



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 «Исследование условий образования сдвига ветра в районе
прогнозирования АМСГ Сургут»

Исполнитель Якубич Александра Александровна ПМ-М19-1-1
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(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)

«8» июни 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

Содержание

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Ветер в нижнем слое атмосферы.....	6
1.1 Влияние ветра на взлет, посадку и полет воздушных судов на малых высотах	6
1.2 Особенности прогнозирования ветра в нижнем слое атмосферы для метеорологического обеспечения авиации	8
1.3 Ветер в нижнем слое атмосферы при нестационарных условиях и местной циркуляции.	8
2.Сдвиги ветра в нижнем слое атмосферы	11
2.1 Понятие сдвига ветра. Основные определения.....	11
2.2. Влияние сдвигов ветра на взлет, посадку и полет воздушных судов на малых высотах	12
2.3 Сдвиги ветра при инверсиях температуры в нижнем слое атмосферы.....	13
3 Описание синоптических процессов.....	15
3.1 Синоптические процессы Западной Сибири.....	15
3.2 Физико-географическое описание аэродрома Сургут.....	16
3.3 Анализ и оценка исходных данных о сдвиге ветра применительно к условиям аэродрома Сургут.....	18
3.4 Типовые синоптические ситуации применительно к условиям аэродрома Сургут.....	34
3.5 Прогноз и расчет сдвига ветра на малых высотах.....	72
4. Рекомендации по обеспечению авиации сведениями о сдвигах ветра.....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	79

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АМСГ	—	Авиационная метеорологическая станция гражданская
м	—	метры
гг	—	годы
г	—	город
м/с	—	метры в секунду
км/ч	—	километры в час
т.п.	—	тому подобное
мин	—	минуты
ВС	—	воздушное судно
ВПП	—	взлетно-посадочная полоса
др.	—	другие
км	—	километры
ч	—	часы
МРЛ	—	метеорологический радиолокатор
р	—	река
мм	—	миллиметры
с.ш.	—	северная широта
FBL	—	слабый сдвиг ветра
MOD	—	умеренный сдвиг ветра
SEV	—	сильный сдвиг ветра
Zn	—	циклон
Az	—	антициклон
гПа	—	гектопаскали
узл.	—	узлы

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа выполнялась по теме «Исследование условий образования сдвига ветра в районе прогнозирования АМСГ Сургут»

Для ряда практических задач, в частности, для метеорологического обеспечения авиации весьма важно знать (прогнозировать) вертикальные сдвиги ветра в районе аэродрома. В этом случае под сдвигом ветра понимается модуль разности векторов скорости ветра в двух точках, разнесенных между собой на единицу длины. В метеорологии принято определять вертикальный сдвиг ветра как изменение скорости ветра в метрах в секунду на 30 м высоты; горизонтальный - на 100 м расстояния. Сдвиг ветра способен вызывать болтанку самолёта, создавать помехи полётам, влиять на точность приземления самолёта, выполняющего посадку. Вертикальный сдвиг ветра, больше 4 м/с на 30 м высоты, относится к метеорологическому явлению, опасному для полётов [1].

В данной работе необходимо изучить и проанализировать условия образования низкой облачности, а также метеорологические и синоптические условия для ее образования, определить повторяемость данного параметра погоды, который может затруднять полет воздушного судна.

Объект - синоптические и метеорологические условия, способствующие возникновению сдвига ветра в районе прогнозирования АМСГ Сургут.

Предмет исследования — подготовка и систематизация исходных данных о сдвиге ветра для анализа за 2014 - 2020 гг.

Цель исследований - исследование условий образования сдвига ветра для повышения безопасности полетов в районе прогнозирования АМСГ Сургут.

Определены следующие задачи:

1. Подготовка и систематизация исходных данных для анализа и прогноза сдвига ветра в районе исследования. Проведение необходимых расчетов.
2. Изучение синоптических и метеорологических условий при возникновении сдвига ветра в районе прогнозирования АМСГ Сургут.
3. Оценка возможности использования синоптического метода прогноза сдвига ветра применительно к условиям аэродрома Сургут.

Структура работы.

Работа состоит из введения, трех разделов и заключения, содержит список использованных источников и список условных обозначений.

В первом разделе рассматривается общая информация о ветре в нижнем слое атмосферы.

Во втором разделе описаны условия образования сдвига ветра в нижнем слое атмосферы, влияние сдвига ветра на взлет, посадку и полет воздушных судов на малых высотах.

Третий раздел посвящен прогнозированию сдвига ветра в районе исследования, проверке синоптического метода прогноза сдвига ветра применительно к условиям района исследования. Глава содержит исходные данные, физико-географические и климатические особенности Западной Сибири, а также общую климатическую характеристику г. Сургут.

Методическими основами и информационным обеспечением проводимых исследований для выполнения работы послужили: научная литература, материалы метеорологических наблюдений, методические указания.

1. Ветер в нижнем слое атмосферы

Ветер – это движение воздуха относительно земной поверхности, которое для заданной точки пространства описывается вектором (V), характеризующимся скоростью (м/с, км/ч и т. п.) и направлением (градус, румб). Этот вектор в полном виде имеет горизонтальную (U) и вертикальную составляющие, но, как правило, под ветром подразумевается только горизонтальная составляющая движения воздуха, поскольку именно она определяется обычными сетевыми приборами. Вертикальная составляющая ветра в нижнем слое атмосферы в большинстве случаев значительно меньше горизонтальной и, следовательно, ею, как правило, пренебрегают. Характеристики ветра обычно испытывают пульсации (порывы), инициированные турбулентностью. Для оценки порывов ветра у Земли используют осреднение в несколько секунд, в то время как выделение основного воздушного потока (среднего ветра) производят большим временным осреднением. Так, период осреднения параметров ветра у Земли применительно к задачам метеорологического оперативного обеспечения взлета и посадки воздушных судов для района аэродрома принят равным 2 мин, а для целей прогноза погоды и климатических описаний применяется период осреднения 10 мин [2].

1.1 Влияние ветра на взлет, посадку и полет воздушных судов на малых высотах

Ветер является одним из наиболее важным из всего комплекса метеорологических факторов, действующих на воздушное судно (ВС), поскольку ветер дополнительно перемещает ВС относительно Земли. Аэродинамические силы, определяющие движение самолета, зависят в первую очередь от значения воздушной скорости, а также ее ориентации

относительно оси самолета. Взлет и посадку самолетов, как правило, стараются выполнять против ветра, поскольку встречный ветер дополнительно увеличивает воздушную скорость и подъемную силу, что уменьшает длину разбега самолета по взлетно-посадочной полосе (ВПП) при взлете и длину пробега во время посадки. Впрочем, существуют ограничения по скорости приземного ветра к ВПП, при превышении которых взлет и посадка не разрешаются. Данные о ветре у поверхности Земли позволяют выбрать курс выполнения взлета и посадки на ВПП, оценить требуемую длину разбега или пробега самолета по ВПП для обеспечения успешного выполнения и безопасность взлета и посадки ВС. В практике зачастую приходится выполнять взлет и посадку самолетов при боковом ветре по отношению к ВПП. Под воздействием бокового ветра при взлете возникают кренящий и разворачивающий моменты, которые пытаются наклонить самолет и развернуть его против ветра, а при посадке возникает снос и разворот самолета с осевой линии ВПП. Следовательно, для каждого типа ВС установлена предельно допустимая скорость бокового ветра, при которой возможны взлет и посадка (с учетом состояния ВПП).

Помимо информации о средней скорости и направлении ветра, для метеорологического обеспечения взлета и посадки ВС необходимы сведения о максимальных порывах ветра (пульсациях) у поверхности Земли, обусловленных турбулентностью. Порывы ветра на отдельные моменты времени могут нарушать баланс аэродинамических сил движущегося ВС, что может привести к резким кратковременным отклонениям ВС от расчетной траектории полета. В первые секунды после отрыва при взлете или за несколько секунд до касания при посадке подобные внезапные отклонения ВС особенно опасны. Поэтому информация о порывистости ветра у Земли является очень важной.

1.2 Особенности прогнозирования ветра в нижнем слое атмосферы для метеорологического обеспечения авиации

Для обеспечения работы авиации необходима как оперативная информация о ветре, наблюдающемся у поверхности Земли и в нижнем слое атмосферы, так и прогноз ветра. Данные о ветре используются непосредственно для выполнения текущих операций (взлет, посадка, полеты по кругу, полеты по правилам визуальных полетов, а прогноз ветра — для планирования этих операций службами, обеспечивающими полеты, и принятия ими заблаговременных решений по организации полетов воздушных судов [2].

1.3 Ветер в нижнем слое атмосферы при нестационарных условиях и местной циркуляции.

При прогнозировании ветра на стандартных высотах в условиях местных циркуляций следует учитывать, что скорость ветра в нижнем 100-метровом слое больше и ослабевает с высотой, сохраняя направление, - вплоть до штиля. В слое свыше 500 м направления ветра меняется на противоположное [3].

К особым метеорологическим условиям формирования поля ветра в нижних слоях атмосферы относятся условия сильной нестационарности процессов при прохождении атмосферных фронтов у поверхности Земли через район аэродрома, условия конвекции (при наличии грозоградовых облаков), формирование струйных течений нижних уровней и др.

В слое приземной инверсии температуры часто бывают сильные изменения ветра с высотой по направлению и скорости, особенно если инверсия образовалась на фоне высоких скоростей геострофического ветра. Увеличение скорости ветра с высотой обычно прекращается над инверсионным слоем, и профиль ветра может иметь вид струйного течения

нижних уровней. Приподнятые инверсии температуры различных видов (адвективные, оседания и др.), если они наблюдаются в пограничном слое атмосферы при больших горизонтальных градиентах давления, также способствуют формированию вертикальных профилей ветра типа струйного течения. Максимумы скорости ветра в слое инверсии температуры в нижних слоях атмосферы довольно часто встречаются на периферии антициклонов и гребней, особенно ночью, и могут встречаться одновременно на больших территориях. Днем при безоблачной погоде, из-за прогрева воздуха от земной поверхности нарушается температурная инверсия в нижнем слое и происходит усиление турбулентного обмена, которое приводит к выравниванию профиля ветра и исчезновению максимума. После захода Солнца при сохранении ясной погоды экстремум снова восстанавливается, достигая максимального развития во второй половине ночи. Обычно максимум скорости ветра находится вблизи верхнего предела температурной инверсии, а с увеличением толщины слоя радиационной инверсии в ночное время высота максимума незначительно увеличивается. По наблюдениям на метеорологических мачтах, высота максимальной скорости и верхний предел инверсии, как правило, совпадают. Наибольшее значение скорости ветра на верхней границе приземной инверсии часто близко к значению геострофического ветра, иногда превышая его по приземной карте, а направление совпадает с направлением изобар. Максимальный ветер ночью чаще всего фиксируется на высотах 200—400 м, но может достигать и 900 м; осенью и зимой суточный ход высоты и скорости максимального ветра менее выражен, чем весной и летом, из-за меньшей амплитуды суточного хода температуры в пограничном слое атмосферы. В условиях, благоприятных для возникновения струйного течения нижних уровней, необходимо отслеживать за текущую информацию о ветре в нижних слоях атмосферы (в том числе информацию от экипажей самолетов) для своевременного выявления и оценки тенденции изменений во время струйного течения.

В условиях активной конвекции в районе аэродрома и наличия мощных грозных облаков (как фронтальных, так и внутримассовых) формируется сложная структура поля ветра в окрестностях очагов ливней и гроз и часто отмечаются значительные усиления ветра в нижнем слое атмосферы (в том числе шквалы и смерчи). В зоне очага и даже на значимом удалении от него (до 30 км) поле ветра в пограничном слое может резко отличаться от такового, обусловленного горизонтальным барическим градиентом. Кроме того, могут возникать быстро смещающиеся зоны усиления ветра, сопровождающиеся сильными вертикальными восходящими и нисходящими потоками (фронты порывов ветра), которые чрезвычайно опасны для всех воздушных судов, летящих на малых высотах, выполняющих взлет или посадку. Для прогнозирования усилений ветра, связанных с ливнями и грозами, на сроки продолжительностью 6 ч и более используются методы прогнозов шквалов, приведенные в Руководстве по краткосрочным прогнозам погоды. Если необходимо уточнить ветровой режим у поверхности Земли в условиях конвекции и оценить тенденцию на более короткие периоды (1 - 2 ч и менее) и выявить области усиления ветра следует использовать информацию из пунктов штормового кольца, а также данные метеорологического радиолокатора (МРЛ) об интенсивности, местоположении и направлении движения конкретных очагов. В этих условиях важно задействовать всю возможную дополнительную информацию о поле ветра в районе аэродрома (в том числе сведения от экипажей ВС) [2].

2. Сдвиги ветра в нижнем слое атмосферы

2.1 Понятие сдвига ветра. Основные определения.

Сдвигом ветра называется изменение направления и скорости ветра в пространстве, которое связано с восходящими и нисходящими воздушными потоками. При полете на малой высоте на воздушное судно оказывают резкие изменения характера движения воздуха, встречающиеся на небольших участках траектории полета. Это, в свою очередь, представляет огромную угрозу из-за близости к Земле на определенных этапах полета.

В практике полетов по всему миру было зарегистрировано несколько аварий во время взлета, посадки или полета ВС на малой высоте, причину которых связывали с сильным сдвигом ветром в нижних слоях атмосферы. Поэтому сильные сдвиги ветра включены в список опасных погодных явлений для авиации [3].

Вертикальный сдвиг ветра описывает изменение горизонтального движения воздуха (ветра) по вертикали (например, по данным датчиков ветра, установленных на различных высотах на мачте, башне и т. п., по данным шаропилотных и др. измерений).

Горизонтальный сдвиг ветра представляет собой изменение ветра в горизонтальном направлении между разными точками измерений ветра (различными стартами у ВПП, точками вокруг летного поля и т. п.). Кроме того, в нижних слоях атмосферы могут наблюдаться вертикальные восходящие и нисходящие воздушные потоки, представляющие собой интенсивные движения воздуха по вертикали, они также включены в общее понятие сдвига ветра. Для того чтобы оценить интенсивность сдвига ветра, необходимо пользоваться терминами и их численными критериями, которые были рекомендованы ИКАО. Информация подходит для использования при наличии данных измерений и для информации, полученной от экипажей

самолетов. Определение значений сдвига ветра выполняется по данным о ветре, рассчитанным за 2-х минутный период времени, принятым для метеорологического обеспечения полетов[2].

2.2. Влияние сдвигов ветра на взлет, посадку и полет воздушных судов на малых высотах

Суть влияния сдвига ветра на ВС состоит в том, что резкое изменение ветра по траектории полета может вызвать временный дисбаланс между подъемной силой и весом ВС. Из-за инерции путевая скорость временно сохраняется, а воздушная скорость резко изменяется, что незамедлительно вызывает соответствующее изменение подъемной силы, которая для самолета прямо пропорциональна квадрату воздушной скорости. При увеличении вдоль траектории ВС встречного ветра (или ослаблении попутного) воздушная скорость ВС возрастает, и подъемная сила увеличивается, в то время как при ослаблении встречного ветра (или увеличении попутного) воздушная скорость убывает, и подъемная сила уменьшается. Таким образом, с увеличением воздушной скорости произойдет подъем, а при уменьшении самолет будет снижаться относительно расчетной траектории полета, что особенно опасно во время взлета и посадки из-за близости к Земле и ограниченной маневренности на этих этапах полета. Существует несколько основных вариантов влияния сдвига ветра на полет самолета. В случае резкого усиления ветра с высотой и при посадке против ветра самолет перемещается в слои все более слабого встречного ветра. Подъемная сила будет уменьшаться из-за снижения скорости полета, и, следовательно, возникает тенденция к полету ниже глиссады. Взлет в этих условиях будет сопровождаться дополнительным увеличением скорости и подъемной силы за счет сдвига ветра что даст эффект набора высоты по траектории выше расчетной. Ослабление ветра с высотой при посадке будет давать эффект полета выше расчетной

траектории, а при взлете или снижении траектории набора высоты. Боковые сдвиги ветра, направленные поперек траектории полета и возникающие из-за значительного изменения скорости бокового ветра или резких поворотов ветра с высотой, вызывают боковое смещение ВС от расчетной траектории полета [2].

2.3 Сдвиги ветра при инверсиях температуры в нижнем слое атмосферы

Температурная инверсия способствует развитию значительного или сильного вертикального сдвига ветра. Во время инверсий у поверхности земли может наблюдаться слабый (или даже штиль) ветер, а на верхней границе инверсионного слоя (100 м и выше) может быть сильный и постоянный ветер с резкими изменениями скорости и направления с высотой. Суть формирования резкого вертикального профиля ветра для всех типов инверсии состоит в том, что при высоких скоростях ветра на их верхней границе ослабляется обмен количеством движения по вертикали, так что скорости ветра у Земли могут оставаться слабыми. В этом случае вертикальный профиль ветра обычно имеет максимальную скорость, которая чаще всего ограничивается верхней границей слоя температурной инверсии и близка по величине к градиентному ветру, определенному по приземной карте. Увеличение вертикального сдвига ветра часто наблюдается в условиях формирования приземной радиационной инверсии на периферии антициклона или циклона. Для возникновения сильного сдвига ветра по этим критериям важна определенная последовательность процессов. В первую очередь, в первой половине ночи должно происходить радиационное выхолаживание при ясном небе и слабом ветре (или штиле) у поверхности земли, а во второй половине ночи должно происходить увеличение горизонтального барического градиента и должно наблюдаться усиление ветра на верхней границе пограничного слоя. При таких условиях во второй

половине ночи могут развиваться весьма резкие вертикальные профили ветра в инверсионном слое; особенно сильные вертикальные сдвиги ветра обычно наблюдаются в слое выше 40—50 м, а в нижнем слое 30—40 м сдвиги могут оставаться слабыми (или умеренными). Если усиление ветра происходит в нижних слоях атмосферы вечером (перед заходом Солнца), то инверсия из-за сильного турбулентного перемешивания инверсия может отсутствовать даже при постоянном радиационном выхолаживании. В этом случае нет резких вертикальных профилей ветра. Поэтому важно определить, какой из двух вариантов будет развивать ситуацию, и какой из процессов произойдет раньше — радиационное выхолаживание (образование инверсии) или увеличение горизонтального градиента давления. Следует отметить, что в первом случае сильные вертикальные сдвиги ветра могут стабильно сохраняться и постепенно увеличиваться в течение ночи в течение нескольких часов подряд. Если после восхода Солнца приземная инверсия разрушается, турбулентный обмен сглаживает вертикальный профиль ветра и вертикальные сдвиги ветра значительно уменьшаются.

Адвективные инверсии (как приземные, так и приподнятые), часто наблюдаемые в холодное время года, возникающие при адвекции теплого воздуха над холодной подстилающей поверхностью, также вызывают образование профилей ветра, резких вертикалей. Часто такие инверсии продолжительное время регистрируются зимой в прибрежных регионах. Существуют и другие виды температурной инверсии в приземном слое, при которых отмечается усиление сдвига ветра, а также и при наличии значительных скоростей ветра на верхней границе атмосферного пограничного слоя атмосферы. Стоит отметить тот факт, что сильные вертикальные сдвиги ветра в слое инверсии могут наблюдаться одновременно с низкой облачностью, ухудшенной видимостью и в тумане; такое сочетание является весьма сложным для пилотирования ВС [2].

3 Описание синоптических процессов

3.1 Синоптические процессы Западной Сибири

Западная Сибирь расположена между Уралом и р. Енисеем. Выделяются четыре ее региональные особенности:

- 1) количество солнечной радиации, типичное для умеренных широт;
- 2) удаленность от океанов, особенно южной части;
- 3) равнинность — открытость с севера и юга соответственно для холодного арктического и теплого воздуха, поступающего из Казахстана и Средней Азии;
- 4) горы на периферии.

Урал преграждает путь влажным воздушным массам Атлантики, а Алтай, Саяны, а за ними Памир и Тянь-Шань — сухим воздушным массам Центральной Азии. Климатические условия на площади 2,8 км² от природы чрезвычайно разнообразны и в целом формируются под влиянием синоптических процессов, аналогичных с уральским. Западные циклоны под влиянием Урала перемещаются по Западной Сибири на разных широтах. Большая протяженность с севера на юг вызывает большие контрасты в климате и климатических характеристиках региона.

В жаркое время года климат Западной Сибири в основном обусловлен циклоническими процессами. В северных регионах на арктическом фронте развиваются циклоны, вызывающие образование низких облаков, выпадение осадков и понижение температуры. Ныряющие циклоны, в свою очередь, несут «порции» холодного воздуха далеко в южные районы Западной Сибири. Южные районы больше подвержены циклоническим процессам, развивающимся на полярном фронте, хотя повторяемость циклонов здесь вдвое меньше, чем на севере. Климат юга Западной Сибири обусловлен

циклонами не только с запада, но и с юга, которые приносят сюда значительные осадки. Распределение осадков в горных районах Западной Сибири, в частности, в горах Алтая носит разнообразный характер, большое количество осадков (до 1000 мм в год) выпадает на западных склонах Тигирецкого хребта, а в окрестностях Телецкого озера на Западных склонах Атаканского хребта, а также в южных районах Кузнецкого Алатау до 1000—1600 мм. На восточных склонах годовое количество осадков уменьшается до 150 мм. Этим объясняется наличие высокогорных степей, связанных с полупустынями (Чуйская и Курайская степи). Летом антициклонические процессы сопровождаются суховеями и часто засухами. В холодное полугодие под действием «уральского блока» (блокирование Уралом западных переносов) создаются наиболее благоприятные условия для образования антициклона практически на всей Западной Сибири. При интенсивном выхолаживании в приземном слое образуются глубокие инверсии, образуются низкая облачность и туманы. Сибирский антициклон — самый длительный и стабильный синоптический процесс в холодное полугодие. Процесс уральского высотного блокирования, в конечном итоге приводит к выходу ныряющих циклонов на Западную Сибирь с Баренцева и Карского морей. Сильные морозы и затишья прерываются сильными метелями. Повторяемость их довольно высока, а скорость ветра при них может достигать 40 м/с [3].

3.2 Физико-географическое описание аэродрома Сургут

Аэродром Сургут имеет координаты 61°20' с.ш., 73°24' в.д., и примерно 62 м над уровнем моря. Размещен в 10 км юго-западнее от центра Сургута, на территории Западно-Сибирской равнины, на среднем течении и правом берегу р. Обь. Рельеф практически весь представлен сочетанием равнин, предгорий и гор. Выделяются возвышенные равнины (150-301 м.),

низменные (100-150 м.), а также низины (менее 100 м.). На рисунке 3.2.1 представлено местоположение аэродрома Сургут.

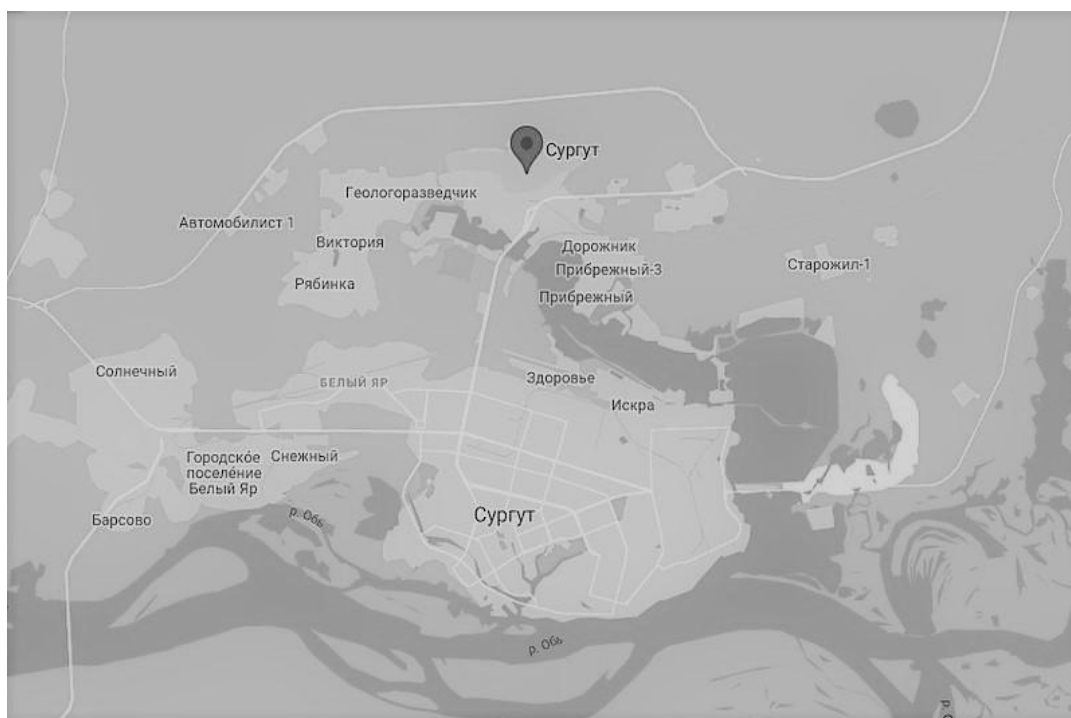


Рисунок 3.2.1– местоположение аэродрома Сургут. [4]

Аэродром Сургут является аэродромом круглосуточного действия. Предназначен для выполнения рейсовых, тренировочных, чартерных, контрольных полетов, поисково-спасательных и авиационно-химических работ.

Аэродром Сургут расположен в континентальной климатической зоне и по климатическим условиям приравнен к Крайнему Северу. В течение года климатические условия района аэродрома определяются влиянием отрога Сибирского антициклона и циклонической активности.

Зима холодная и продолжительная – с середины октября и до второй половины апреля. Средняя температура января -20°C . Устойчивый снежный покров с конца октября до начала мая. Весна намного прохладнее осени. Лето умеренно-теплое, средняя температура июля $+18,2^{\circ}\text{C}$. В любой месяц

лета вероятны заморозки. Осень продолжается с начала сентября до второй половины октября.

Ежегодно выпадает около 560 мм осадков. Чаще всего дожди идут весной и осенью, но самые влажные месяцы в году – июль (76 мм) и сентябрь (85 мм). В целом лето в этом районе довольно засушливое время года. Сильный ливень возможен лишь изредка.

