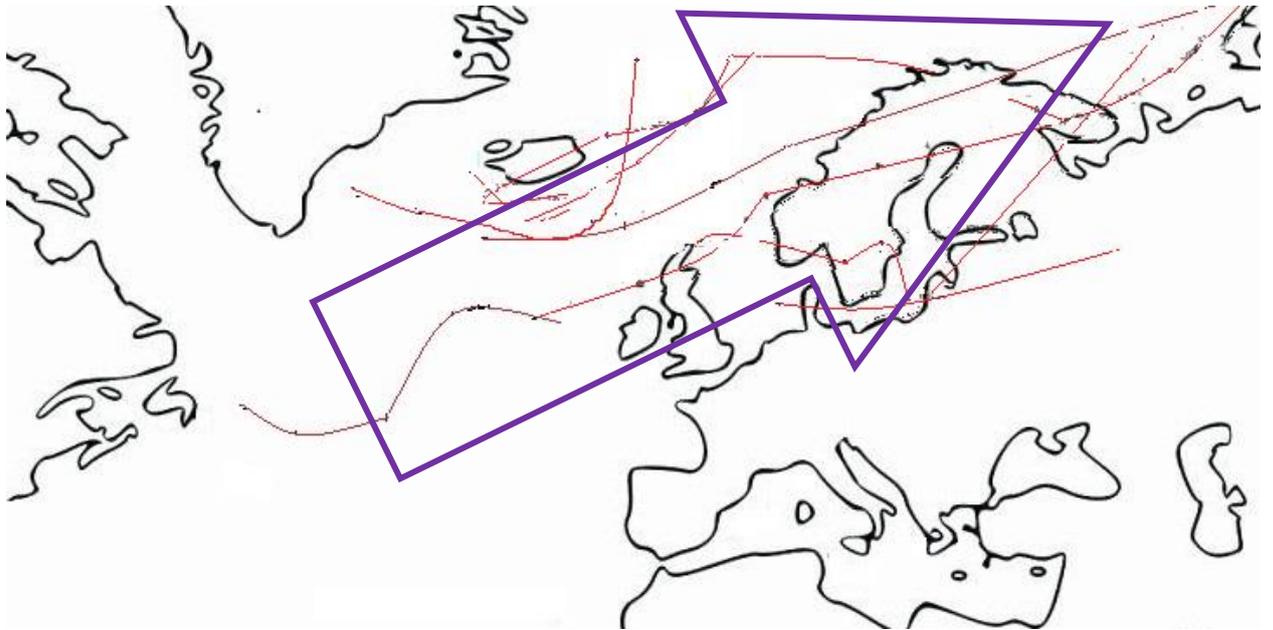
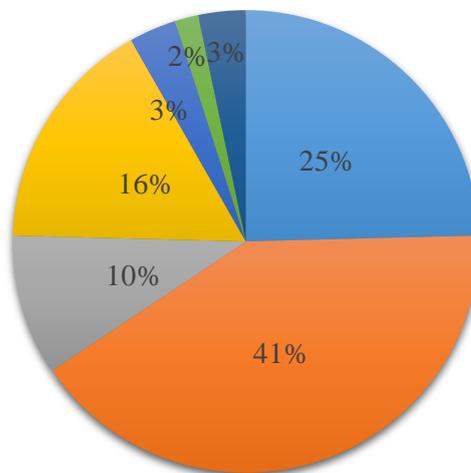


Рисунок 3.27 – Преобладающая траектория североатлантических циклонов в период 2017-2023 гг.

Наиболее часто встречающиеся явления, сопровождающие осенне-зимние циклоны Северной Атлантики 2017-2023 гг.:



■ Дождь ■ Ливневой дождь ■ Морось ■ Дымка ■ Туман ■ Поземный туман ■ Снег

Рисунок 3.28 – Характер явлений, сопровождающих циклоны Северной Атлантики 2017-2023 гг., на территории европейской части России, Европы и Скандинавии

- ливневой дождь – повторяемость 41%;
- дождь – 25%;

- дымка – 17%;
- морось – 10%;
- туман, поземный туман и снег – повторяемость менее 5%.