Среднегодовые показатели:

- Среднегодовая температура: $-1,7^{\circ}\text{C}$
- Среднегодовая скорость ветра: 4,1 м/с
- Среднегодовая влажность воздуха: 76 %

3.3 Анализ и оценка исходных данных о сдвиге ветра применительно к условиям аэродрома Сургут.

Исходными данными для изучения условий возникновения сдвига ветра в приземном слое атмосферы послужил архив бортовой погоды АМСГ Сургут, журнал фактической погоды АВ–6, записанный на электронных носителях. Период исследования составил 7 лет с 2014 по 2020 год. Архив включает в себя фактические данные погоды в районе прогнозирования АМСГ Сургут. Ряд наблюдений прерывист.

В работе исследованы условия возникновения сдвига ветра в приземном слое, а также возможность использования синоптического метода прогноза данного метеорологического явления. Изучен архив приземных карт погоды и карт барической топографии за период с 2014 по 2020 год. Расчетные методы в работе не использовались, так как отсутствовали данные ветрового зондирования как на самом АМСГ Сургут, так и в близлежащих районах.

В таблице 3.3.1 отображены данные о количестве случаев сдвига ветра за исследуемый период с 2014 по 2020 гг.

Таблица 3.3.1 – Количество случаев сдвига ветра за период 2014-2020

гг.

	Количество случаев	Повторяемость, %
2014	34	25
2015	29	21
2016	5	4
2017	11	8
2018	17	12
2019	2	1
2020	40	29
Всего	138	100,0

На рисунке 3.3.1 отображено количество случаев сдвига ветра за период 2014-2020 гг.

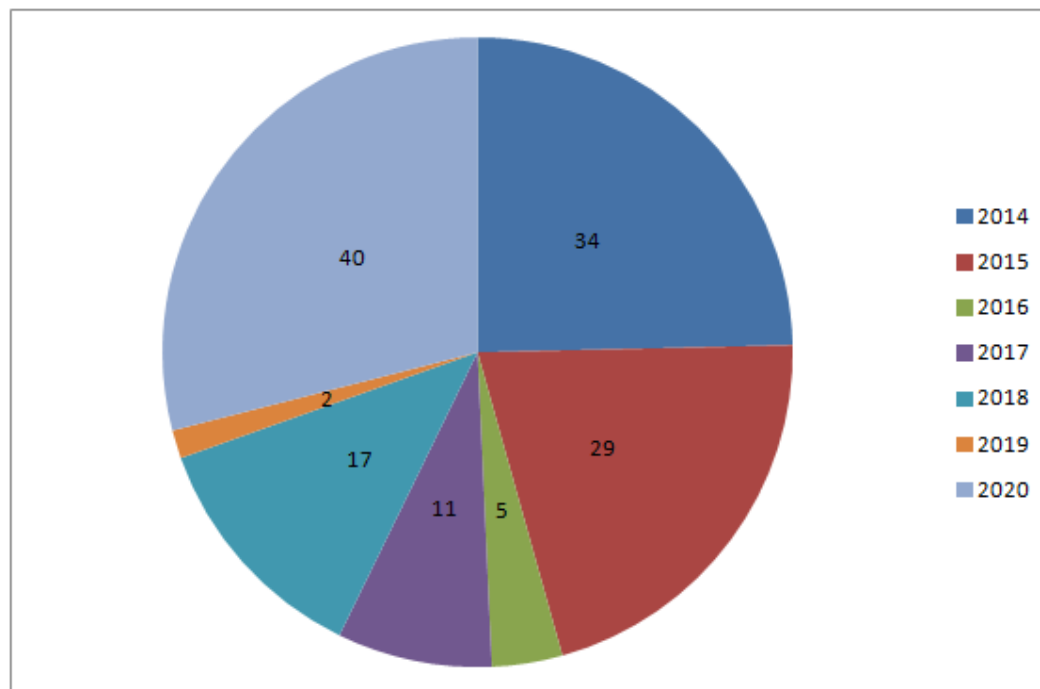


Рисунок 3.3.1– Количество случаев сдвига ветра за период 2014-2020 гг.

Проанализировав диаграмму, можно сказать о том, что максимальное количество случаев сдвига ветра за исследуемый период приходится на 2014 год (34 случая) и 2020 год (40 случаев).

На рисунке 3.3.2. отображено количество случаев сдвига ветра за исследуемый период с 2014 по 2020 включительно по месяцам.

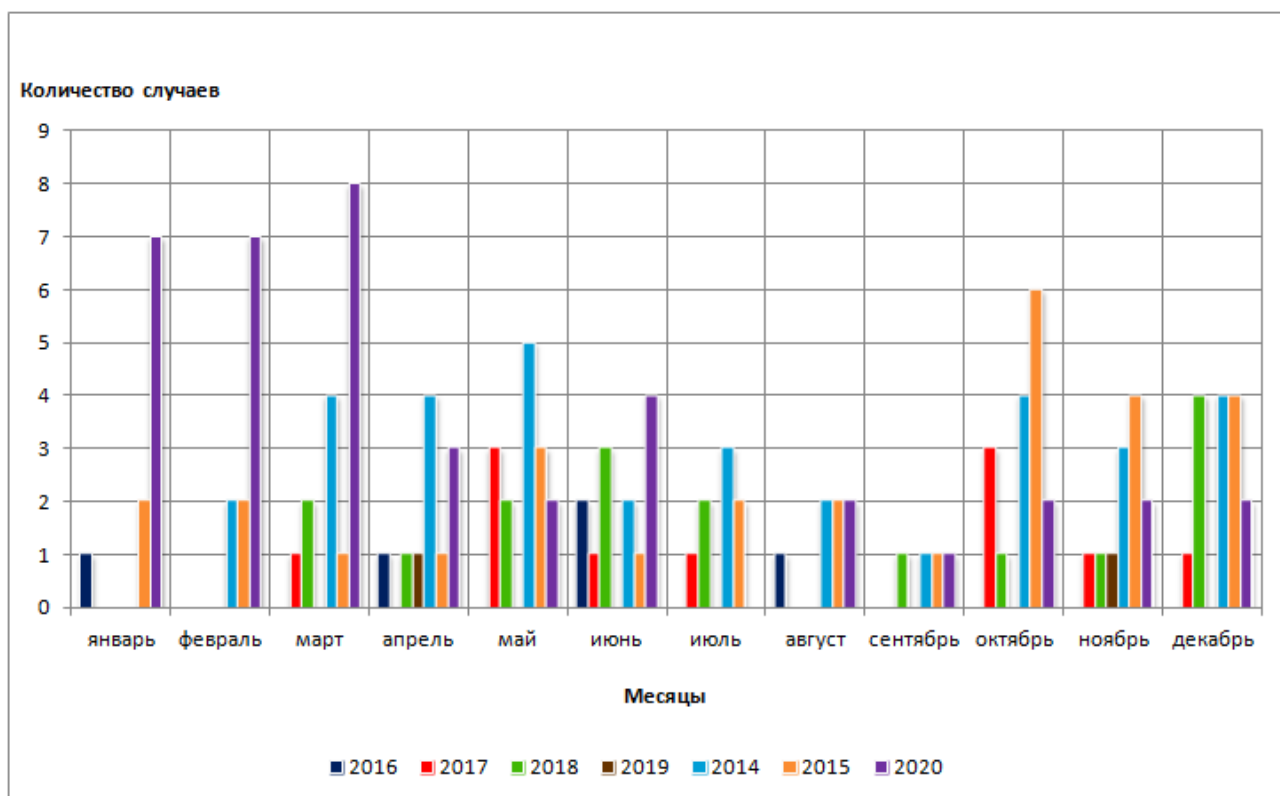


Рисунок 3.3.2– Количество случаев сдвига ветра по месяцам за период 2014-2020гг

Проанализировав рисунок 3.3.2, максимальное количество случаев сдвига ветра за исследуемый промежуток 2014-2020 гг. наблюдалось в осенне-зимний период. Максимум в феврале-марте 2020 года (8 случаев). Минимумы приходятся на летний период.

На рисунке 3.3.3 отображено повторяемость (%) количества сдвига ветра за исследуемый период с 2014 по 2020 гг. включительно.

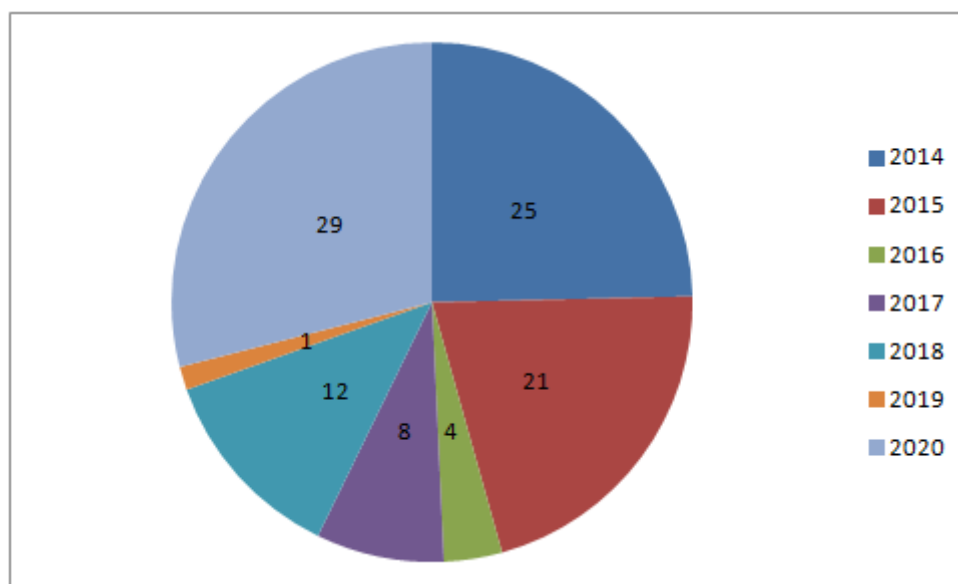


Рисунок 3.3.3– Повторяемость (%) количества сдвига ветра за период 2014-2020гг.

Из рисунка 3.3.3 видно, что максимальная повторяемость количества сдвига ветра приходится на 2020 год (29%) и 2014 год (25%).

Анализ данных о сдвиге ветра по интенсивности.

Интенсивность сдвига ветра различают на:

- слабая интенсивность (FBL)
- умеренная интенсивность (MOD)
- сильная интенсивность (SEV)

На рисунке 3.3.4 представлены данные о количестве сдвига ветра по интенсивности за период 2014-2020 гг.

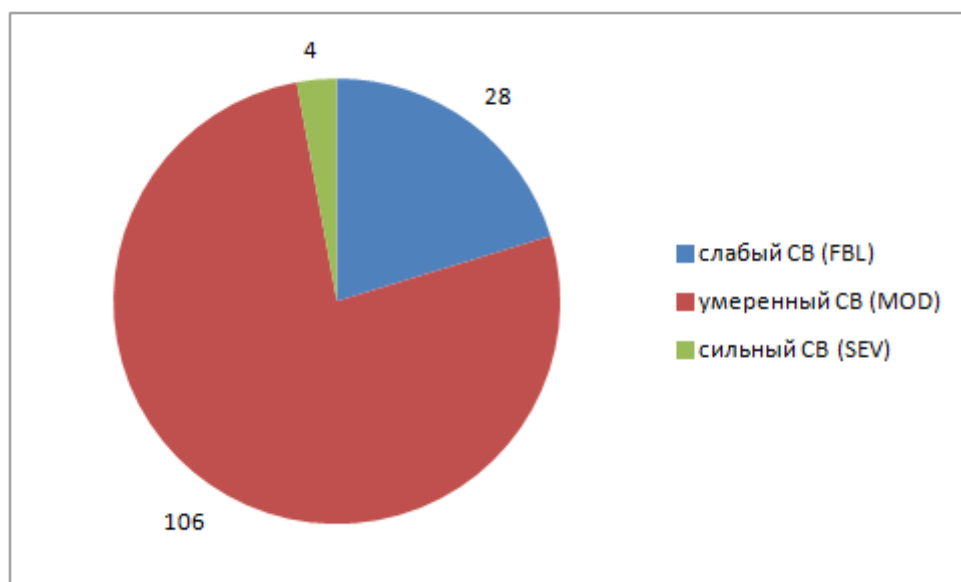


Рисунок 3.3.4– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности за период 2014-2020гг

Из рисунка 3.3.4 видно, что подавляющее количество случаев сдвига ветра (106 случаев) по интенсивности является умеренный сдвиг ветра (MOD) за период 2014-2020 гг.

На рисунке 3.3.5 представлены данные о повторяемости (%) случаев сдвига ветра по интенсивности за период 2014-2020 гг.

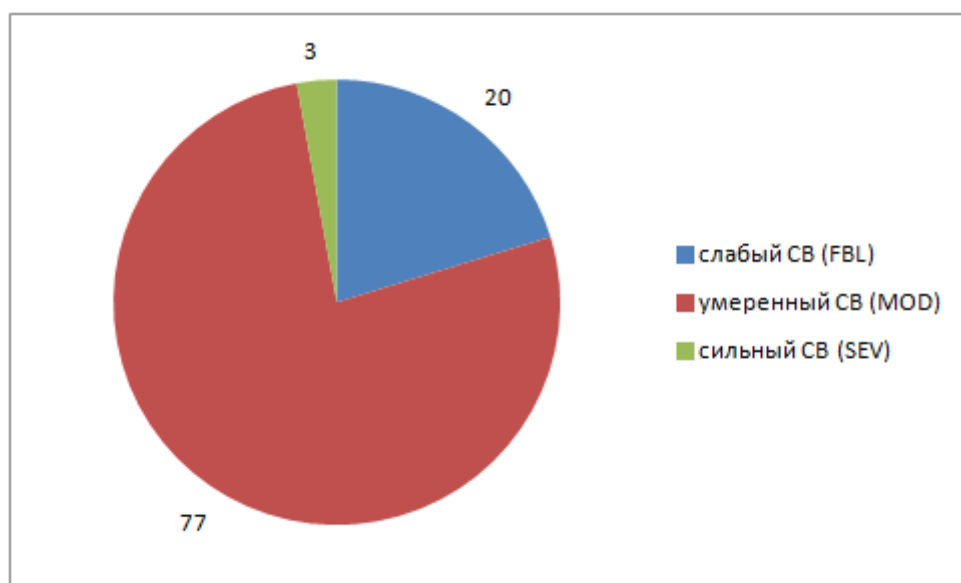


Рисунок 3.3.5– Повторяемость (%) случаев сдвига ветра по интенсивности за период 2014-2020 гг.

Из рисунка 3.3.5 следует вывод о том, что максимальная повторяемость случаев сдвига ветра за период 2014-2020 является сдвиг ветра умеренной интенсивности (77%).

На рисунке 3.3.6 представлено количество случаев сдвига ветра слабой интенсивности (FBL) по годам за период 2014-2020 гг.

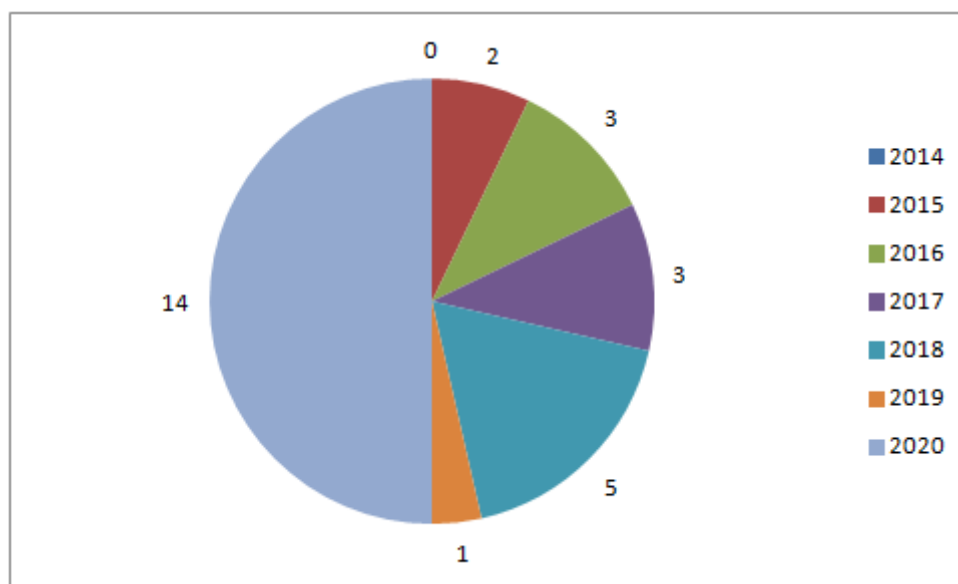


Рисунок 3.3.6— Количество случаев сдвига ветра слабой интенсивности по годам за период 2014-2020 гг.

Из рисунка 3.3.6 следует, что максимальное количество случаев сдвига слабой интенсивности за период 2014-2020 гг. приходится на 2020 год (14 случаев).

На рисунке 3.3.7 отображено количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности (MOD) по годам за период 2014-2020 гг.

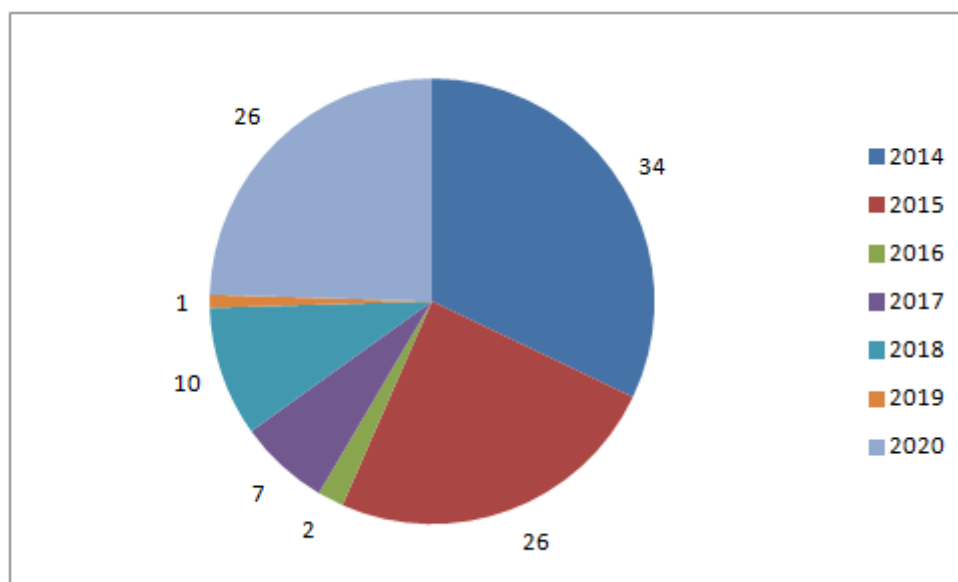


Рисунок 3.3.7– Количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности по годам за период 2014-2020гг

Из рисунка 3.3.7 можно сделать вывод о том, что максимальное количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности (MOD) приходится на 2014 год, 2015 и 2020 год (34, 26 и 26 случая соответственно).

На рисунке 3.3.8 отображено количество случаев сдвига ветра сильной интенсивности по годам за период 2014-2020 гг.

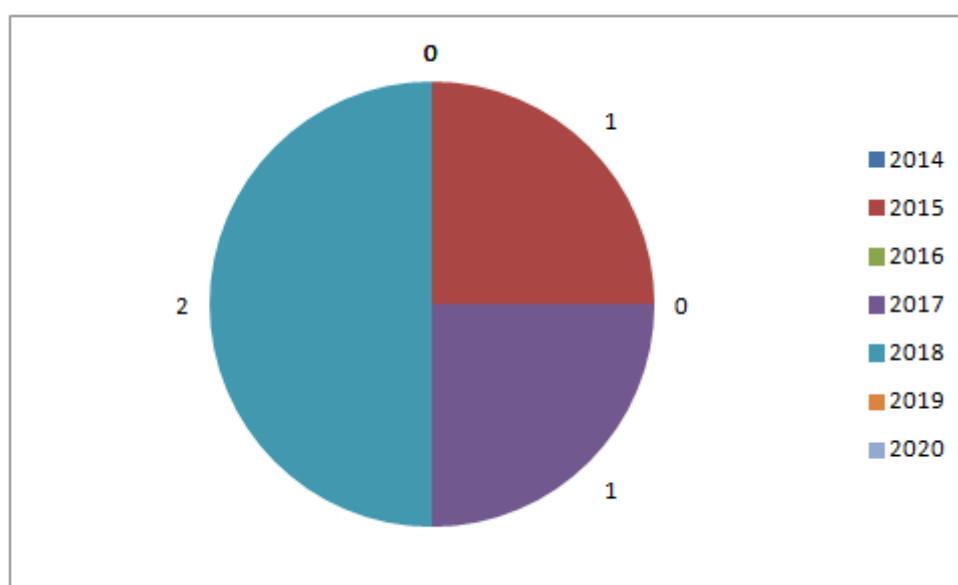


Рисунок 3.3.8– Количество случаев сдвига ветра сильной интенсивности по годам за период 2014-2020 гг.

Из рисунка 3.3.8 следует, что наибольшее количество случаев сдвига ветра сильной интенсивности (SEV) приходится на 2018 год (2 случая).

Анализ данных о сдвиге ветра по интенсивности по месяцам за исследуемый период 2014-2020 гг.

На рисунке 3.3.9 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2014 год по месяцам.

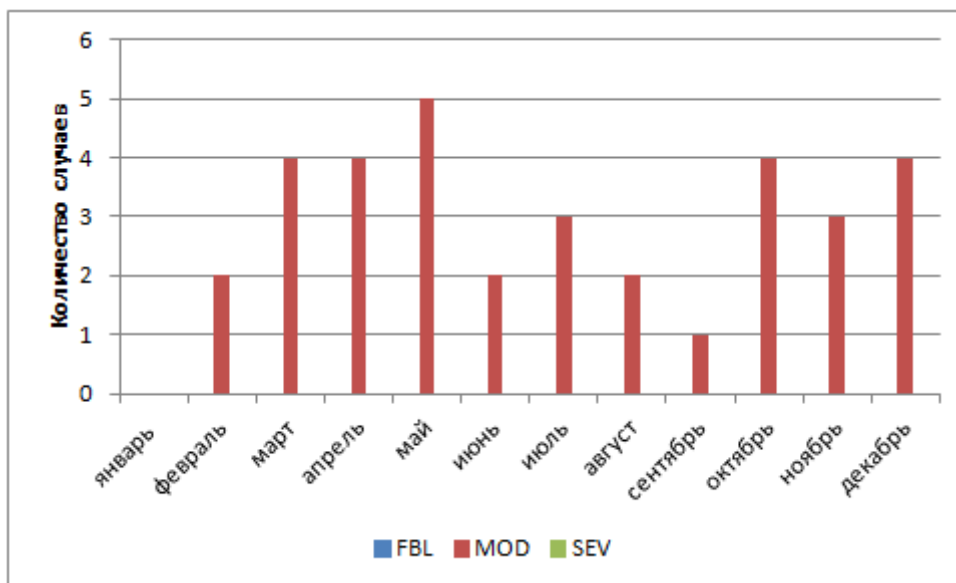


Рисунок 3.3.9– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности за 2014 год.

Из рисунка 3.3.9 можно сделать вывод о том, что в 2014 году все случаи сдвига ветра были умеренной интенсивности, причем приходилось на осенне-зимний и зимне-весенний период. Максимальное количество случаев сдвига ветра было зарегистрировано в мае (5 случаев).

На рисунке 3.3.10 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2015 год по месяцам.

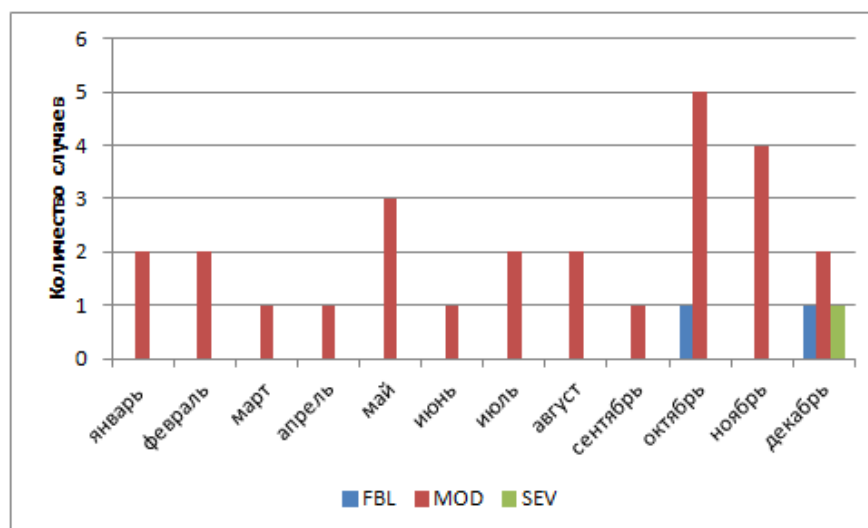


Рисунок 3.3.10– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности за 2015 год.

Из рисунка 3.3.10 можно сделать вывод о том, что в 2015 году большинство случаев сдвига ветра было умеренной интенсивности, причем приходилось на осенне-зимний период. Максимальное количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано в октябре (5 случаев), а также в декабре сдвиг ветра сильной интенсивности (1 случай).

На рисунке 3.3.11 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2016 год по месяцам.

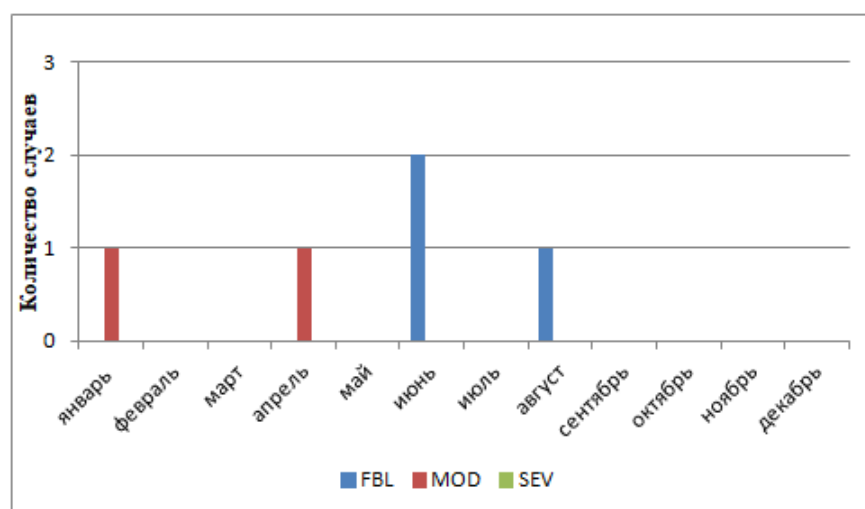


Рисунок 3.3.11– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности за 2016 год.

Из рисунка 3.3.11 можно сделать вывод о том, что в 2016 году большинство случаев сдвига ветра было слабой интенсивности, причем приходилось на летний период. В июне было зарегистрировано 2 случая сдвига ветра слабой интенсивности. Количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано по-прежнему в зимне-весенний период—в январе (1 случай) и в апреле (1 случай), а также в декабре сдвиг ветра сильной интенсивности (1 случай).

На рисунке 3.3.12 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2017 год по месяцам.

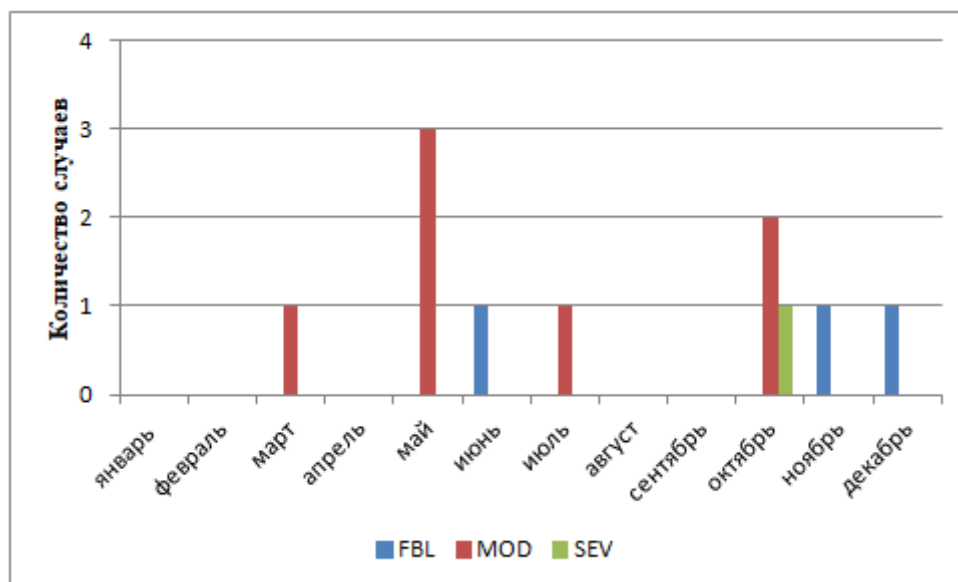


Рисунок 3.3.12– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности за период 2017 год

Из рисунка 3.3.12 можно сделать вывод о том, что в 2017 году большинство случаев сдвига ветра было умеренной интенсивности, причем приходилось на осеннее - зимний и весенний период. Максимальное количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано в мае (3 случая), а также был в октябре сдвиг ветра сильной интенсивности (1 случай).

На рисунке 3.3.13 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2018 год по месяцам.

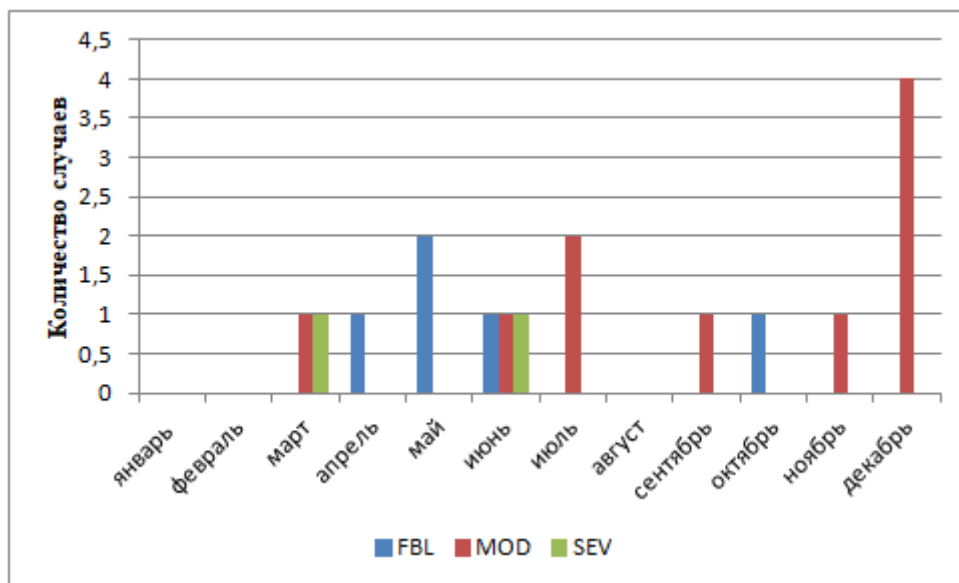


Рисунок 3.3.13– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности за 2018 год по месяцам.

Из рисунка 3.3.13 можно сделать вывод о том, что в 2018 году большинство случаев сдвига ветра было умеренной интенсивности, причем приходилось на осенне-зимний и весенний период. Максимальное количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано в декабре (4 случая), а также в марте и июне был сдвиг ветра сильной интенсивности (по 1 случаю соответственно).

На рисунке 3.3.14 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2019 год по месяцам.

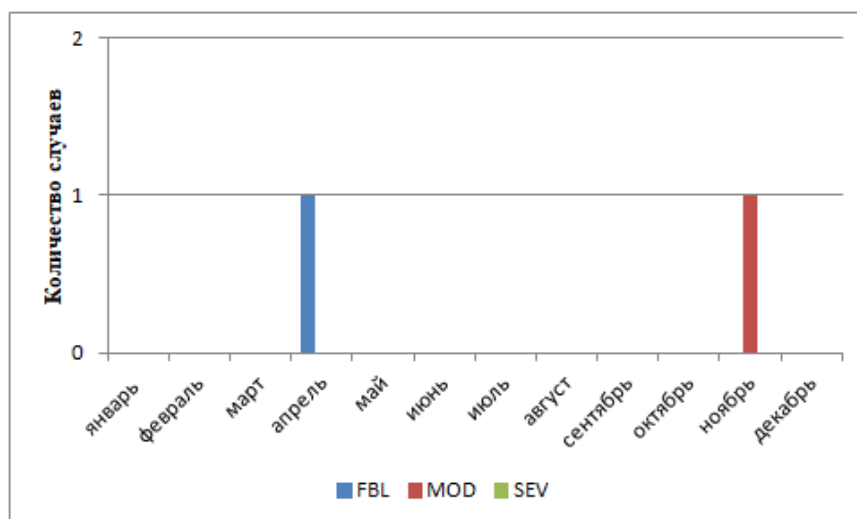


Рисунок 3.3.14– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности по месяцам за 2019 год.

Из рисунка 3.3.14 можно сделать вывод о том, что в 2019 году случаев сдвига ветра слабой и умеренной интенсивности было в равном количестве, причем они приходились на осенний и весенний период. Количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано в ноябре (1 случай) и в апреле 1 случай сдвига ветра слабой интенсивности.

На рисунке 3.3.15 отображены данные о сдвиге ветра по интенсивности за 2020 год по месяцам.

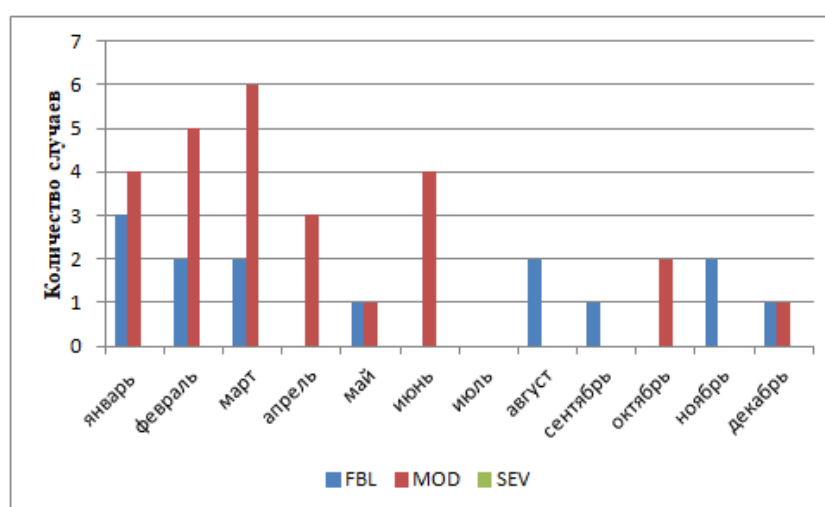


Рисунок 3.3.15– Количество случаев сдвига ветра по интенсивности по месяцам за 2020 год.

Из рисунка 3.3.15 можно сделать вывод о том, что в 2020 году большинство случаев сдвига ветра было умеренной интенсивности, причем приходилось на зимне-весенний период. Максимальное количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано в марте 2020 года (6 случаев). Максимальное количество случаев сдвига ветра слабой интенсивности приходилось на зимний период. Экстремум зарегистрирован в январе (3 случая).

Анализ данных о сдвиге ветра по высотам за исследуемый период 2014-2020 гг.

На рисунке 3.3.16 отображены данные о сдвиге по высотам за весь период 2014-2020 гг. по годам.

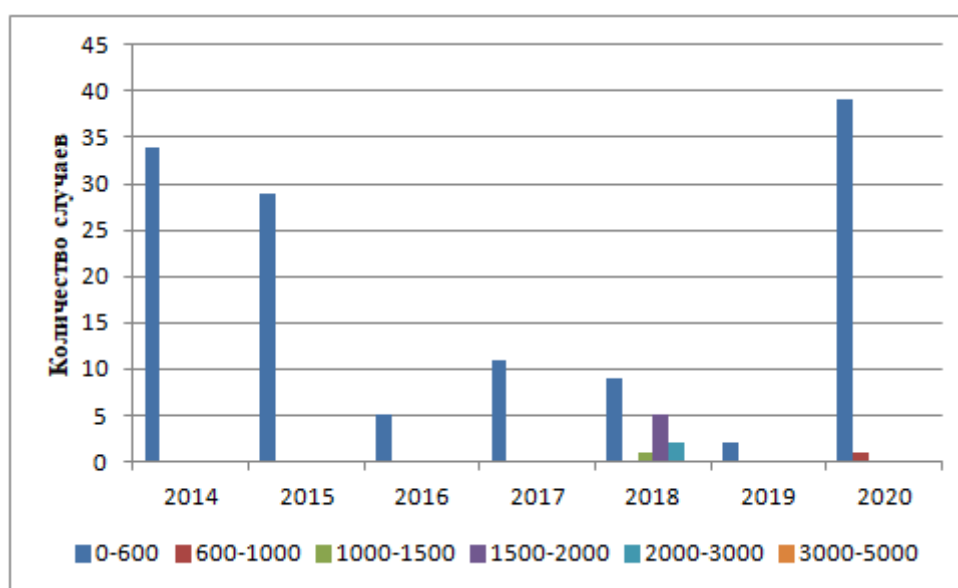


Рисунок 3.3.16–Количество случаев сдвига ветра по высотам за период 2014-2020 гг. по годам.

Из рисунка 3.3.16 можно сделать вывод о том, что наибольшее количество случаев сдвига ветра наблюдалось в приземном слое (0-600 м) и приходилось на 2020 год (39 случаев). В слое 600-1000 м был зарегистрирован всего 1 случай сдвига ветра в 2020 году. Также

присутствовал сдвиг ветра на эшелонах выше приземного слоя атмосферы (5 случаев в слое 1500-2000м)

На рисунке 3.3.17 отображены данные о сдвиге по высотам за весь период 2014-2020 гг. по месяцам.

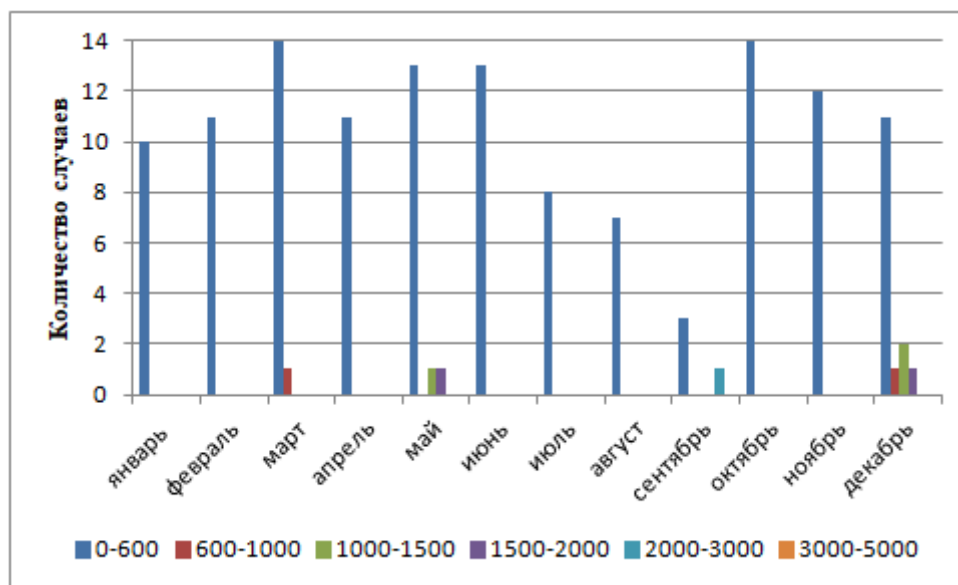


Рисунок 3.3.17– Количество случаев сдвига ветра по высотам за исследуемый период по месяцам.

Из рисунка 3.3.17 можно сделать вывод о том, что наибольшее количество случаев сдвига ветра в приземном слое (0-600м) приходилось на зимне-весенний, осенний период. Максимальное количество случаев сдвига ветра в приземном слое было в марте и октябре (по 14 случаев соответственно) за весь период с 2014 по 2020 гг.

В таблице 3.3.2 представлено количество случаев сдвига ветра по высотам и интенсивности за период 2014-2020 гг.

Таблица 3.3.2 – Количество случаев сдвига ветра по высотам и интенсивности за период 2014-2020 гг.

По высотам, м	Интенсивность сдвига ветра		
	FBL	MOD	SEV
0-600	26	100	4
600-1000	—	2	—
1000-1500	1	2	—
1500-2000	1	1	—
2000-3000	—	1	—
3000-5000	—	—	—

На рисунке 3.3.18 отображены данные о сдвиге ветра слабой интенсивности по высотам за период 2014-2020 гг.

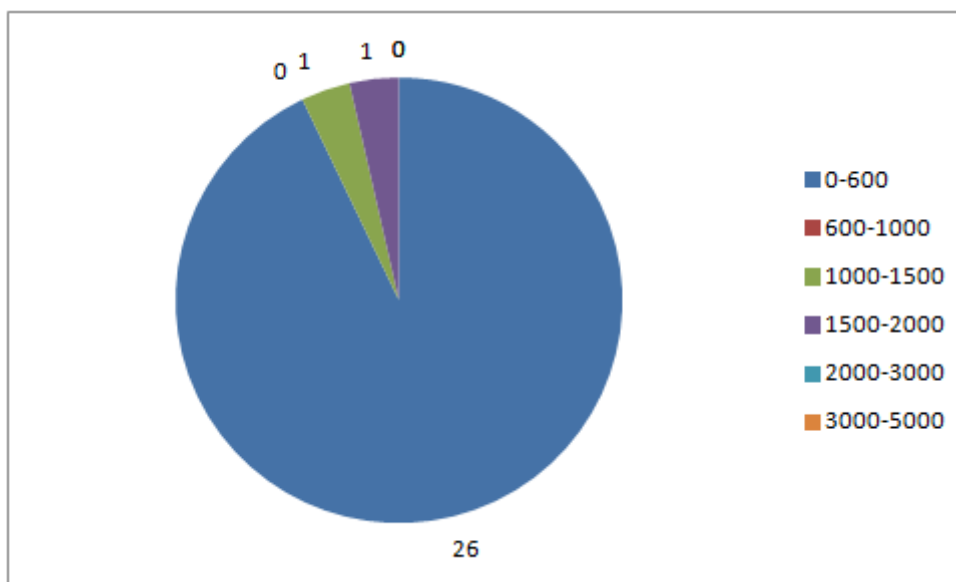


Рисунок 3.3.18 – Количество случаев сдвига ветра слабой интенсивности по высотам за 2014-2020 гг.

Из рисунка 3.3.18 можно сделать вывод о том, что наибольшее количество случаев сдвига ветра слабой интенсивности было зарегистрировано в слое 0-600м (26 случаев).

На рисунке 3.3.19 отображены данные о сдвиге ветра умеренной интенсивности по высотам за период 2014-2020 гг.

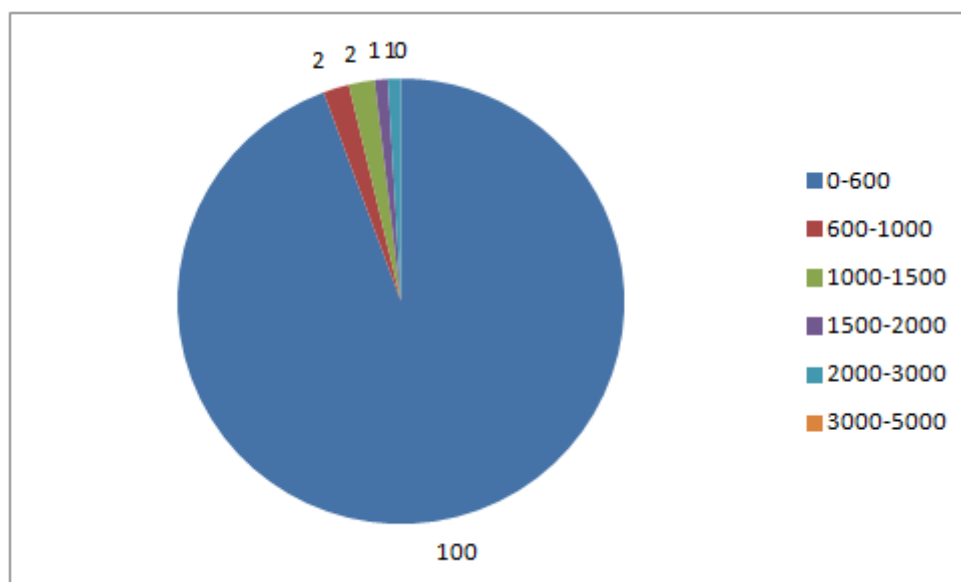


Рисунок 3.3.19 – Количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности по высотам за 2014-2020 гг.

Из рисунка 3.3.19 видно, что наибольшее количество случаев сдвига ветра умеренной интенсивности было зарегистрировано в слое 0-600м (100 случаев) за период с 2014 по 2020 гг.

На рисунке 3.3.20 отображены данные о сдвиге ветра сильной интенсивности по высотам за период 2014-2020 гг.

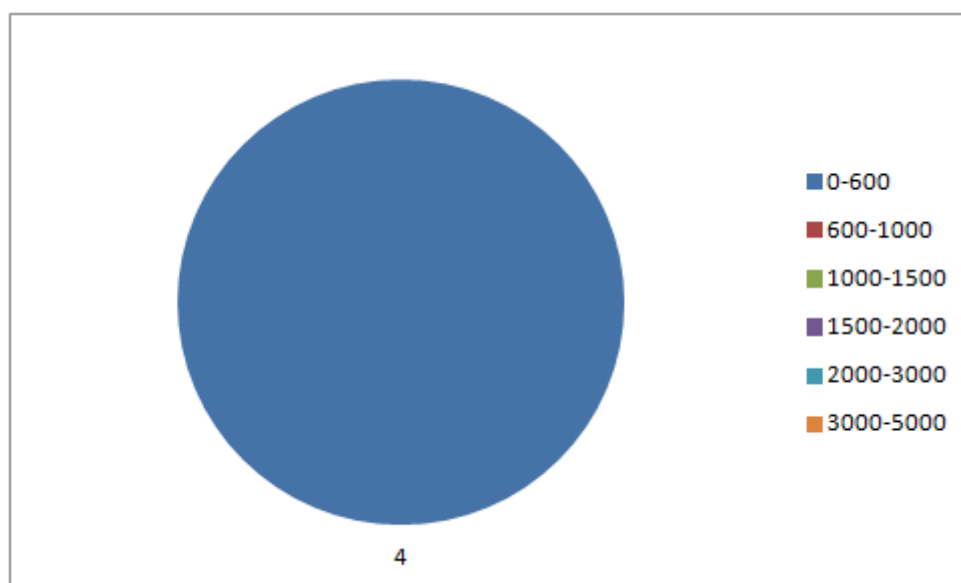


Рисунок 3.3.20 – Количество случаев сдвига ветра сильной интенсивности по высотам за 2014-2020 гг.

Из рисунка 3.3.20 видно, что случаев сдвига ветра сильной интенсивности было зарегистрировано всего 4 случая, причем в слое 0-600м.

Анализ данных о сдвиге ветра по высотам и интенсивности за исследуемый период 2014-2020 гг.

На рисунке 3.3.21 отображены данные о сдвиге ветра в слое 0-600м по интенсивности за период 2014-2020 гг.

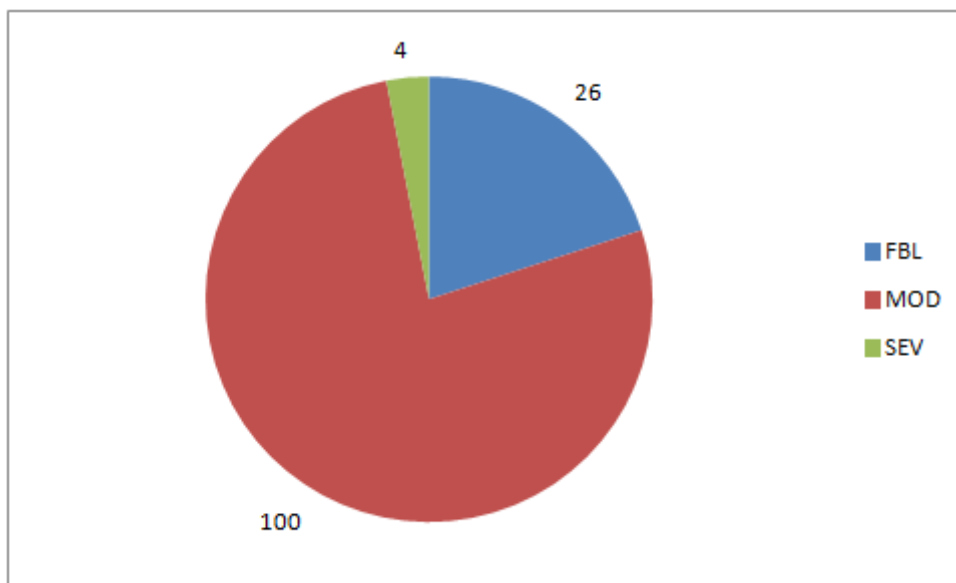


Рисунок 3.3.21 – Количество случаев сдвига ветра в приземном слое за исследуемый период с 2014 по 2020 гг.

Из рисунка 3.3.21 видно, что в слое 0-600м наибольшее количество случаев сдвига ветра было зарегистрировано умеренной интенсивности (100 случаев).

3.4 Типовые синоптические ситуации применительно к условиям аэродрома Сургут

Наиболее благоприятной синоптической ситуацией для усиления сдвига ветра в инверсионном слое являются условия ночной приземной радиационной инверсии температуры при ясной (или малооблачной) погоде

на периферии антициклона (или циклона) с увеличением горизонтального барического градиента, наблюдаемом ночью в связи с приближением ложбины или фронта к району аэродрома, в частности при переносе тепла на верхней границе пограничного слоя атмосферы (например, на карте АТ850). В таких условиях во второй половине ночи в инверсионном слое могут формироваться очень выраженные вертикальные профили ветра, а в верхнем инверсионном слое (выше 50-60 м от поверхности земли) обычно наблюдаются наиболее сильные вертикальные сдвиги ветра. Если в вечернее время (перед заходом Солнца) наблюдается усиление ветра (на высоте и у поверхности земли), то инверсия температуры не происходит из-за сильной турбулентности, и в этом случае не возникают сильные вертикальные сдвиги ветра.

Таблица 3.4.1 – Типовые синоптические ситуации за 2014-2020 гг.

Синоптическая ситуация	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всего
Ось ложбины	20	11		4	13		9	57
Передняя часть Zn	3	10	2	1			7	23
Тыловая часть Zn		5	1				1	7
Барический гребень	6			3	2	1	9	21
Антициклон							4	4
Периферия Az	4		1		2	1	7	15
Центр Zn	1	3	1				3	8
Теплый сектор Zn				3				3
Всего	34	29	5	11	17	2	40	138

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из таблицы 3.4.1 видно, что наиболее повторяющейся синоптической ситуацией является ложбина. Наибольшие значения приходятся на 2014 и 2018 годы (по 20 и 13 случаев соответственно)

Ниже приведен график количества случаев сдвига ветра в зависимости от синоптической ситуации за 2014-2020 гг. (рисунок 3.4.1).