В период действия барических образований фиксировались скорости ветра:

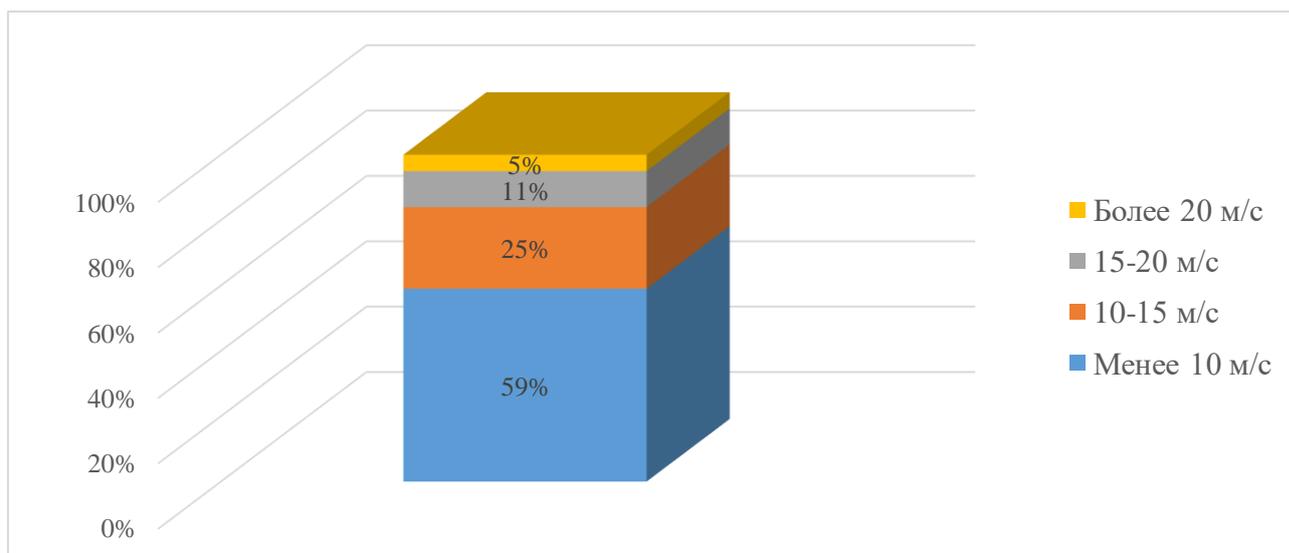


Рисунок 3.29 – Скорости ветра

- скорость ветра менее 10 м/с наблюдалось в 59% случаев;
- 10-15 м/с – 25%;
- 15-20 м/с – 11%;
- более 20 м/с – 5%.

Заключение

В результате выпускной квалификационной работы была собрана и обработана синоптическая информация из открытых интернет-источников о погоде Скандинавии, Европы и европейской территории России. Далее был произведен анализ синоптической ситуации в выбранных регионах, и оценка влияния барических образований. Построено и рассмотрено перемещение и эволюция североатлантических циклонов, а также тропических циклонов и окружающих их барических образований в осенне-зимний период 2017-2023 гг.

Анализируя данные, можно сделать некоторые выводы:

1. В выпускной квалификационной работе было рассмотрено 8 случаев, когда внетропические циклоны Северной Атлантики в процессе своего развития объединялись в одну изобару с приближающимися к ним с юга тропическими циклонами, вследствие тропические циклоны «подпитывали» своей энергией североатлантические циклоны, способствуя их регенерации и дальнейшему существованию.
2. Исследуемые *особенные* ситуации, когда внетропические циклоны Северной Атлантики в процессе своего развития объединялись в одну изобару с приближающимися к ним с юга тропическими циклонами, таким образом тропические циклоны «подпитывали» своей энергией североатлантические циклоны, способствуя их регенерации и дальнейшему существованию, а также влиянию на погоду западной части Европы, Скандинавии и европейской части России, в большинстве случаев встречались в переходный период года – осень.
3. Наиболее часто встречающиеся явления, сопровождающее осенне-зимние циклоны Северной Атлантики октябрь 2017 г. – сентябрь 2023 г. – ливневой дождь, его повторяемость 41%, далее дождь (25%), дымка (17%), морось (10%), туман, снег и поземный туман – менее 5%. Скорости ветра достигали 10-15 м/с в 25% случаев, 15-20 м/с – 11% и более 20 м/с в 5%.

4. Преобладающая траектория внетропических циклонов Северной Атлантики, а также тропических циклонов, сформированных в тот же период, лежала с юга на северо-восток.