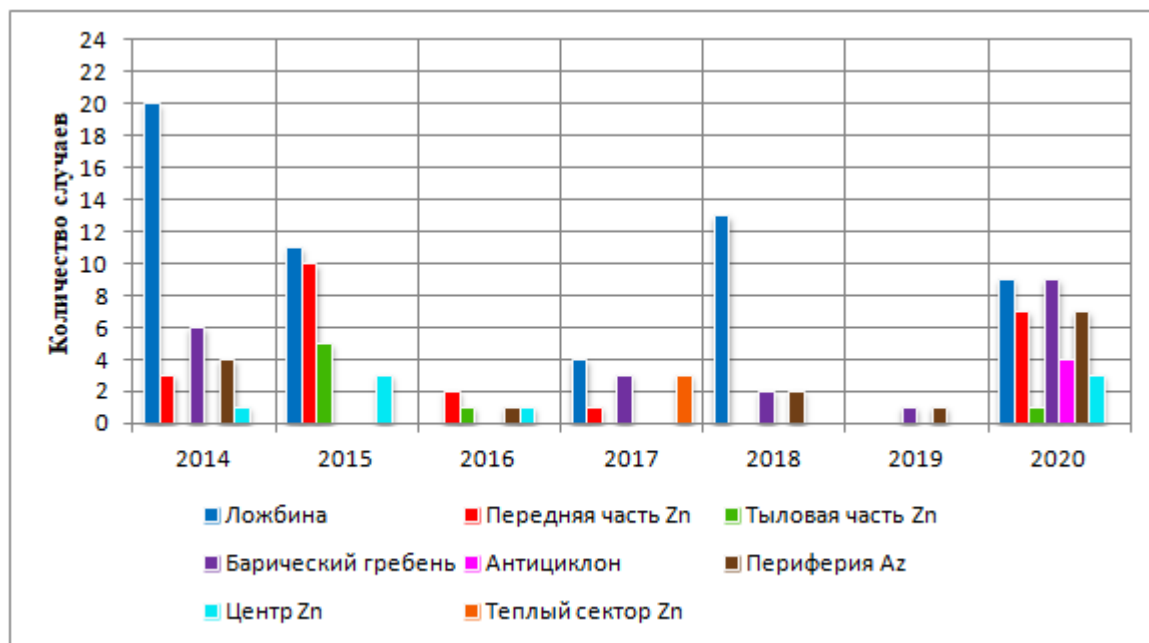


Рисунок 3.4.1 – Типовые синоптические ситуации за 2014-2020 гг

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.1 видно, что наиболее повторяющейся синоптической ситуацией является ось ложбины.

Наиболее повторяющаяся синоптическая ситуация представлена на графике ниже. (Рисунок 3.4.2)

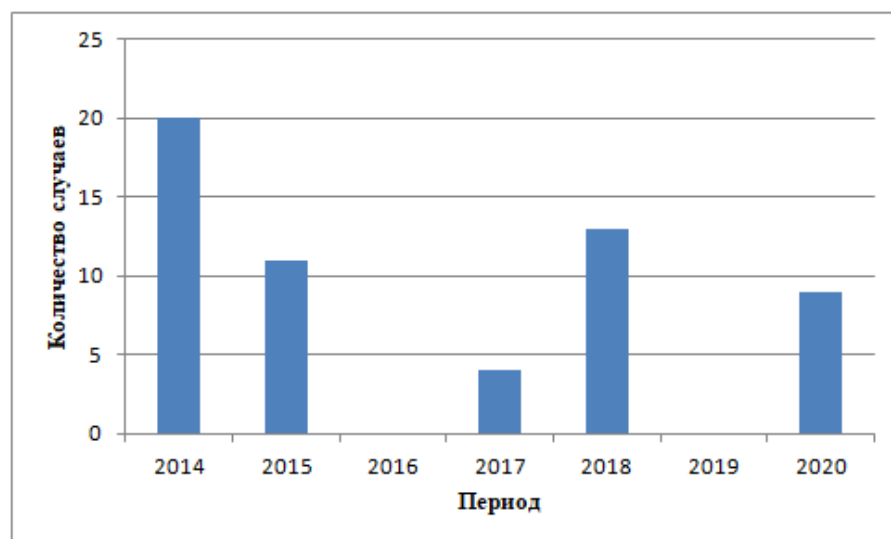


Рисунок 3.4.2 – Количество случаев синоптической ситуации - ось ложбины за 2014-2020 гг.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.2 видно, что наиболее повторяющейся синоптической ситуацией является ось ложбины в 2014 году (20 случаев).

На рисунке 3.4.3 представлено количество случаев синоптической ситуации – передняя часть Z_n за 2014-2020 гг.

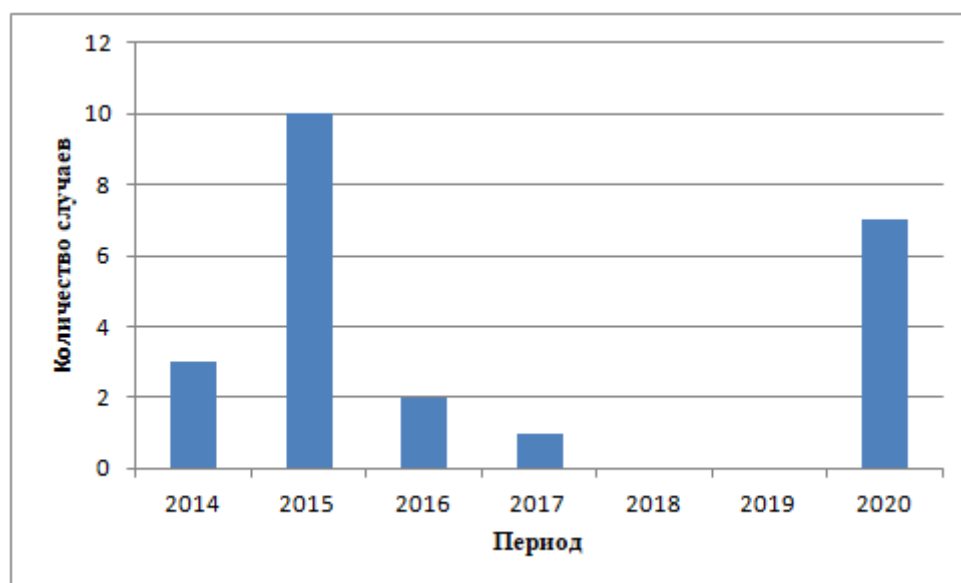


Рисунок 3.4.3 – Количество случаев синоптической ситуации - передняя часть Z_n за 2014-2020 гг.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.3 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации передняя часть Zп приходится на 2015 год (10 случаев).

На рисунке 3.4.4 представлено количество случаев синоптической ситуации—тыловая часть Zп за 2014-2020 гг.

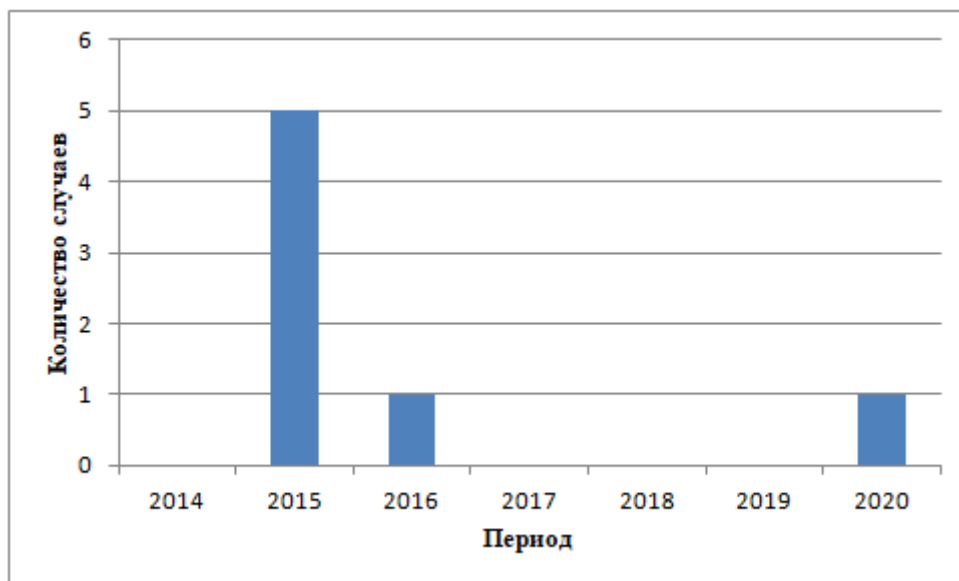


Рисунок 3.4.4 – Количество случаев синоптической ситуации - тыловая часть Zп за исследуемый период.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.4 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации тыловая часть Zп приходится на 2015 год (5 случаев).

На рисунке 3.4.5 представлено количество случаев сдвига ветра при синоптической ситуации ось барического гребня за 2014-2020 гг.

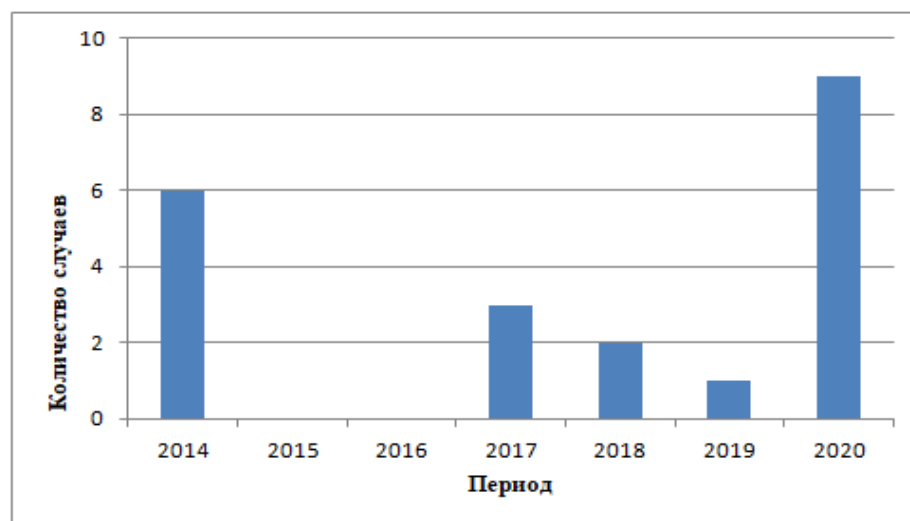


Рисунок 3.4.5 – Количество случаев синоптической ситуации – ось барического гребня за 2014-2020 гг.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.5 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации ось барического гребня приходится на 2020 год (9 случаев).

На рисунке 3.4.6 представлено количество случаев сдвига ветра при синоптической ситуации антициклон за период 2014-2020 гг.



Рисунок 3.4.6 – Количество случаев синоптической ситуации – антициклон за исследуемый период.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.6 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации антициклон приходится на 2020 г (4 случая), в другие периоды случаев не наблюдалось вовсе.

На рисунке 3.4.7 представлено количество случаев сдвига ветра при синоптической ситуации периферия антициклона за период 2014-2020 гг.

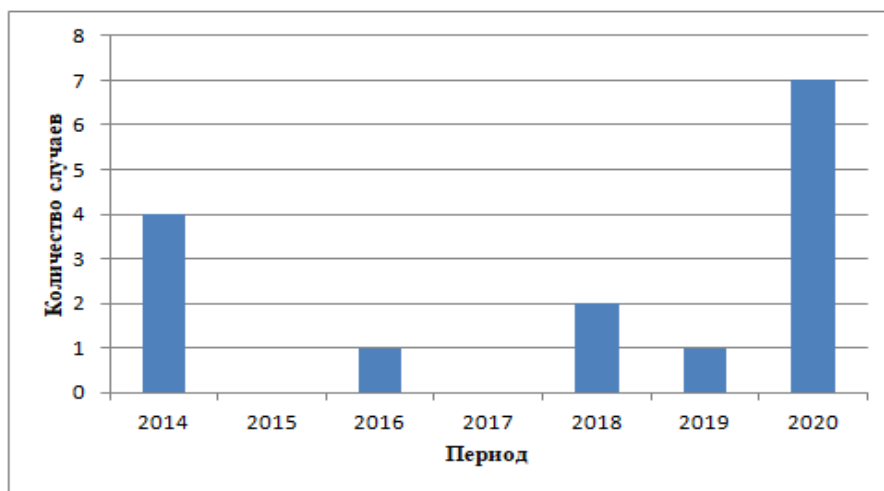


Рисунок 3.4.7 – Количество случаев синоптической ситуации – периферия Az за исследуемый период.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.7 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации периферия антициклона приходится на 2020 год (7 случаев). Минимальное количество приходилось на 2016 и 2019 годы (по одному случаю соответственно), в 2015 году не наблюдалось вовсе.

На рисунке 3.4.8 представлено количество случаев сдвига ветра при синоптической ситуации центр циклона за период 2014-2020 гг.

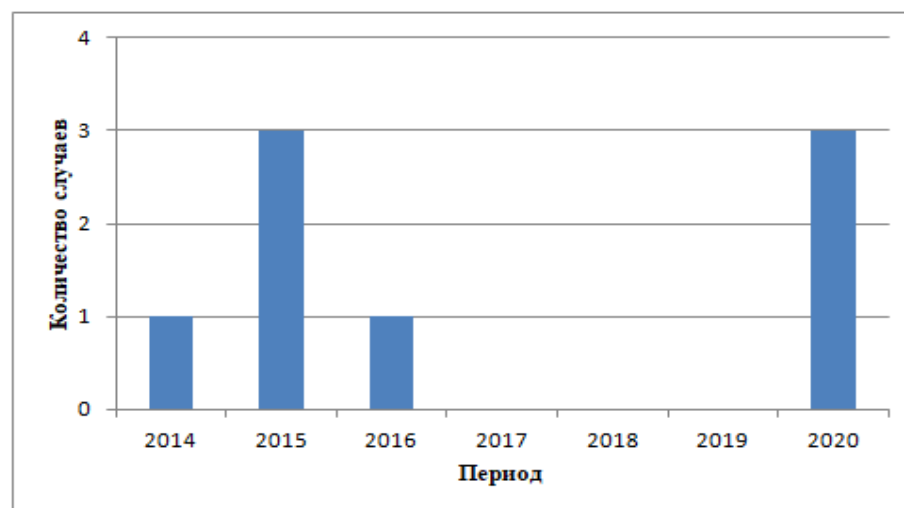


Рисунок 3.4.8 – Количество случаев синоптической ситуации –центр Zp за исследуемый период.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.8 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации центр циклона приходится на 2015 и 2020 год (по 3 случая соответственно). С 2017 по 2019 год случаев не наблюдалось.

На рисунке 3.4.9 представлено количество случаев сдвига ветра при синоптической ситуации теплый сектор циклона за период 2014-2020 гг.

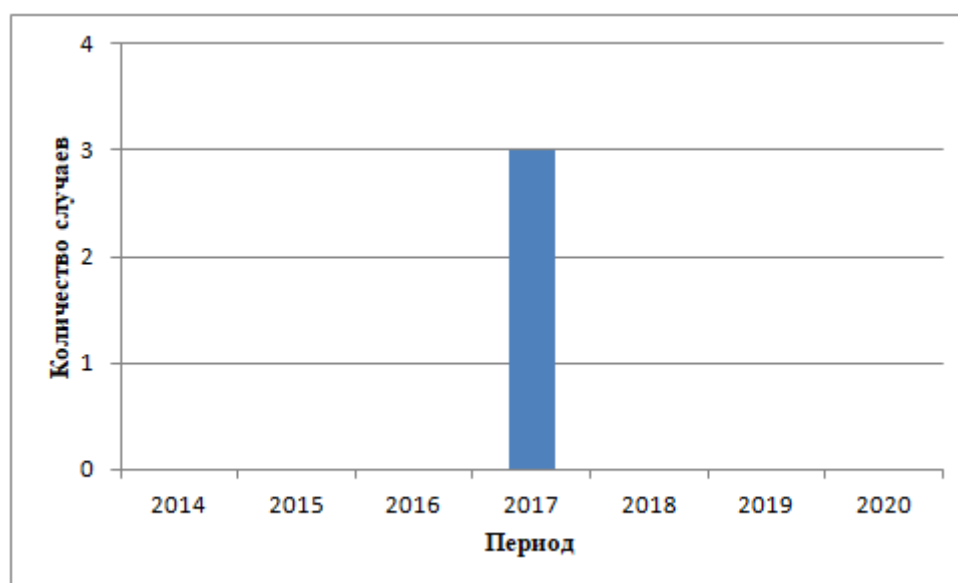


Рисунок 3.4.9 – Количество случаев синоптической ситуации – теплый сектор Zp за исследуемый период.

Был проведен анализ высотных и приземных синоптических карт в соответствии с датами и количеством случаев сдвига ветра за 2014-2020 гг. Из рисунка 3.4.9 видно, что наибольшее количество случаев синоптической ситуации центр циклона приходится на 2017 год (3 случая). В другие года такой синоптической ситуации не наблюдалось.

На рисунке 3.4.10 приведено общее количество сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2014-2020 гг.

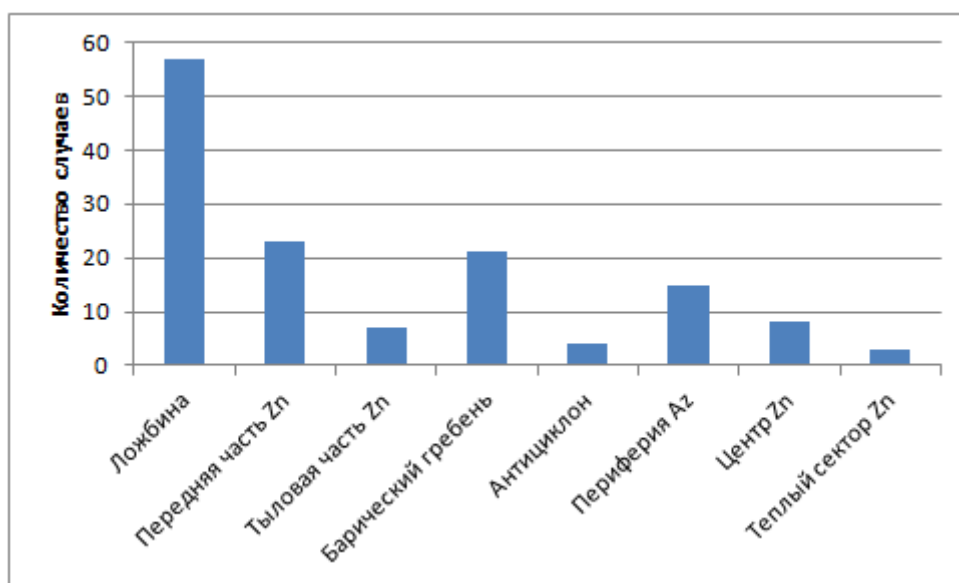


Рисунок 3.4.10 – Общее количество случаев синоптических ситуаций за исследуемый период с 2014 по 2020 гг.

Проанализировав рисунок 3.4.10, можно сделать вывод о том, что наибольшее количество сдвига ветра наблюдалось при синоптической ситуации ось ложбины (57 случаев) по всему исследуемому периоду с 2014 по 2020 гг.

На рисунке 3.4.11 приведена повторяемость (%) количества случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2014-2020 гг.

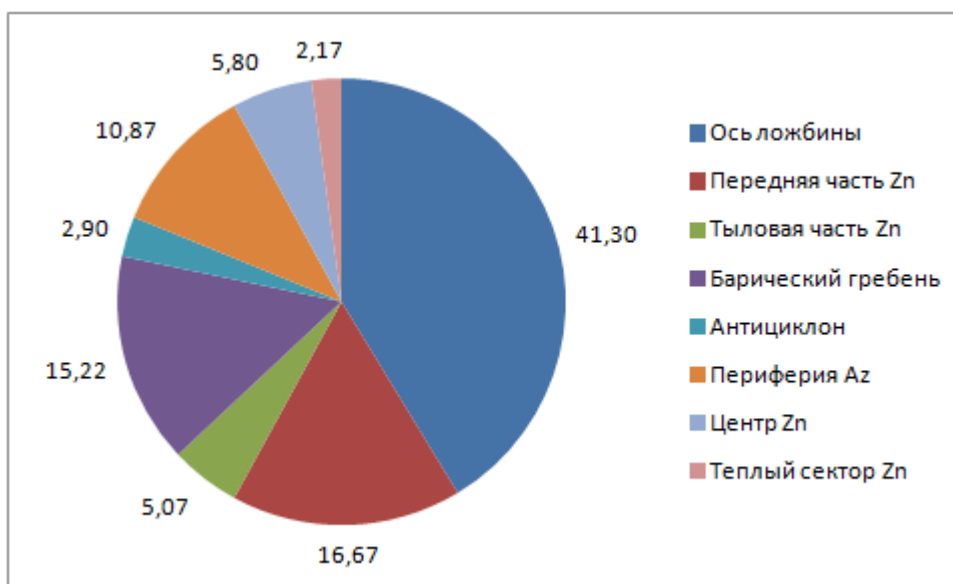


Рисунок 3.4.11 – повторяемость (%) количества случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2014-2020 гг.

Проанализировав рисунок 3.4.11, можно сделать вывод о том, что наибольшая повторяемость количество сдвига ветра наблюдалось при синоптической ситуации ось ложбины (41,3%) по всему исследуемому периоду с 2014 по 2020 гг.

На рисунке 3.4.12 представлено общее количество случаев сдвига ветра по годам за исследуемый период с 2014 по 2020 год.

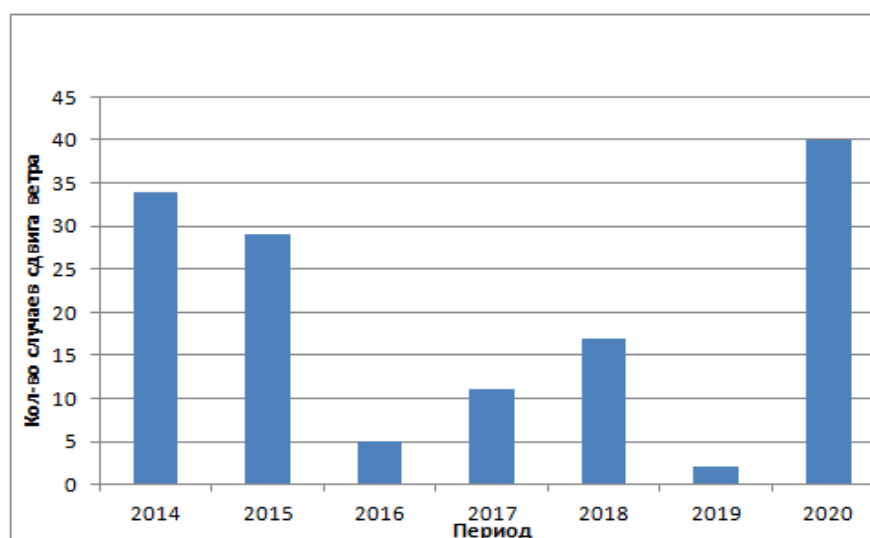


Рисунок 3.4.12 – Общее количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуаций по годам за 2014–2020 гг.

Исходя из данных на рисунке 3.4.12, можно сделать вывод о том, что максимальное количество случаев сдвига ветра приходится на 2020 год (40 случаев).

На рисунке 3.4.13 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2014 год.

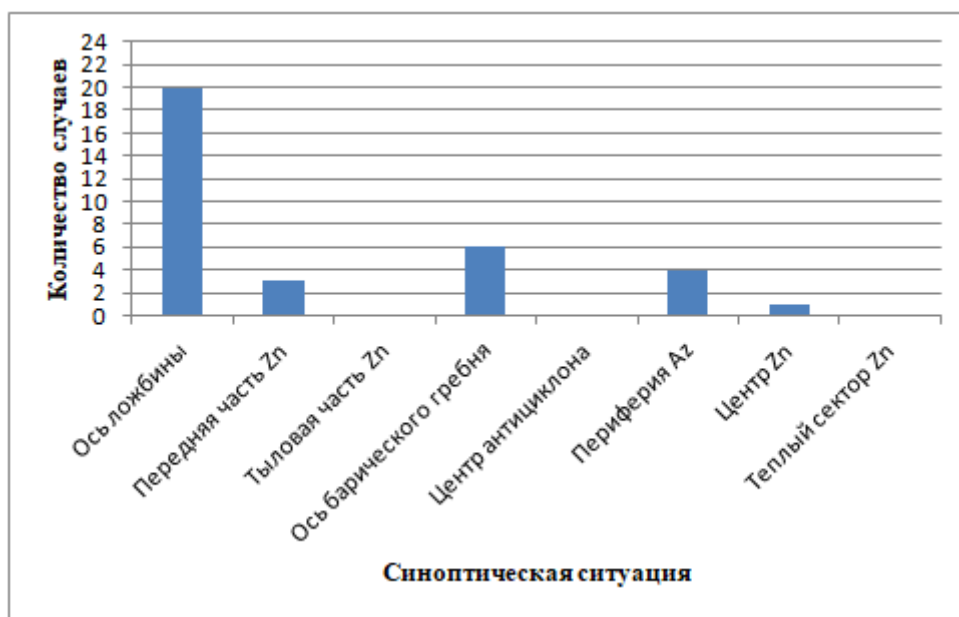


Рисунок 3.4.13 – Количество случаев сдвига ветра по различным синоптическим ситуациям за 2014 год.

Из рисунка 3.4.13 можно сделать вывод о том, что в 2014 году наибольшее количество случаев сдвига наблюдалось при синоптической ситуации ось ложбины (20 случаев), а также 6 случаев с синоптической ситуацией ось барического гребня.

На рисунке 3.4.14 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2015 год.

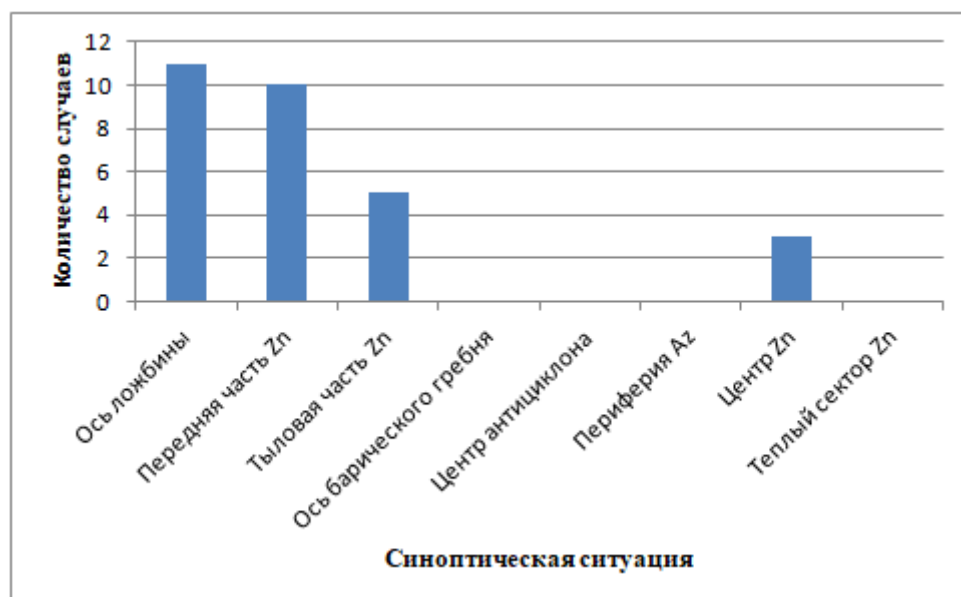


Рисунок 3.4.14 – Количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2015 год.

Из рисунка 3.4.14 можно сделать вывод о том, что в 2015 году наибольшее количество случаев сдвига наблюдалось при синоптической ситуации ось ложбины (11 случаев), а также 10 случаев с синоптической ситуацией передняя часть циклона с влиянием теплого фронта.

На рисунке 3.4.15 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2016 год.

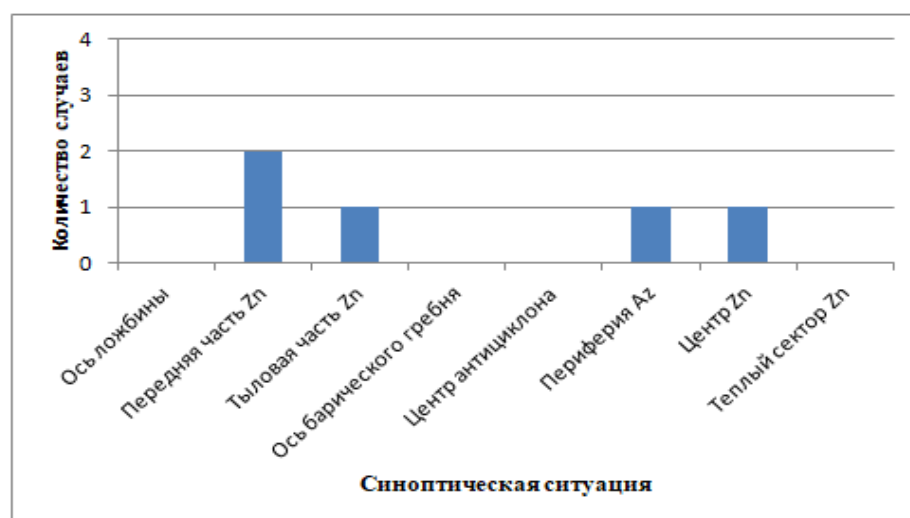


Рисунок 3.4.15 – Количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2016 год.

Из рисунка 3.4.15 можно сделать вывод о том, что в 2016 году наибольшее количество случаев сдвига наблюдалось при синоптической ситуации передняя часть циклона с влиянием теплого фронта (2 случая).

На рисунке 3.4.16 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2017 год.

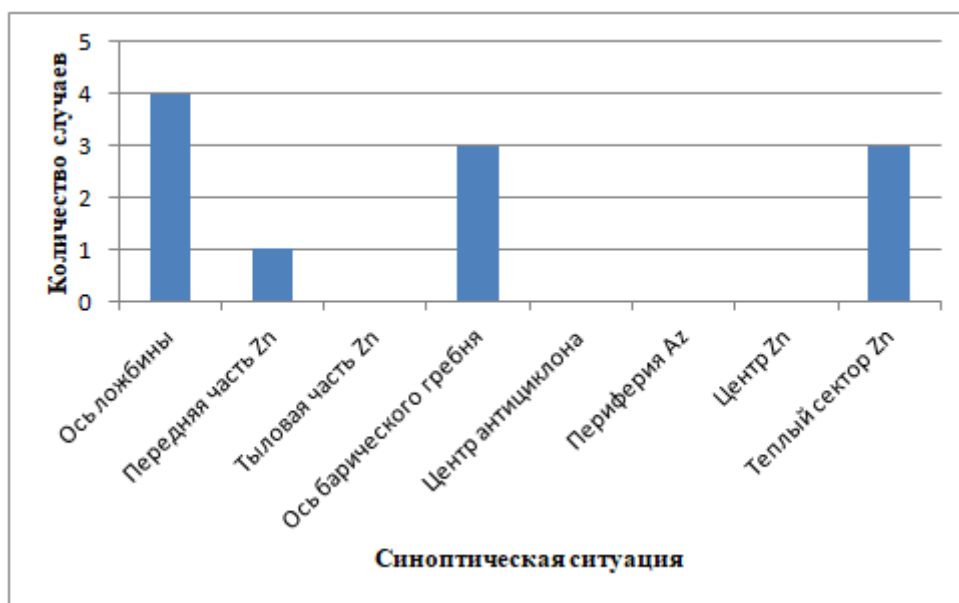


Рисунок 3.4.16 – Количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2017 год.

Из рисунка 3.4.16 можно сделать вывод о том, что в 2017 году наибольшее количество случаев сдвига наблюдалось при синоптической ситуации ось ложбины (4 случая). Также сдвиг ветра наблюдался при синоптических ситуациях ось барического гребня и теплый сектор циклона (по 3 случая соответственно).

На рисунке 3.4.17 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2018 год.

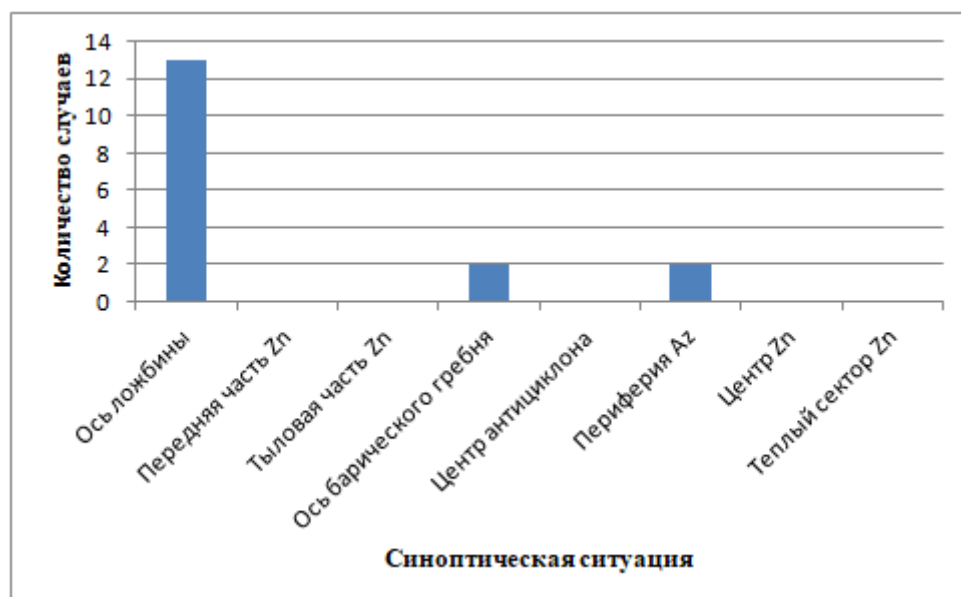


Рисунок 3.4.17 – Количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2018 год.

Из рисунка 3.4.17 можно сделать вывод о том, что в 2018 году наибольшее количество случаев сдвига наблюдалось при синоптической ситуации ось ложбины (13 случаев).

На рисунке 3.4.18 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2019 год.

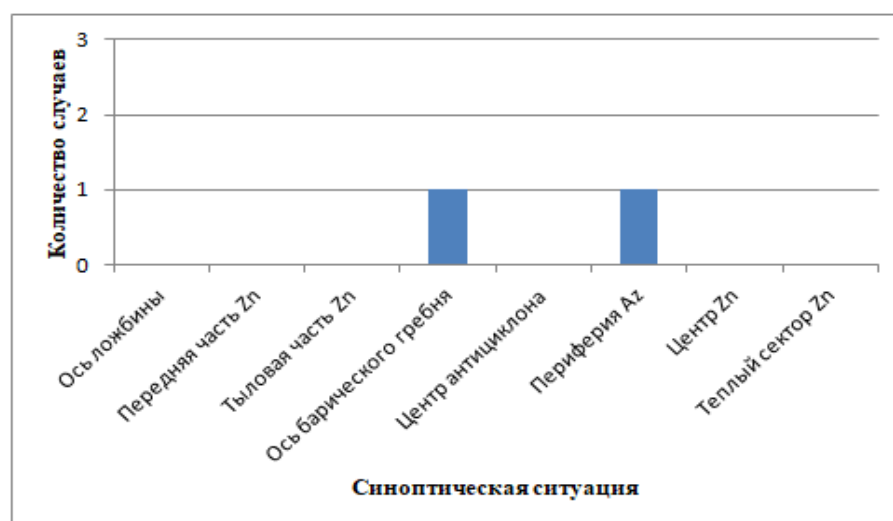


Рисунок 3.4.18 – Количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2019 год.

Из рисунка 3.4.18 можно сделать вывод о том, что в 2019 году сдвиг ветра наблюдался при синоптических ситуациях ось барического гребня и периферия антициклона (по 1 случаю соответственно).

На рисунке 3.4.19 представлено количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2020 год.

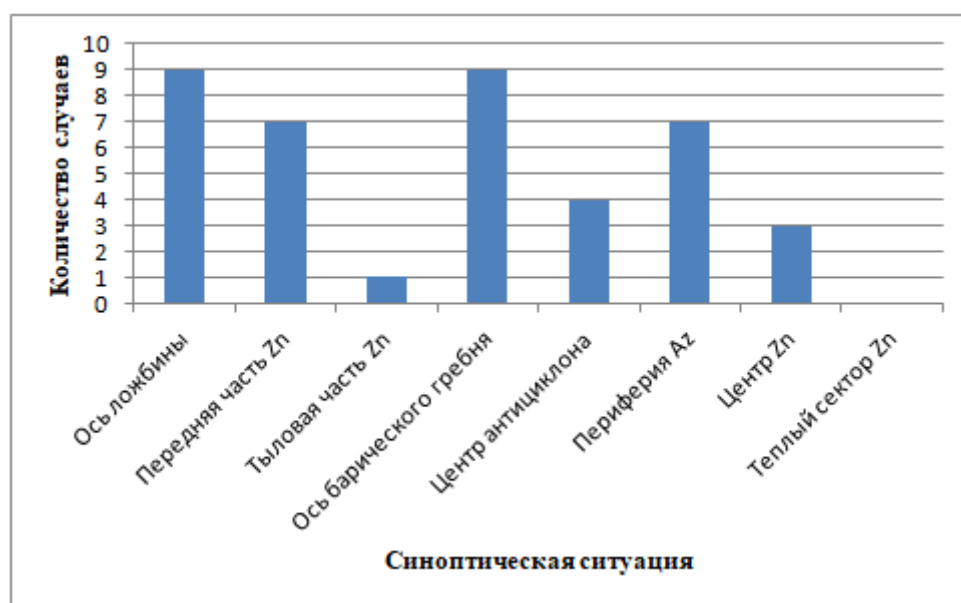


Рисунок 3.4.19 – Количество случаев сдвига ветра при различных синоптических ситуациях за 2020 год.

Из рисунка 3.4.19 можно сделать вывод о том, что в 2020 году наибольшее количество случаев сдвига наблюдалось при синоптических ситуациях ось ложбины и ось барического гребня (по 9 случаев соответственно).

Общее количество циклонов и количество циклонов при сдвиге ветра за исследуемый период отображено в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2 – Количество циклонов за исследуемый период с 2014 по 2020 гг.

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всего
Количество циклонов	249	314	280	292	273	264	246	1918
Количество циклонов при случаях сдвига ветра	24	29	4	8	13		20	98
Повторяемость от общего числа циклонов (%)	9,64	9,24	1,43	2,74	4,76	0,00	8,13	5,11
Количество случаев сдвига ветра	34	29	5	11	17	2	40	138
Повторяемость от общего числа случаев сдвига ветра (%)	13,65	9,24	1,79	3,77	6,23	0,76	16,26	7,19

Проанализировав таблицу 3.4.2, можно сделать вывод о том, что за исследуемый период с 2014 по 2020 гг. ряд по количеству случаев сдвига ветра неоднороден и прерывист. Было принято решение провести подсчет количества барических образований (различных частей циклонов), проходящих через исследуемый пункт Сургут. Из таблицы 3.4.2 видно, что общее количество циклонов особо не рознится между собой. Таким образом, нет связи между общим количеством циклонов и количеством случаев сдвига ветра при циклонической деятельности. Максимальная повторяемость количества циклонов при случаях сдвига от общего числа циклонов приходится на 2014 год (9,64%).

На рисунке 3.4.20 отображено отношение (%) количества циклонов при случаях сдвига ветра от общего числа циклонов за 2014-2020 гг.

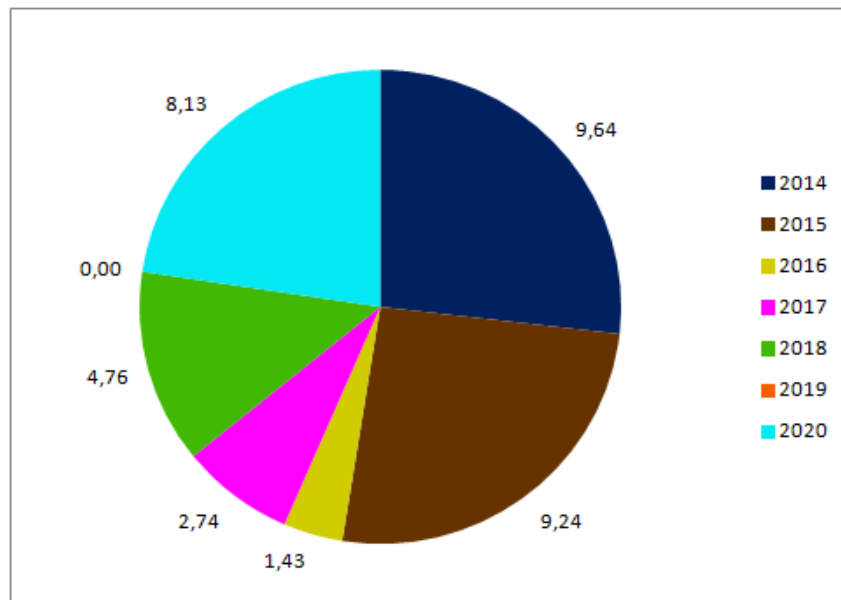


Рисунок 3.4.20 – Отношение количества циклонов при случаях сдвига ветра от общего числа циклонов за период с 2014 по 2020 гг.

Из рисунка 3.4.20 можно сделать вывод о том, что максимальная повторяемость количества циклонов при случаях сдвига ветра приходится на 2014 и 2015 год (9,64% и 9,24% соответственно).

В таблице 3.4.3 отображено общее количество антициклонов при случаях сдвига ветра от общего числа антициклонов за 2014-2020 гг.

Таблица 3.4.3 – Количество антициклонов за исследуемый период с 2014 по 2020 гг.

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всего
Количество антициклонов	116	51	85	73	92	101	119	637
Количество антициклонов при случаях сдвига ветра	10		1	3	4	1	20	39
Повторяемость от общего числа антициклонов (%)	8,62	0,00	1,18	4,11	4,35	0,99	16,81	6,12
Количество случаев сдвига ветра	34	29	5	11	17	2	40	138
Повторяемость от общего числа случаев сдвига ветра (%)	29,31	56,86	5,88	15,07	18,48	1,98	33,61	21,66

Максимальная повторяемость количества антициклонов при случаях сдвига от общего числа антициклонов приходится на 2014 год (8,62%).

На рисунке 3.4.21 отображено отношение (%) количества антициклонов при случаях сдвига ветра от общего числа антициклонов за 2014-2020 гг.

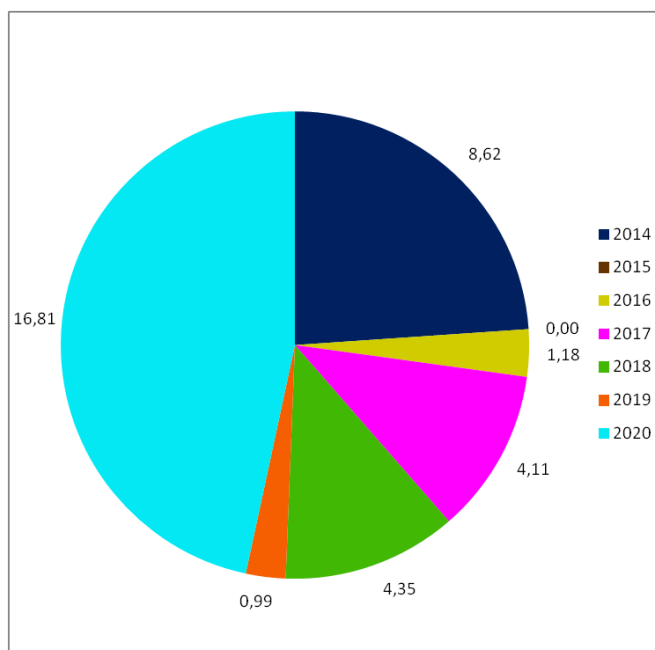


Рисунок 3.4.21 – Отношение количества антициклонов при случаях сдвига ветра от общего числа циклонов за период с 2014 по 2020 гг.

Из рисунка 3.4.21 можно сделать вывод о том, что максимальная повторяемость количества антициклонов при случаях сдвига ветра приходится на 2020 и 2014 год (16,81% и 8,62% соответственно).

Типовые синоптические ситуации.

На рисунке 3.4.22 представлена синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось барического гребня. 07.10. 2017 г. 12 UTC.

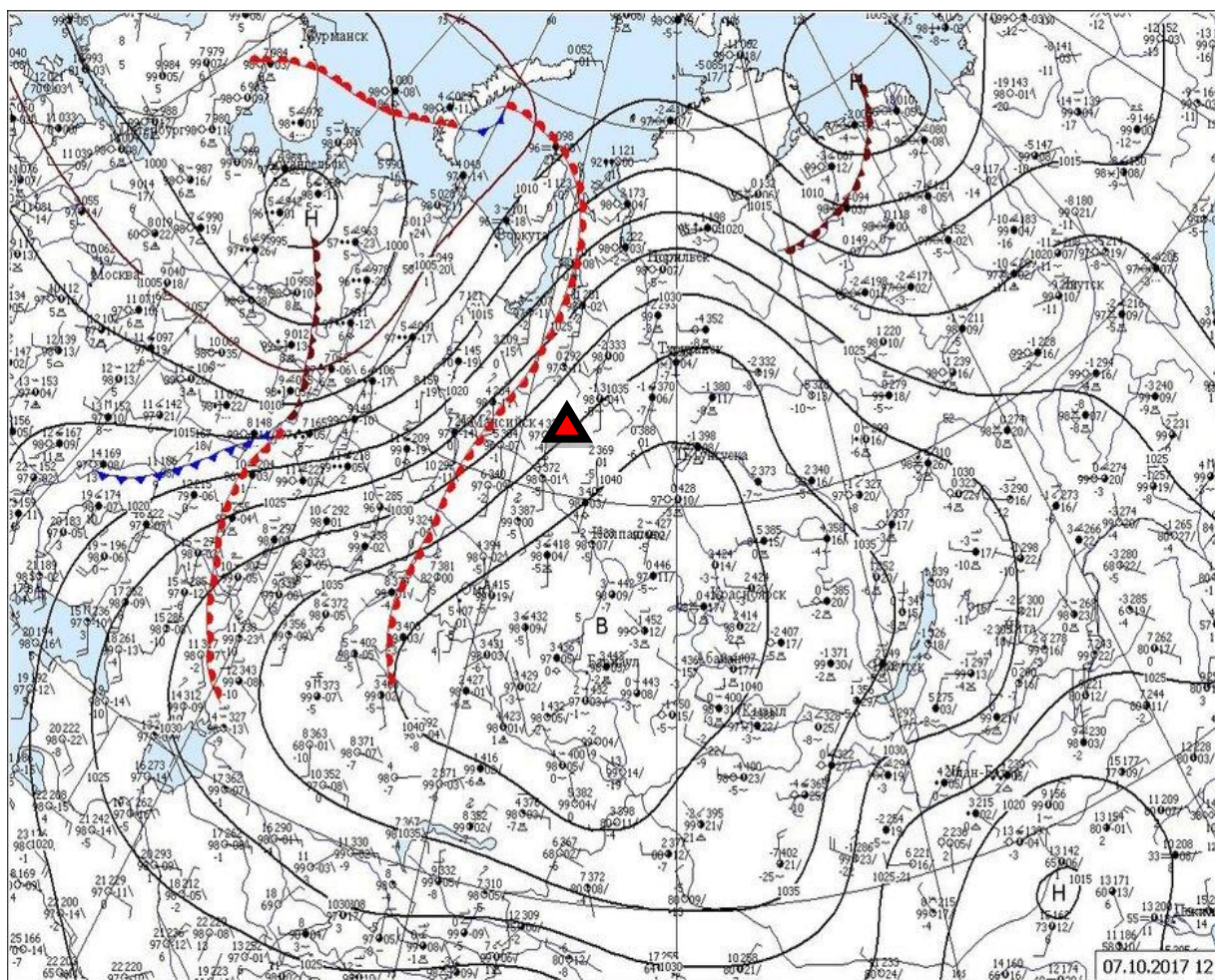


Рисунок 3.4.22 – Синоптическая ситуация над г.Сургут ось барического гребня. 07.10. 2017 г. 12 UTC.

Из рисунка 3.4.22 следует, что 07.10.2017 г. над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: ось барического гребня с рядом проходящим теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $+4.4^{\circ}\text{C}$, температура точки росы -1.5°C , давление, приведенное к уровню моря 1028,4 гПа, средняя скорость ветра 9м/с, порывы 13 м /с. В данном случае наблюдался сильный сдвиг ветра (SEV).

На рисунке 3.4.23 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось барического гребня. 07.10. 2017 г. 00 UTC.

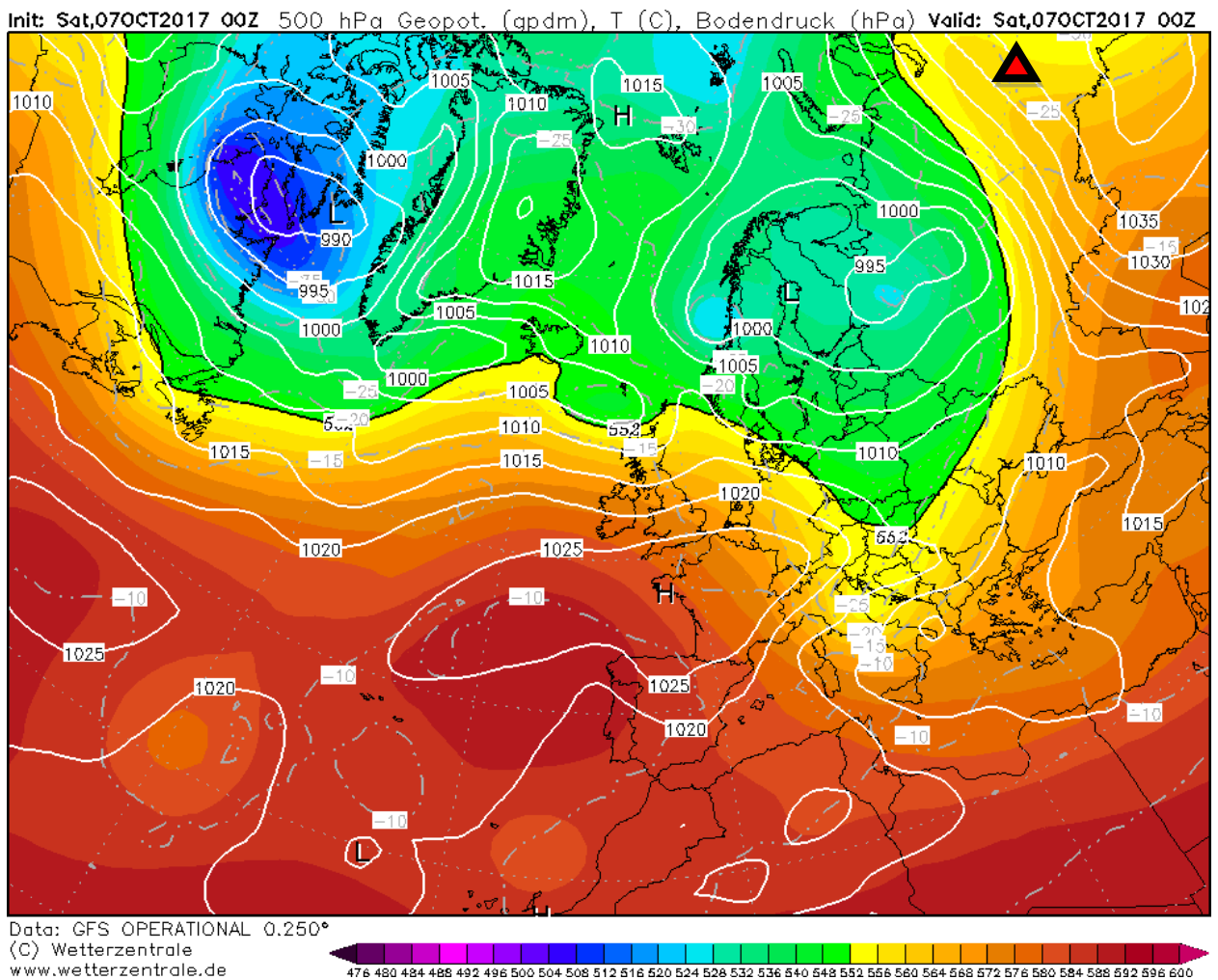


Рисунок 3.4.23 – синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось барического гребня 07.10. 2017 г. 00 UTC.

Из рисунка 3.4.23 следует, что 07.10.2017 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация оси барического гребня сохраняется.

На рисунке 3.4.24 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть ложбины. 12.03. 2018 г. 12 UTC.