Список литературы

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Ленинград. Гидрометеиздат; 1991 г. 616 с.
2. Воробьев В.И. Основные понятия синоптической метеорологии. Учебное пособие. СПб. РГГМУ; 2003 г. 48 с.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. Москва. Издательство московского Университета; 2006 г. 584 с.
4. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Гидрометеиздат; 1977 г. 711 с.
5. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. Владивосток. ДВГУ; 2005 г. 92 с.
6. Циклоны Северной Атлантики. [Электронный ресурс]: https://vk.com/@weather_observing-ciklony-severnoi-atlantik
7. Нестеров Е.С. Особенности циркуляции атмосферы в Северной Атлантике в последние десятилетия. Москва. Гидрометцентр; 2018 г. 12 с.
8. Нестеров Е.С. Похил А.Э. Федоренко А.В. Об особенностях формирования глубоких циклонов в Северной Атлантике в осенний период. Москва. Гидрометцентр; 2019 г. 10 с.
9. Архивы повторного реанализа. [Электронный ресурс]: wetterzentrale.de
10. Архив синоптических карт. [Электронный ресурс]: http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html
11. Архив погоды. [Электронный ресурс]: [ventusky](http://ventusky.com)
12. Погода и климат. [Электронный ресурс]: <https://rp5.ru>
13. Национальный центр ураганов и Центрально-тихоокеанский центр ураганов. [Электронный ресурс]: <https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2023&basin=at>

Таблица 2.1 – Статистические данные о североатлантических циклонах в зимний период декабрь 2021 г. – февраль 2023 г. за каждые 24 ч.

Дата	Количество циклонов	Местоположение циклона	Минимальное давление в центре циклона, гПа	Стадия развития циклона
1.12.2021	2	1. На юго-западе от Гренландии 2. В районе Великобритании	1. 980 2. 990	1. Молодого циклона 2. Молодого циклона
2.12.2021	2	1. Юго-восточное побережье Гренландии. Циклон 2. Район южной части Балтийского моря	1. 990 2. 975	1. Максимального развития 2. Максимального развития
3.12.2021	1	В районе Исландии	980	Заполнения
4.12.2021	2	В районе Канадского Арктического архипелага	1. 970 2. 975	1. Максимального развития 2. Молодой циклон
5.12.2021	1	На юге от Гренландии	975	Максимального развития
6.12.2021	1	На юге от Гренландии	975	Максимального развития
7.12.2021	1	На западе от Ирландии	985	Максимального развития
8.12.2021	2	1. В районе Ирландии 2. На западе от Гренландии	1. 970 2. 955	1. Максимального развития 2. Максимального развития
9.12.2021	2	1. На западе от Ирландии 2. На западе от Гренландии	1. 990 2. 970	1. Максимального развития 2. Максимального развития
10.12.2021	2	1. На юге от Канадского Арктического архипелага 2. На севере от Ирландии	1. 975 2. 980	1. Максимального развития 2. Максимального развития

Продолжение таблицы 2.1

11.12.2021	1	На западе от Исландии	950	Максимального развития
12.12.2021	1	На северо-западе от Исландии	965	Максимального развития
13.12.2021	2	1. На востоке от Канадского Арктического архипелага 2. На юго-западе от Ирландии	1. 965 2. 1010	1. Максимального развития 2. Волны
14.12.2021	2	1. На юге от Гренландии 2. На юго-западе от Ирландии	1. 970 2. 1020	1. Максимального развития 2. Волны
1.02.2023	2	1. На юге от Гренландии 2. На севере от Великобритании	1. 1015 2. 985	1. Волны 2. Максимального развития
2.02.2023	1 (двухцентровый)	1. Один центр на юго-западе от Исландии 2. Второй – юго-западе от 1-го центра	1. 1015 2. 985	Максимального развития
3.02.2023	1 (двухцентровый)	1. Один центр в районе Исландии 2. Второй – юго-западе от Исландии	1. 980 2. 975	1. Максимального развития 2. Волны
4.02.2023	2	1. В районе Канадского Арктического архипелага 2. На юге от Гренландии	1. 975 2. 955	1. Максимального развития 2. Максимального развития
5.02.2023	2	1. На западе от Гренландии 2. На востоке от Гренландии	1. 965 2. 995	1. Максимального развития 2. Максимального развития
6.02.2023	1	На юге от Гренландии	975	Максимального развития
8.02.2023	1	На западе от Гренландии	965	Максимального развития
9.02.2023	1	На юго-западе от Гренландии	990	Максимального развития
10.02.2023	1	На юге от Гренландии	975	Максимального развития
11.02.2023	1	На юге от Гренландии	985	Максимального развития

Продолжение таблицы 2.1

12.02.2023	2	1. На юго-западе от Гренландии 2. На востоке от Гренландии	1. 975 2. 965	1. Максимального развития 2. Максимального развития
13.02.2023	1	На юге от Гренландии	970	Максимального развития
14.02.2023	1	На юге от Гренландии	975	Максимального развития