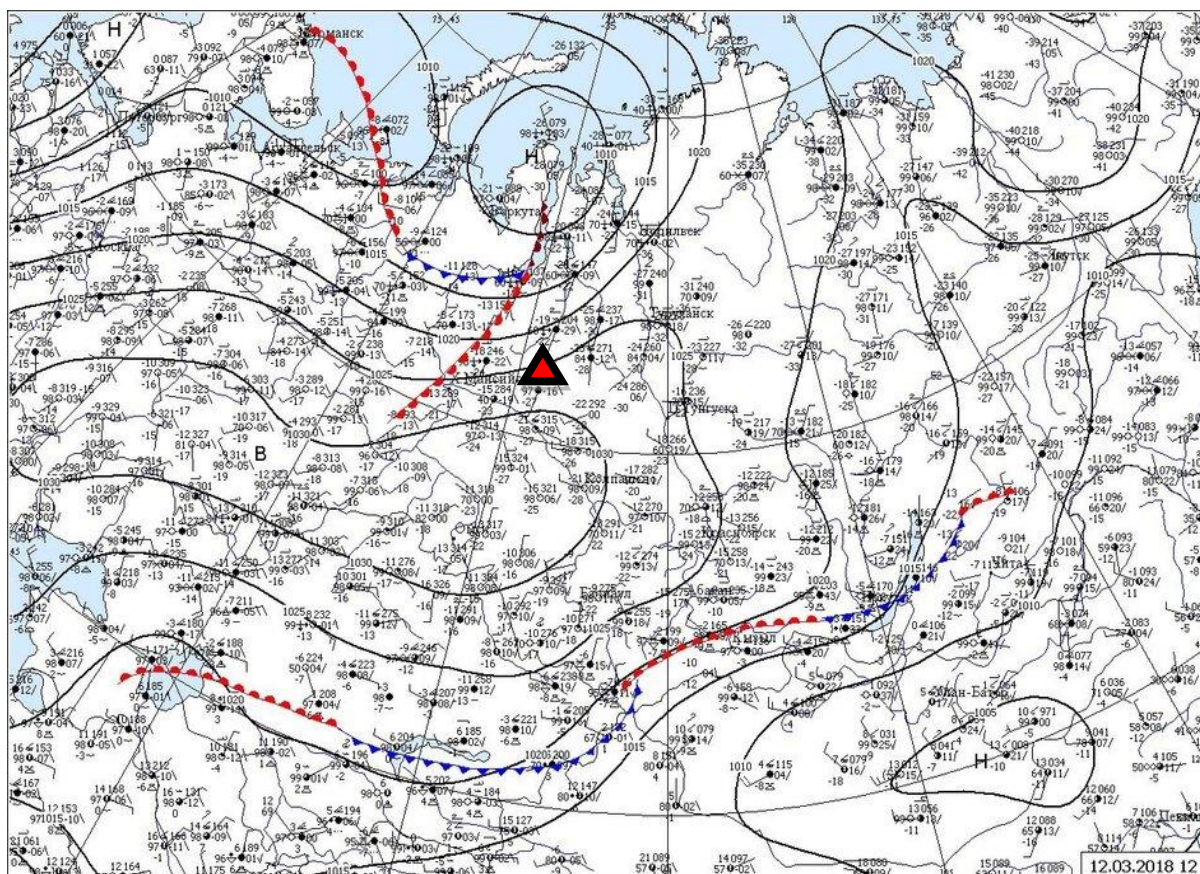


Рисунок 3.4.24 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть ложбины. 12.03. 2018 г. 12 ч.

Из рисунка 3.4.24 следует, что 12.03.2018 над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: передняя часть ложбины с рядом проходящим теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $-16,1^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $-23,4^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1025,8 гПа, средняя скорость ветра 5 м/с. В данном случае наблюдался сильный сдвиг ветра (SEV).

На рисунке 3.4.25 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Передняя часть ложбины. 12.03.2018 г. 12 UTC.

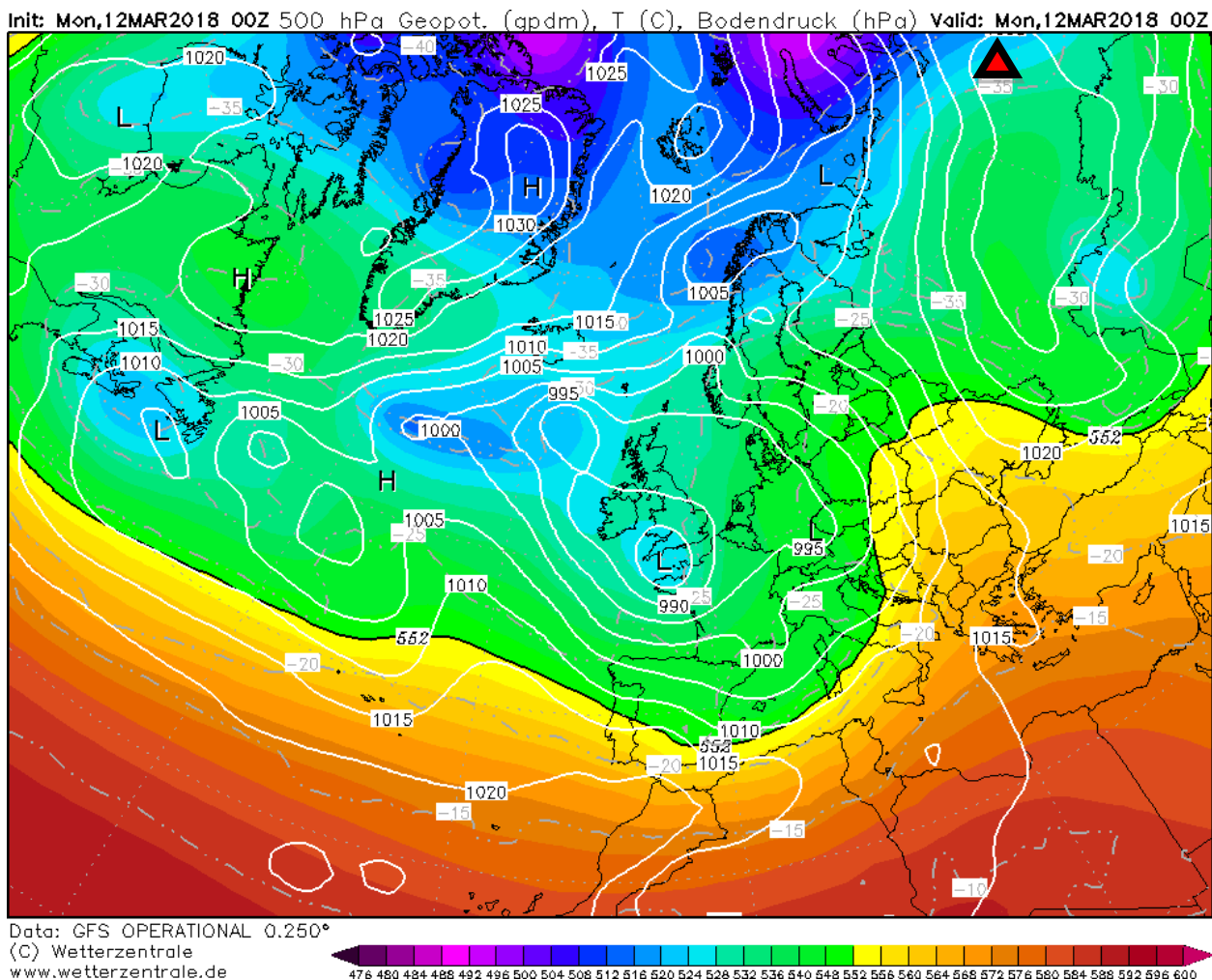


Рисунок 3.4.25 – синоптическая ситуация над г.Сургут передняя часть ложбины. 12.03. 2018 г. 00 UTC.

Из рисунка 3.4.25 следует, что 12.03.2018 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация передняя часть ложбины сохраняется.

На рисунке 3.4.26 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины. 06.06. 2018 г. 00 UTC.

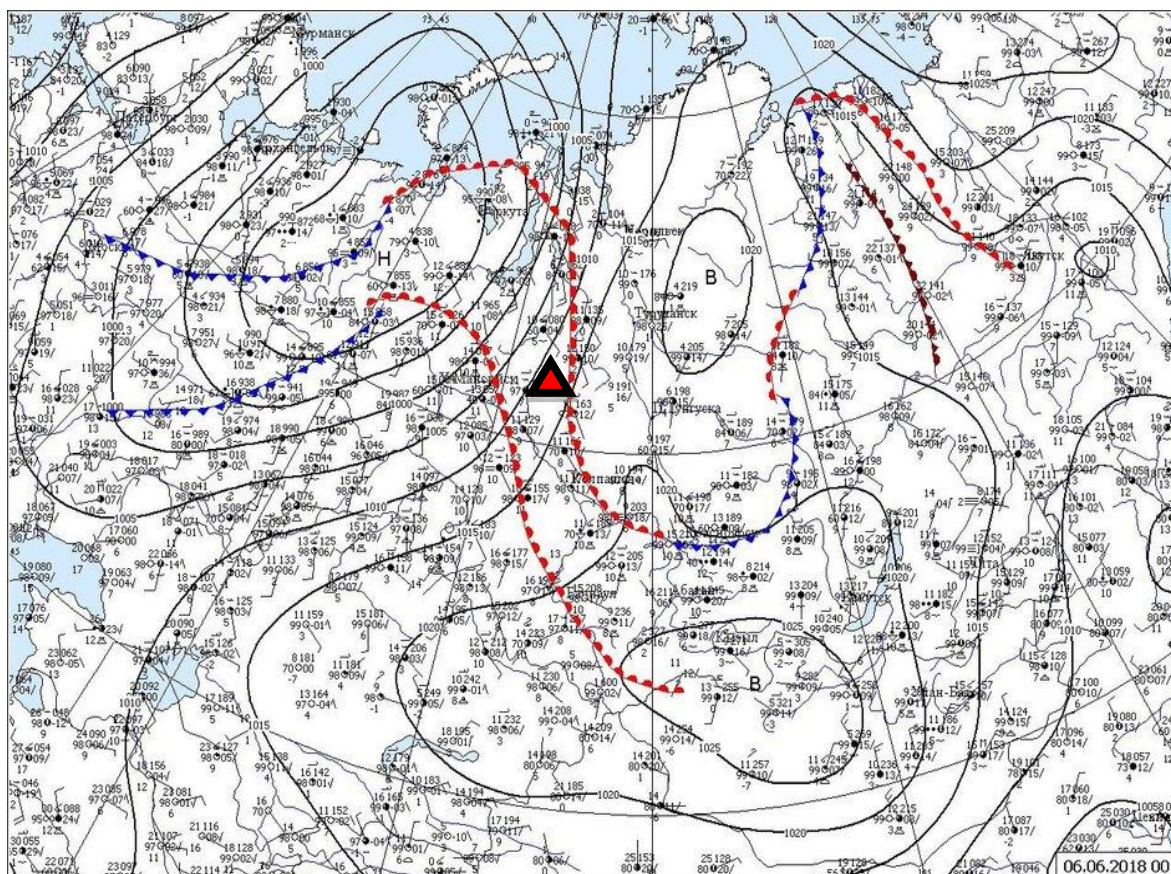


Рисунок 3.4.26 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.
06.06.2018 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.26 следует, что 06.06.2018 над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Ось ложбины с рядом проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $+28,5^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $+10,1^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1004,6 гПа, средняя скорость ветра 7 м/с, порывы 12 м/с. В данном случае наблюдался сильный сдвиг ветра (SEV).

На рисунке 3.4.27 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось ложбины. 06.06.2018 г. 00 UTC.

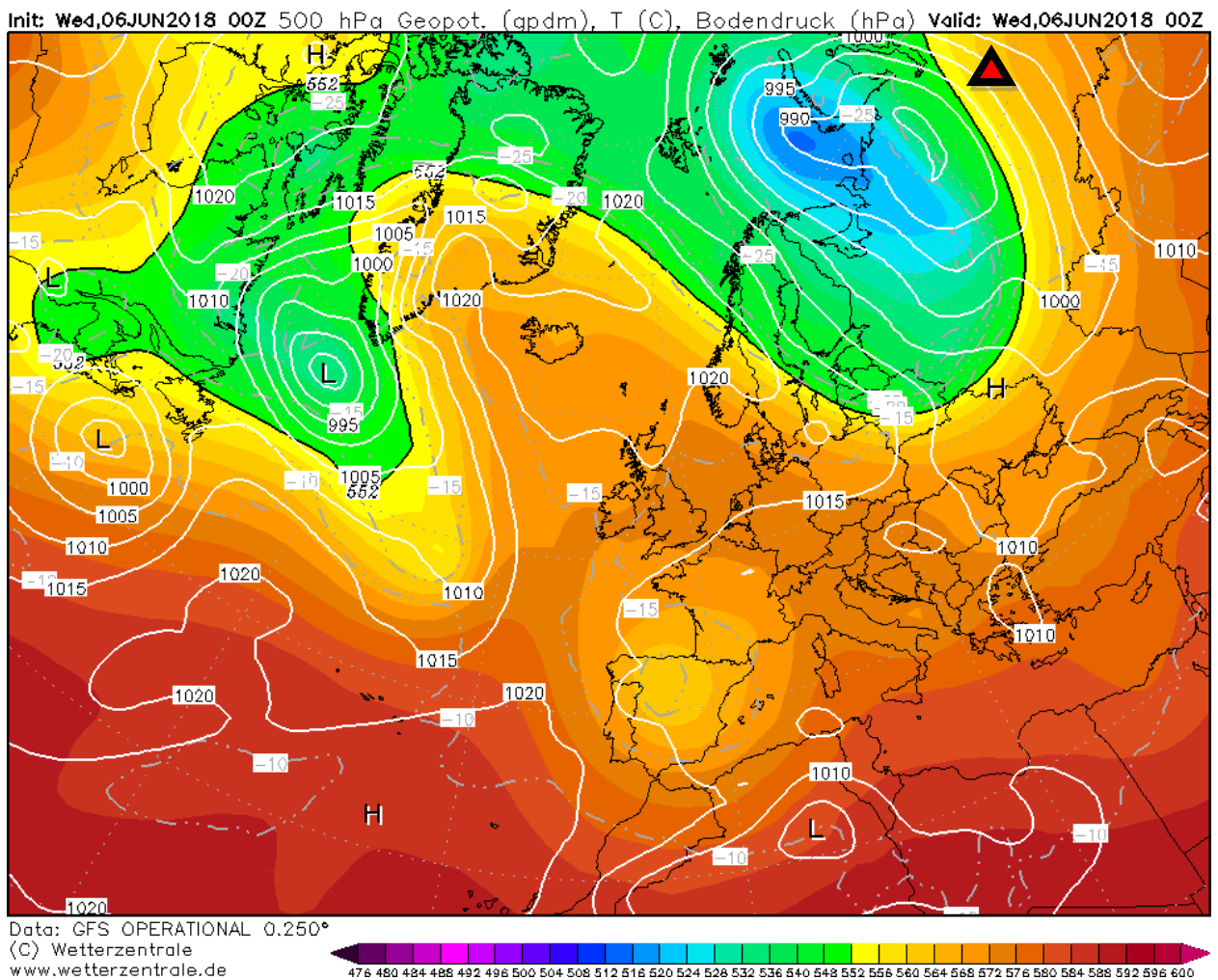


Рисунок 3.4.27 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.

06.06. 2018 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.27 следует, что 06.06.2018 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация ось ложбины сохраняется.

На рисунке 3.4.28 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины. 07.12. 2015 г. 12 UTC.

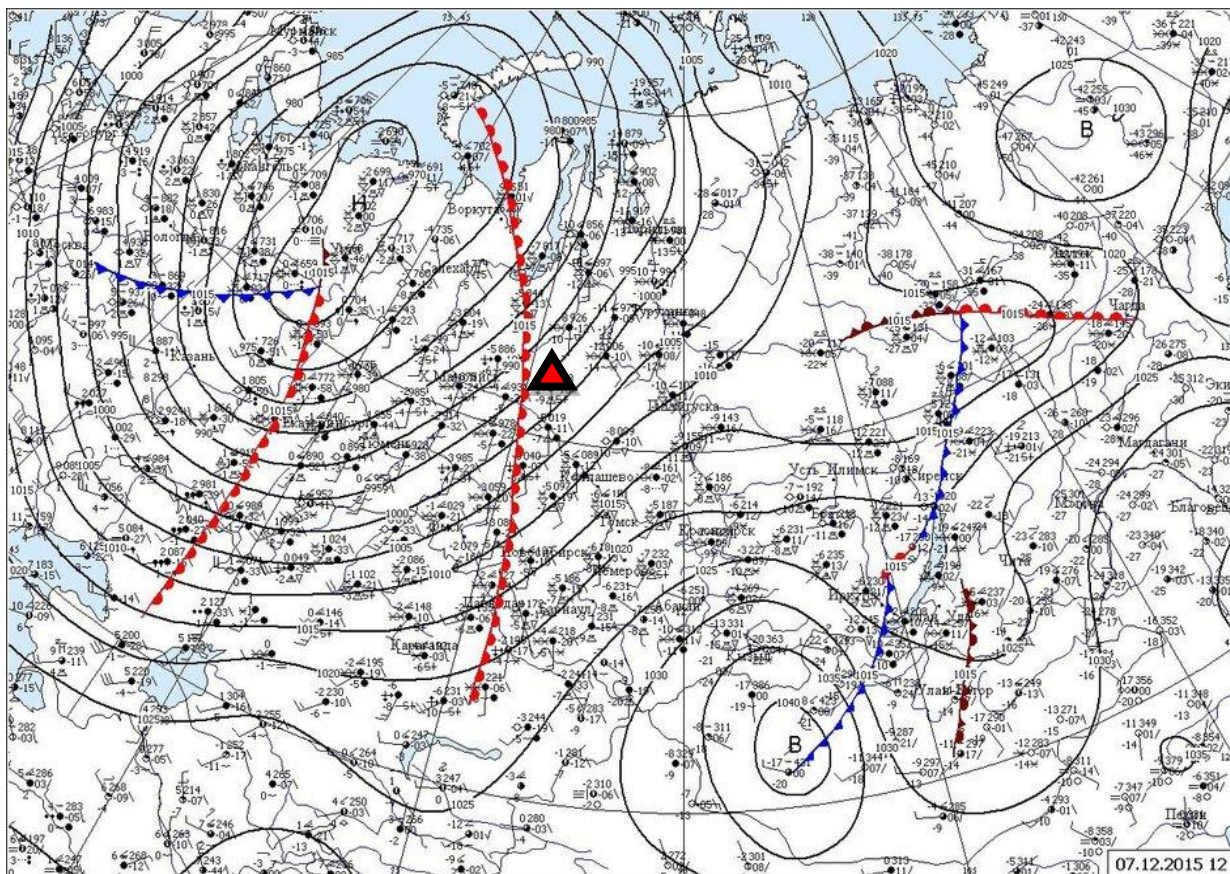


Рисунок 3.4.28 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.
07.12. 2015 г. 12 UTC.

Из рисунка 3.4.28 следует, что 07.12.2015 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Ось ложбины с рядом проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $-2,4^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $-3,7^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 987,2 гПа, средняя скорость ветра 10 м/с, порывы 13 м/с. В данном случае наблюдался сильный сдвиг ветра (SEV).

На рисунке 3.4.29 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось ложбины. 07.12.2015 г. 00 UTC.

Init : Mon,07DEC2015 00Z Valid: Mon,07DEC2015 00Z
 500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)

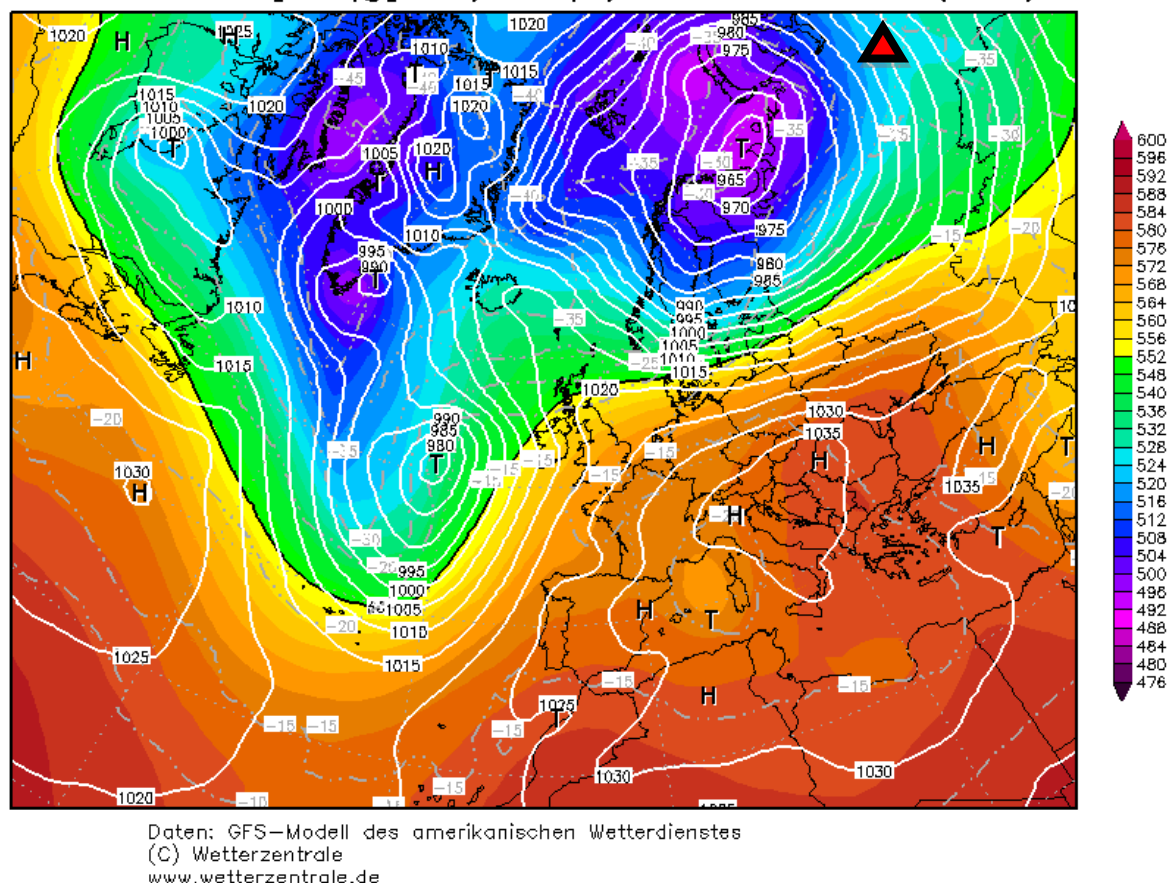


Рисунок 3.4.29 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.
 07.12. 2015 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.29 следует, что 07.12.2015 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация ось ложбины сохраняется.

На рисунке 3.4.30 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины. 12.05. 2017 г. 00 UTC.

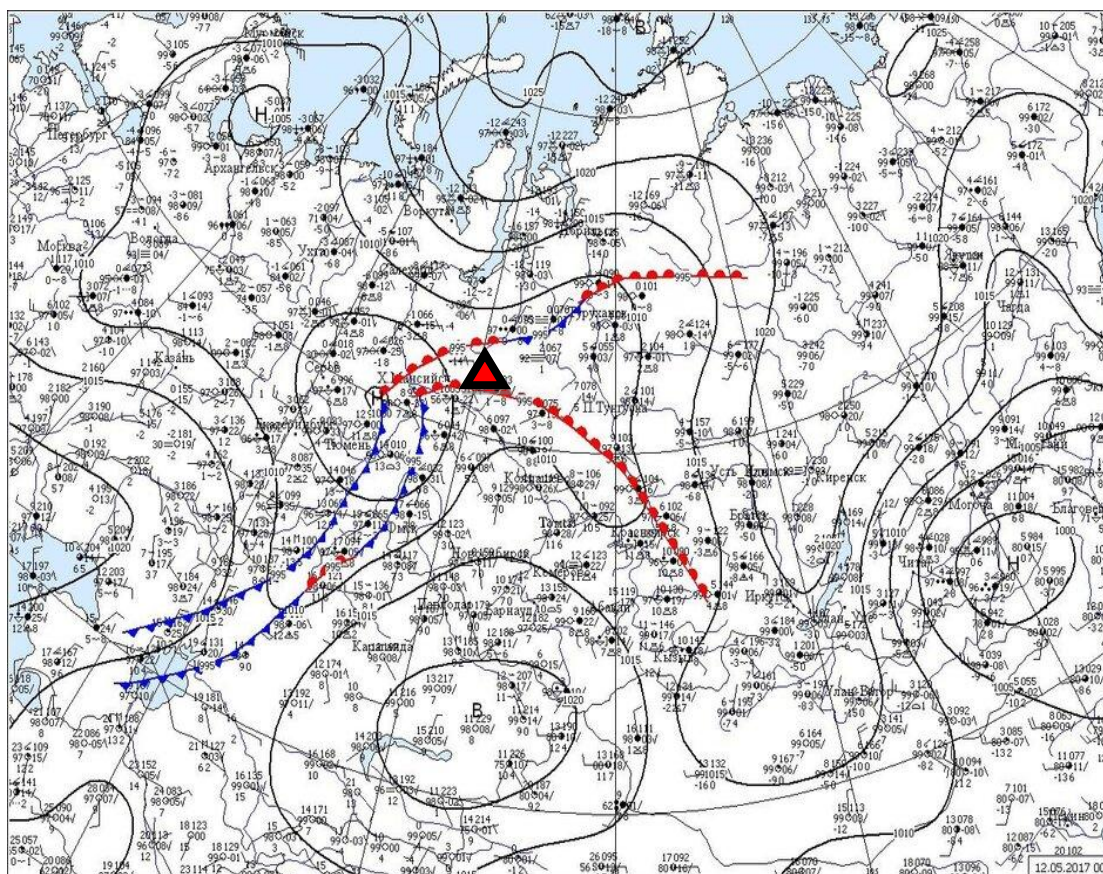


Рисунок 3.4.30 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.
12.05.2017 г. 00 UTC.

Из рисунка 3.4.30 следует, что 12.05.2017 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Ось ложбины с рядом проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $+0,6^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $-3,6^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1009,5 гПа, средняя скорость ветра 10 м/с. В данном случае наблюдался умеренный сдвиг ветра (MOD).

На рисунке 3.4.31 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось ложбины. 12.05.2017 г. 00 UTC.

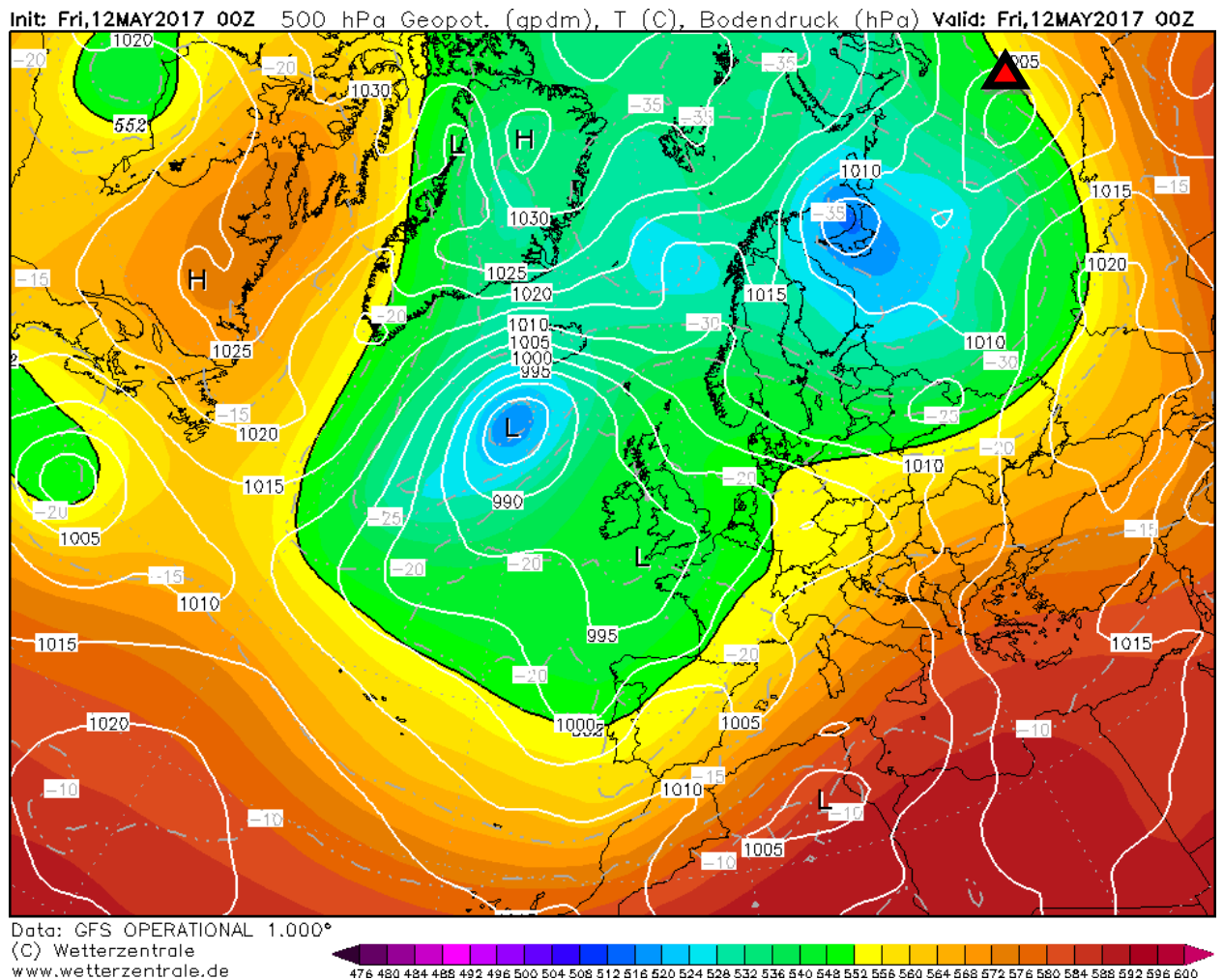


Рисунок 3.4.31 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.
12.05. 2017 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.31 следует, что 12.05.2017 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация ось ложбины сохраняется.

На рисунке 3.4.32 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины. 12.11. 2018 г. 00 UTC.

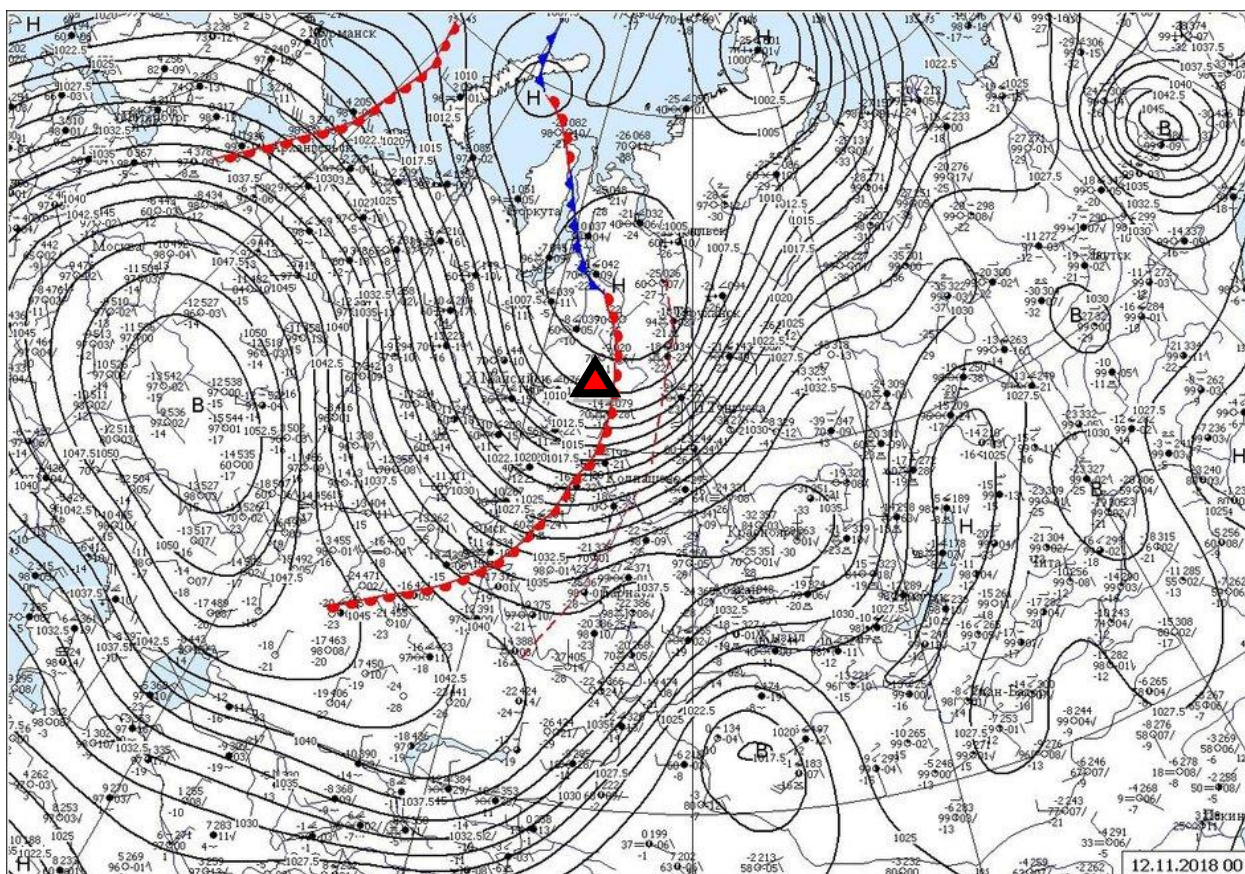


Рисунок 3.4.32 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.

12.11.2018 г. 00 UTC.

Из рисунка 3.4.32 видно, что 12.11.2018 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Ось ложбины проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $-6,0^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $-8,6^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря $1007,6$ гПа, средняя скорость ветра 9 м/с. В данном случае наблюдался умеренный сдвиг ветра (MOD).

На рисунке 3.4.33 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Ось ложбины. 12.11.2018 г. 00 UTC.

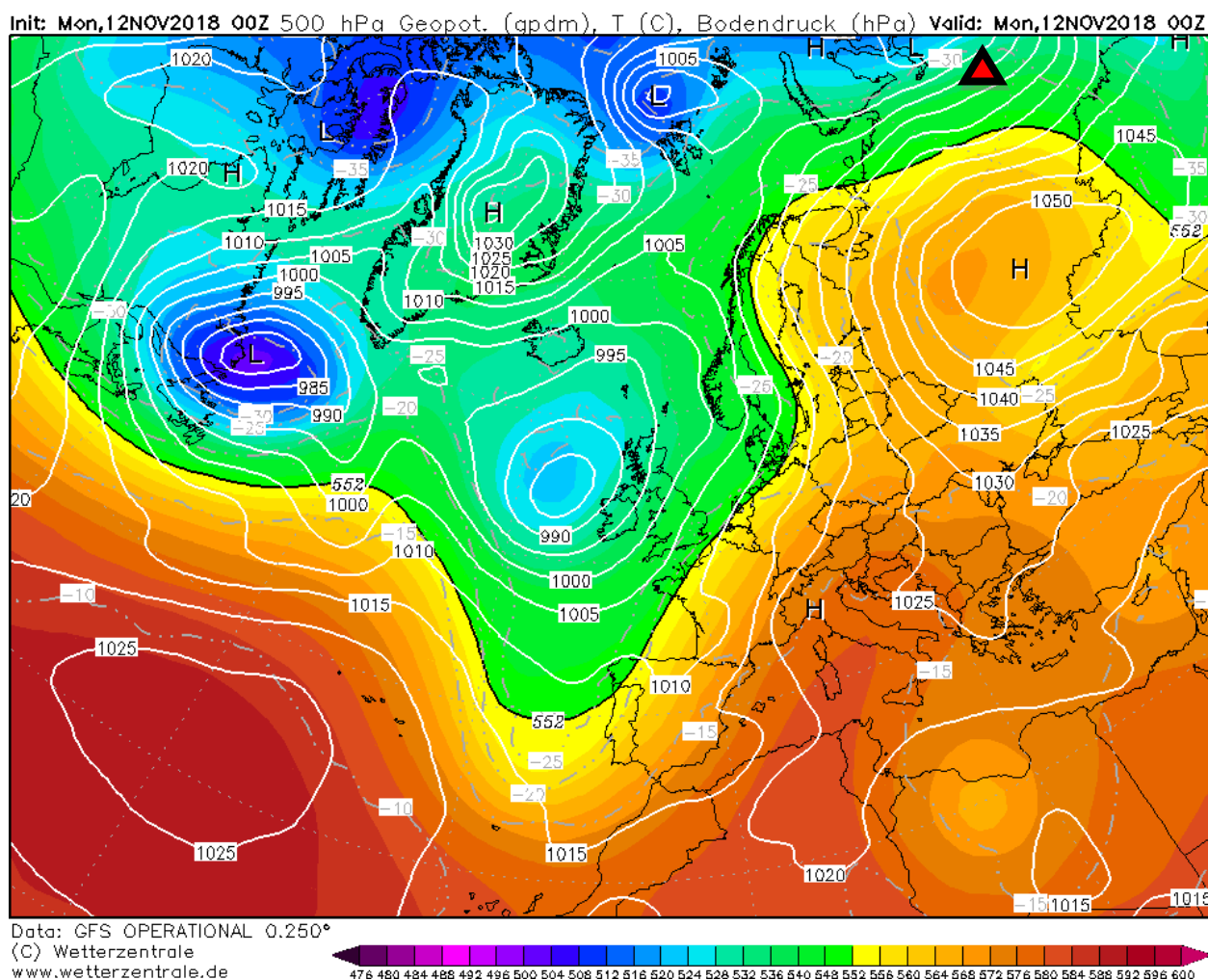


Рисунок 3.4.33 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Ось ложбины.

12.11. 2018 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.33 следует, что 12.11.2018 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация ось ложбины сохраняется.

На рисунке 3.4.34 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 26.12. 2015 г. 12 UTC.

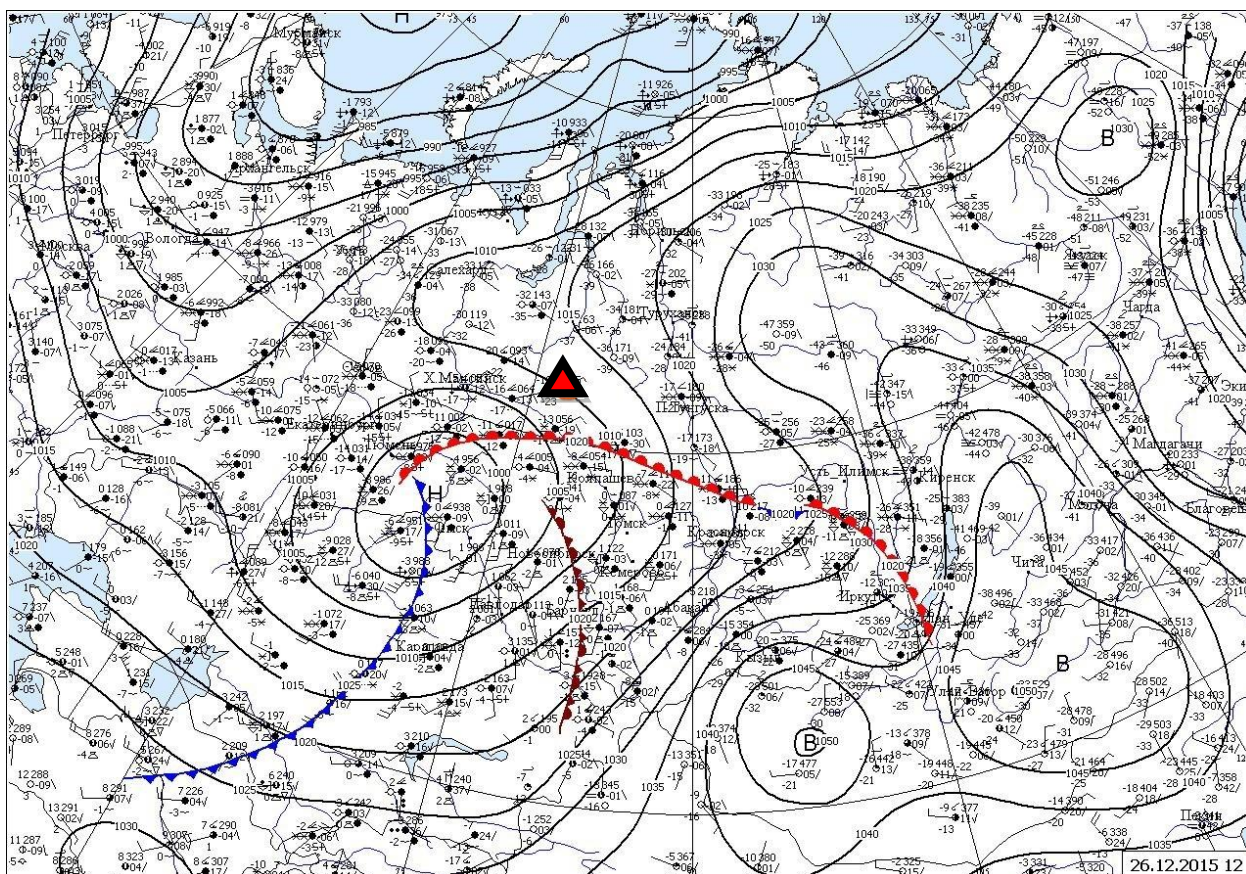


Рисунок 3.4.34 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 26.12.2015 г. 12 UTC.

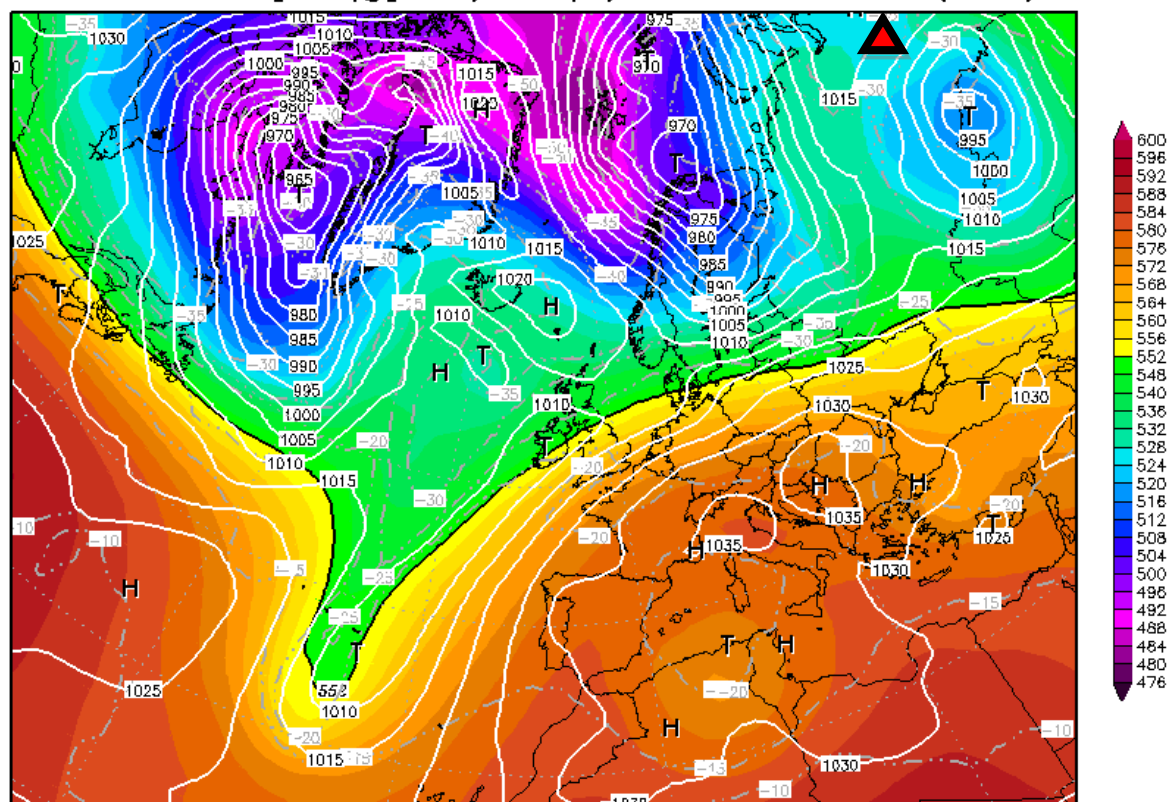
Из рисунка 3.4.34 видно, что 26.12.2015 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Передняя часть циклона с проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $-14,7^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $-16,3^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1002,9 гПа, средняя скорость ветра 9 м/с. В данном случае наблюдался умеренный сдвиг ветра (MOD).

На рисунке 3.4.35 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 26.12.2015 г. 00 UTC.

Init : Sat,26DEC2015 00Z

Valid: Sat,26DEC2015 00Z

500 hPa Geopot.(gpdm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Рисунок 3.4.35 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 26.12. 2015 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.35 следует, что 26.12.2015 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация передняя часть циклона сохраняется.

На рисунке 3.4.36 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 19.08. 2015 г. 00 UTC.

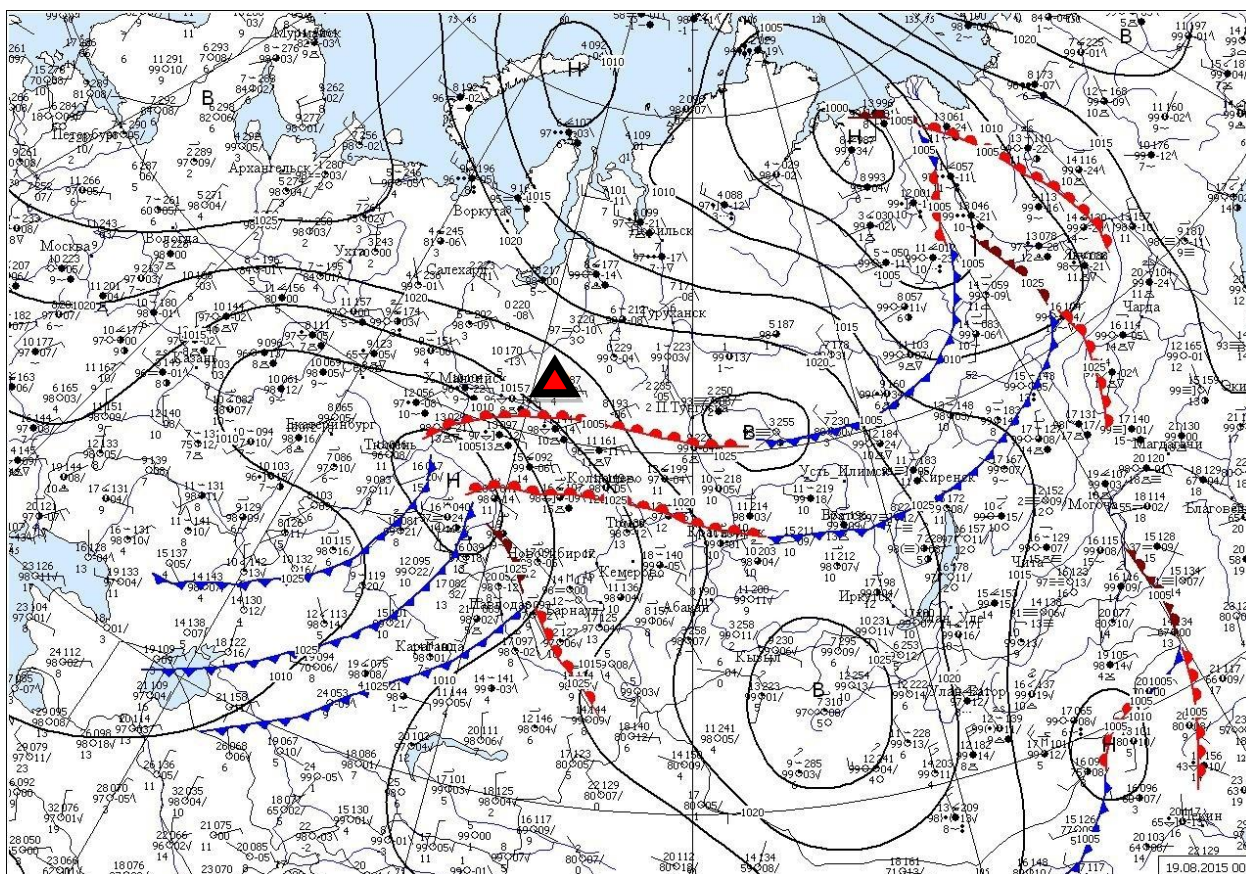


Рисунок 3.4.36 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 19.08.2015 г. 00 UTC.

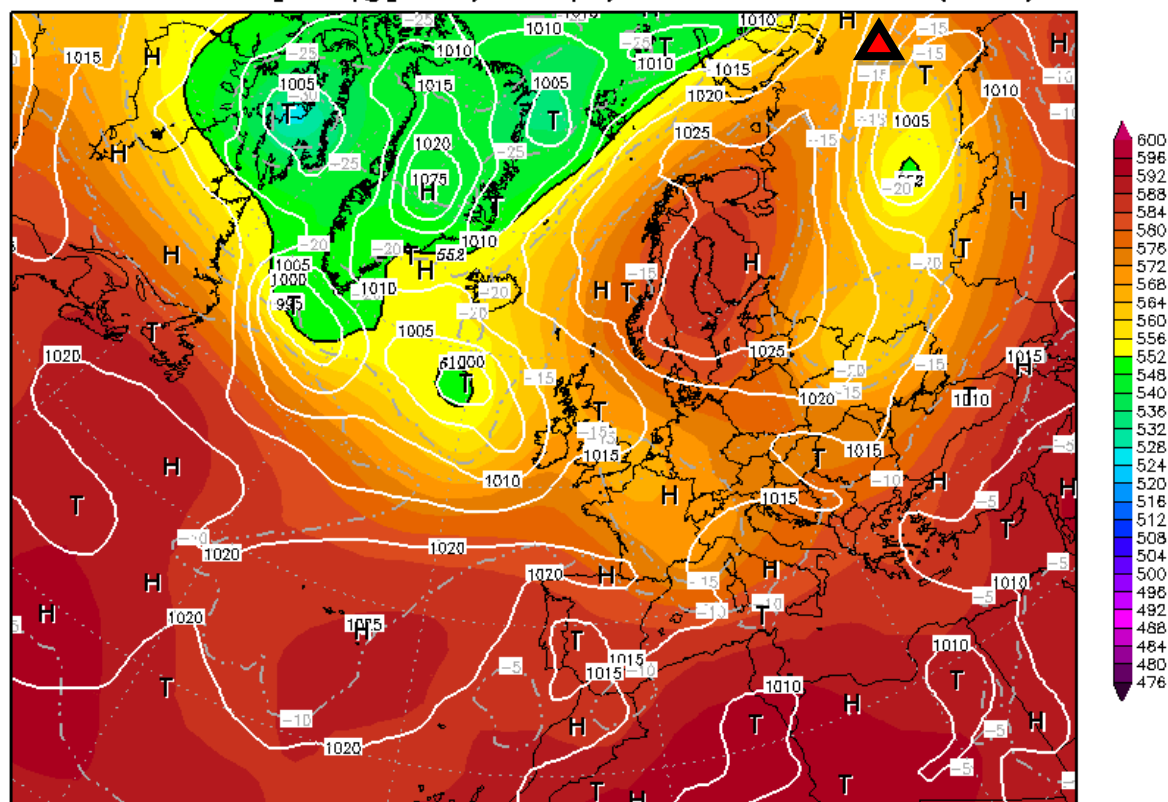
Из рисунка 3.4.36 видно, что 19.08.2015 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Передняя часть циклона с проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $+10,7^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $+7,0^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1008,0 гПа, средняя скорость ветра 12 м/с. В данном случае наблюдался умеренный сдвиг ветра (MOD).

На рисунке 3.4.37 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Передняя часть циклона. 19.08.2015 г. 00 UTC.

Init : Wed,19AUG2015 00Z

Valid: Wed,19AUG2015 00Z

500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Рисунок 3.4.37 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 19.08. 2015 г. 00 ч.

Из рисунка 3.4.37 следует, что 19.08.2015 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация передняя часть циклона сохраняется.

На рисунке 3.4.38 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 03.11. 2015 г. 12 UTC.

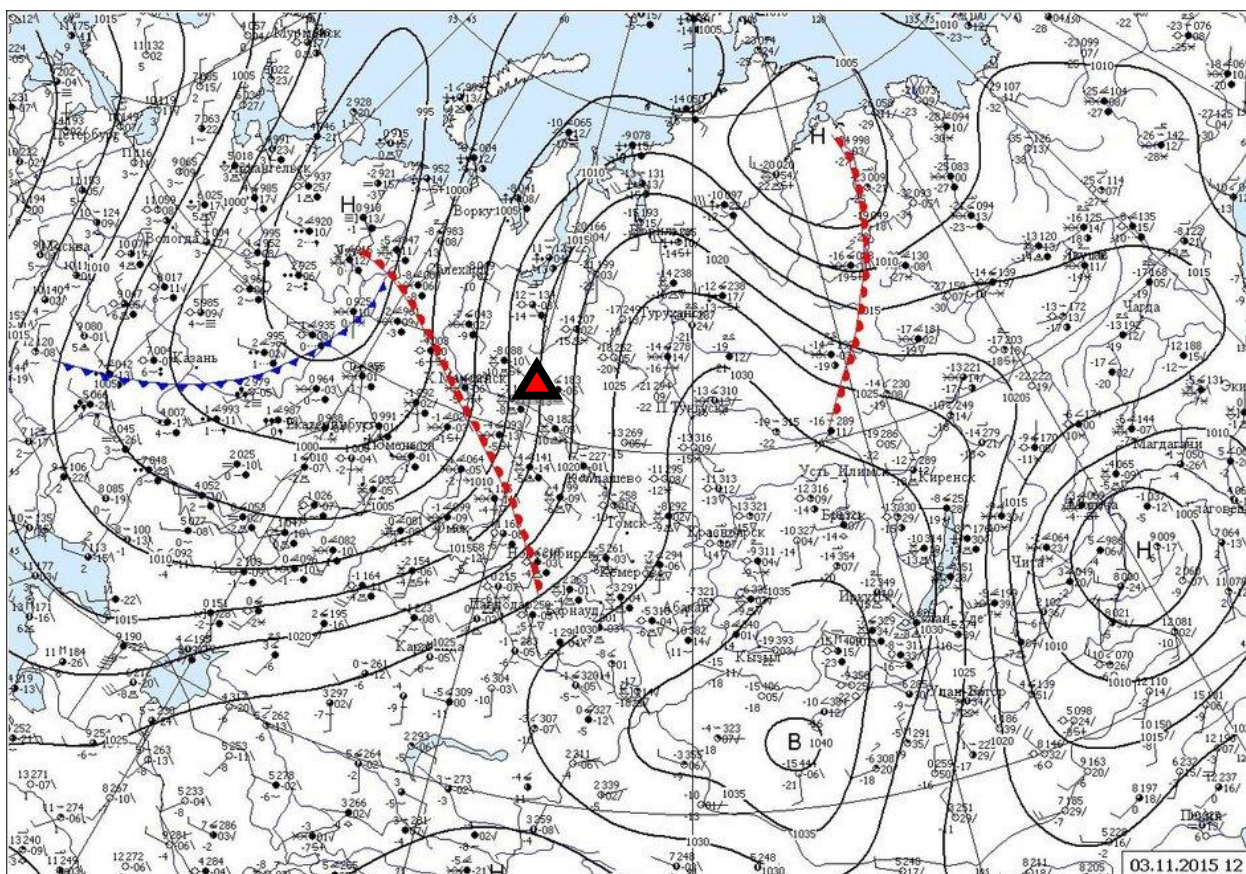


Рисунок 3.4.38 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 03.11.2015 г. 12 UTC.

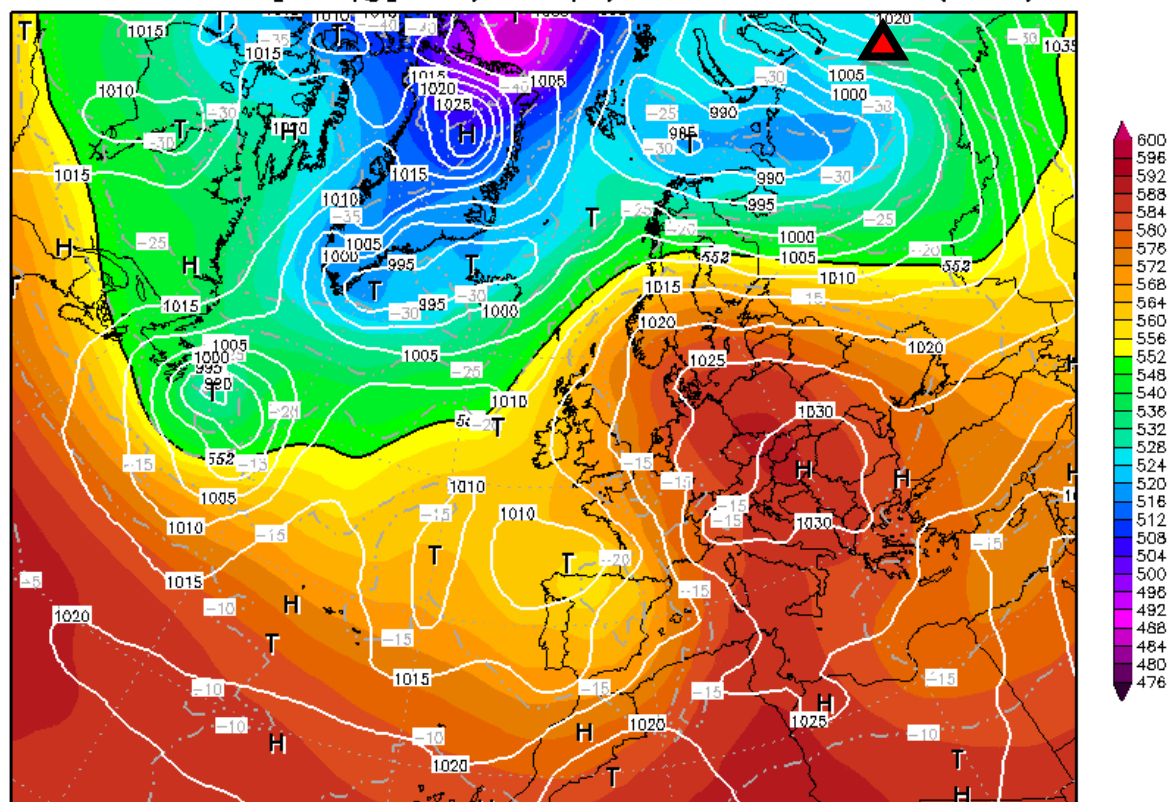
Из рисунка 3.4.38 видно, что 03.11.2015 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: Передняя часть циклона с проходящим через пункт теплым атмосферным фронтом. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $-6,3^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $-7,8^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1009,1 гПа, средняя скорость ветра 10 м/с. В данном случае наблюдался умеренный сдвиг ветра (MOD).

На рисунке 3.4.39 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Передняя часть циклона. 03.11.2015 г. 00 UTC.

Init : Tue,03NOV2015 00Z

Valid: Tue,03NOV2015 00Z

500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Рисунок 3.4.39 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 03.11. 2015 г. 00 UTC

Из рисунка 3.4.39 следует, что 03.11.2015 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация передняя часть циклона сохраняется.

На рисунке 3.4.40 представлена синоптическая ситуация над г. Сургут. Передняя часть циклона. 04.06. 2020 г. 12 UTC.

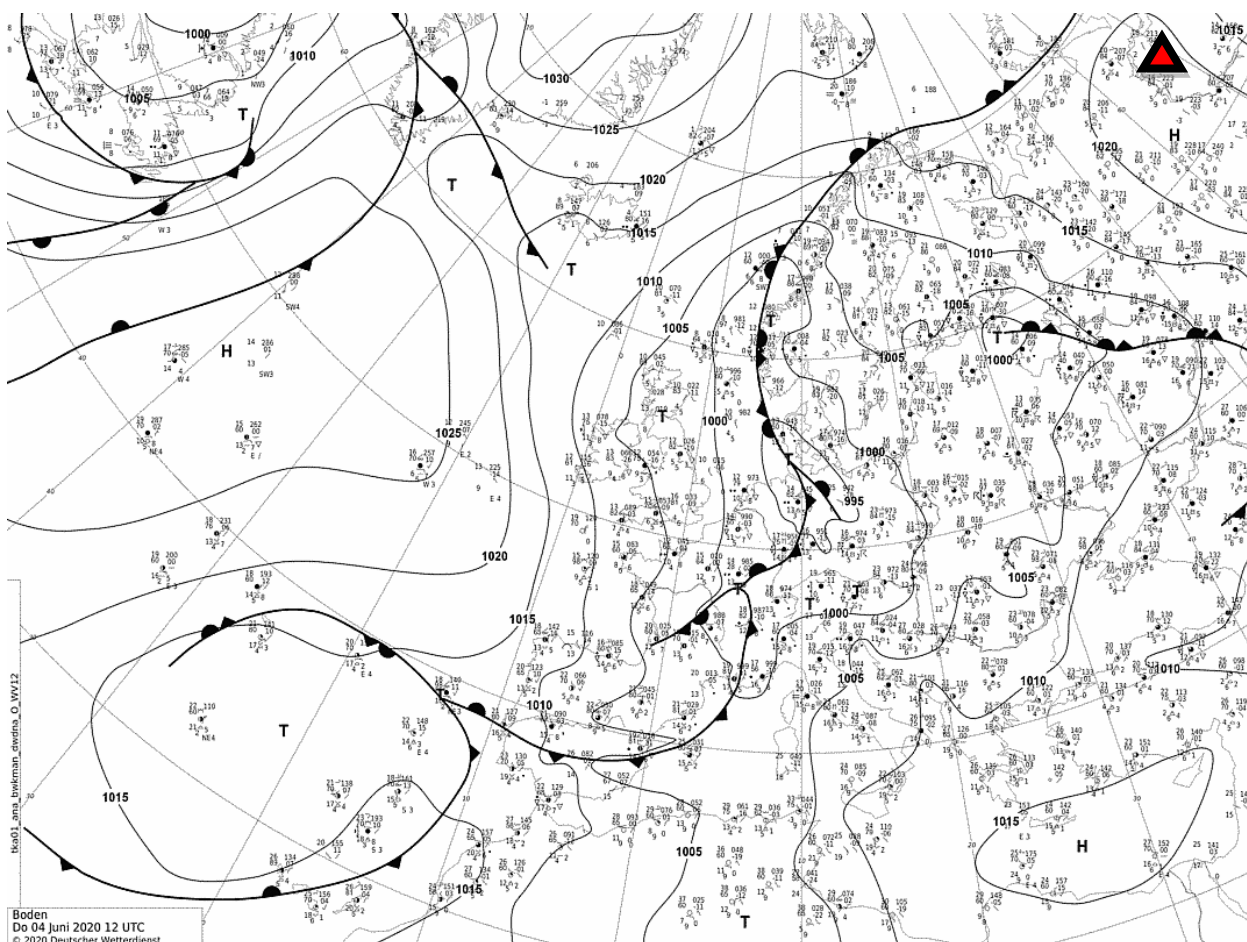


Рисунок 3.4.40 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Антициклон.
04.06.2020 г. 12 UTC.

Из рисунка 3.4.40 видно, что 04.06.2020 года над Западной Сибирью наблюдалась следующая синоптическая ситуация: антициклон. По данным бортовой погоды: температура воздуха в пункте аэропорт Сургут $+12,4^{\circ}\text{C}$, температура точки росы $+3,8^{\circ}\text{C}$, давление приведенное к уровню моря 1017,8 гПа, средняя скорость ветра 6 м/с, порывы до 9 м/с. В данном случае наблюдался умеренный сдвиг ветра (MOD).

На рисунке 3.4.41 представлена высотная карта барической топографии АТ-500. Синоптическая ситуация над г.Сургут. Антициклон. 04.06.2020 г. 00 UTC.

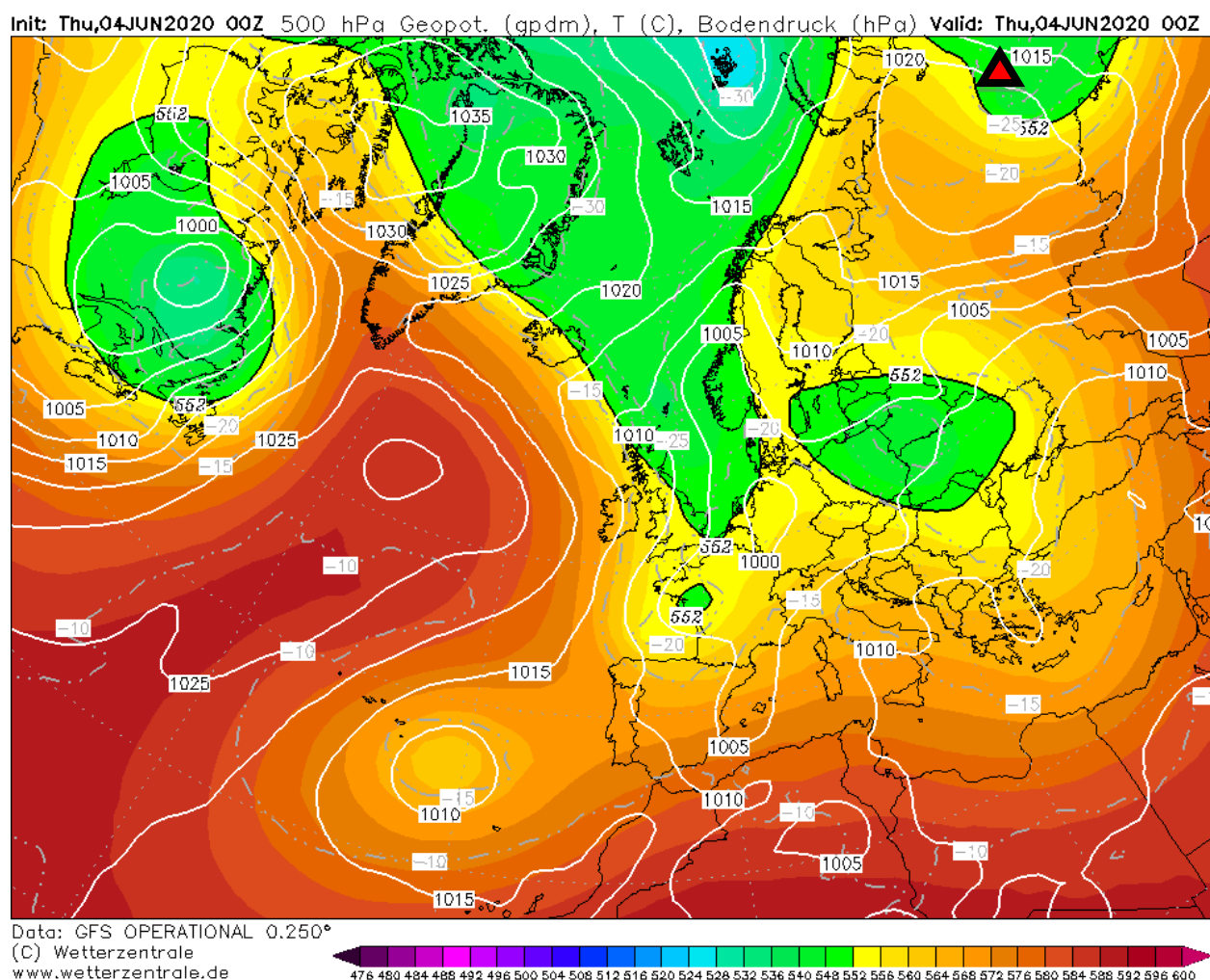


Рисунок 3.4.41 – синоптическая ситуация над г. Сургут. Антициклон.
04.06. 2020 г. 00 UTC

Из рисунка 3.4.41 следует, что 04.06.2020 над Западной Сибирью на высотной карте АТ-500 синоптическая ситуация антициклон сохраняется.

3.5 Прогноз и расчет сдвига ветра на малых высотах

Сдвиг ветра, который представляет собой изменение вектора ветра от одной точки пространства к другой, выражается разностью векторов ветра в двух точках, которая, в свою очередь, является вектором (поскольку у него есть скорость и направление). Интенсивность сдвига ветра рассчитывается путем деления разности между векторами в двух точках на расстояние между ними. Единицами измерения сдвига ветра являются: м/с на 30 м (метр в

секунду на 30 метров) — для вертикального сдвига; м/с на 600 м (метр в секунду на 600 метров) — для горизонтального сдвига. В международной практике используются следующие единицы: км/ч на 30 м; м/с на 30 м; узл. на 100 фут и др. В физическом смысле эту единицу измерения трудно интерпретировать, однако она удобна для обозначения интенсивности сдвига ветра. Для перевода одних единиц измерения сдвига ветра в другие можно воспользоваться номограммой В. Г. Глазунова (рисунок 3.5.1).

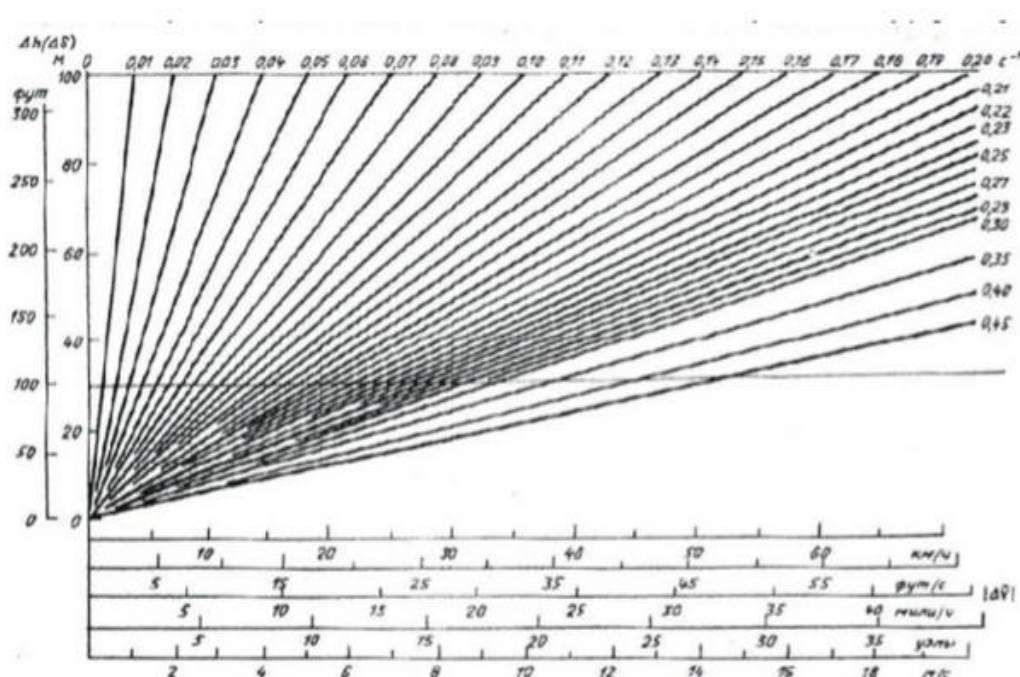


Рисунок 3.5.1 – Номограмма единиц измерения сдвига ветра (по В.Глазунову). Δh (ΔS) м, фут–шкала расстояний по высоте (по горизонтали), $|\Delta V|$ – шкала величины модуля векторной разностей скоростей ветра между точками измерений ветра. Изолинии сдвига ветра с^{-1} надписаны на обреше номограммы.

При ее использовании необходимо от точки на номограмме, соответствующей заданным значениям расстояния между измерениями ветра для толщины вертикального слоя или для горизонтального расстояния и величиной разности, переместиться вдоль изолиний до точки, соответствующей другим значениям, а затем, опускаясь по вертикали вниз,

произвести отсчет по шкале в требуемых единицах. Для определения значения сдвига ветра достаточно определить положение начальной точки относительно надписанных на верхнем или правом обрезе номограммы значений сдвига, ветра у изолиний.[5]

На рисунке 3.5.2 представлен образец составления предупреждений о сдвиге ветра.

Условные обозначения:

М-включение обязательное, часть каждого сообщения;

С-включение условное, включается, когда применимо

Элемент	Подробное содержание	Формат(ы)	Пример(ы)
Указатель местоположения аэродрома (М)	Указатель (индекс ИКАО) местоположения аэродрома	nnnn [COR]	YUCC YUCC COR
Идентификатор сообщения (М)	Тип сообщения и порядковый номер	WS WRNG [n]n	WS WRNG 1
Время составления и период действия (М)	Группы дата/время составления и, когда применимо, период действия (UTC)	nnnnnn [VALID TL nnnnnn] или [VALID nnnnnn/nnnnnn]	211230 211230 VALID TL 211300 211230 VALID 211230/211530
ПОРЯДОК ОТМЕНИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О СДВИГЕ ВЕТРА СМ. В КОНЦЕ ДАННОГО ОБРАЗЦА			
Явление (М)	Идентификация явления и его местоположение	[MOD], или [SEV] WS IN APCH, или [MOD], или [SEV] WS [APCH] RWYnnn, или [MOD], или [SEV] WS IN CLIMB-OUT, или [MOD], или [SEV] WS CLIMB-OUT RWYnnn, или MBST IN APCH, или MBST [APCH] RWYnnn, или MBST IN CLIMB-OUT, или MBST CLIMB-OUT RWYnnn, или [MOD], или [SEV] WS AT AD	WS APCH RWY12 MOD WS RWY34 WS IN CLIMB-OUT MBST APCH RWY26 MBST IN CLIMB-OUT MOD WS AT AD
Наблюдаемое, сообщаемое или прогнозируемое явление (М)	Указание о том, наблюдается ли явление, или о нем сообщается и ожидается его продолжение, или оно прогнозируется	OBS [AT nnnnZ], или REP AT nnnn [nnnnnnnn], или FCST	OBS AT 1205Z REP AT 1510 B747 FCST
Подробная информация о явлении (С)	Описание явления, служащего причиной выпуска предупреждения о сдвиге ветра	SFC WIND: nnn/nnMPS nnnM-WIND: nnn/nnMPS или nnKMH LOSS nnKM FNA RWYnn, или nnKMH GAIN nnKM FNA RWYnn	SFC WIND: 320/05MPS 60M-WIND: 360/13MPS 60KMH LOSS 4KM FNA RWY13
ИЛИ			
Отмена предупреждения о сдвиге ветра	Отмена предупреждения о сдвиге ветра с указанием его идентификации	CNL WS WRNG [n]n nnnnnn/nnnnnn	CNL WS WRNG 1 211230/211330

Рисунок 3.5.2 – образец составления предупреждений о сдвиге ветра

4. Рекомендации по обеспечению авиации сведениями о сдвигах ветра

Информация о сдвиге ветра на малых высотах по обслуживаемому району полетов представляются диспетчерской службе в виде оповещений о сильном сдвиге ветра, относящихся к текущему моменту времени. Поскольку усиление сдвигов ветра происходит из-за вполне четких метеорологических условий, которые в принципе предсказуемы, синоптик, который внимательно следит за развитием ситуации, также может предвидеть возможность сильного сдвига ветра в районе аэродрома. В зависимости от типа информации, доступной синоптику, подготавливаются различные виды оповещений о сдвигах ветра. Если синоптику известна только общая метеорологическая ситуация, благоприятная для усиления сдвига ветра, то создается предупреждение или сообщение о возможности сильного сдвига ветра. Оповещение о наличии сильных сдвигов ветра производится только при получении прямой информации о том, что они действительно наблюдаются (по данным измерений, информации экипажей ВС). В этом случае предупреждение о наличии может быть выдано только в том случае, если факт обнаружения сильных сдвигов ветра не противоречит общим метеорологическим условиям. В противном случае необходимо проверить исходные данные или проверить правильность оценки общей погодной ситуации. Оповещение о сдвиге ветра доводится до потребителя в кратчайший срок. Для обнаружения сдвига ветра в нижних слоях атмосферы используются все виды наблюдений за ветром, а также данные дополнительных датчиков ветра и других систем измерений ветра, установленных на аэродромах. Особое значение имеют отчеты экипажей ВС, выполняющих полеты на малых высотах или на уровне круга в районе аэродрома, а также производящим взлет или посадку. В информации, полученной от экипажей ВС, могут быть указаны следующие параметры:

местоположение зоны сильного сдвига ветра (по местным ориентирам), границы слоя (слоев), скорость и направление ветра на различных высотах.

Если выдается предупреждение о наличии сильных сдвигов ветра, но метеорологические условия сохраняются и способствуют возникновению сильных сдвигов ветра в районе аэродрома, получение новой информации прямого измерения, указывающей на отсутствие сильных сдвигов ветра в данной точке во времени не является причиной для отмены предупреждения, поскольку измерения фиксируют фактически наблюдаемый сдвиг ветра (из-за несовершенного метода измерения) или нет, или совпадают со временем временного ослабления сдвига ветра. В условиях, благоприятных для сильного сдвига ветра, быстрое и значительное увеличение сдвига ветра может повториться с серьезными последствиями, если предупреждение о сильном сдвиге ветра будет отменено преждевременно. Отмена предупреждений производится только в тех случаях, когда есть уверенность в том, что условия в районе аэродрома полностью прекратились, способствуя усилению сдвига ветра в нижних слоях атмосферы. [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении работы были изучены основные виды сдвига ветра в нижнем слое атмосферы, синоптические и метеорологические условия образования и основные методы его прогноза.

Проведена подготовка и систематизация исходных данных, их анализ для прогноза сдвига ветра в районе исследования. Проведены необходимые расчеты.

Произведена оценка возможности использования синоптического метода прогноза сдвига ветра применительно к условиям АМСГ Сургут.

По результатам работы были сформулированы следующие выводы:

- максимальное количество случаев сдвига ветра за период 2014-2020 гг. наблюдалось в 2014 г. (34 случаев) и в 2020 г. (40 случаев);
- максимальная повторяемость сдвига ветра наблюдалась в осенне-зимний период;
- максимальная повторяемость сдвига ветра умеренной интенсивности составила 77%;
- сдвиг ветра наблюдался в основном в слое 0-600 м (SFC/FL020);
- синоптическими условиями для образования сдвига ветра в большинстве случаев является ось ложбины (58%) с прохождением теплого фронта.
- полученные результаты могут быть использованы и полезны для дальнейшего совершенствования синоптического метода применительно для района прогнозирования АМСГ Сургут.

При расследовании авиационных происшествий и инцидентов часто возникает вопрос о возможном влиянии сдвига ветра на развитие аварийной ситуации, а также о противоречиях между показаниями экипажей и данными наземных наблюдений. Поэтому важно знать метеорологические условия, при которых могут возникать сдвиги ветра, опасные для полетов воздушных

судов, а при их оценке принимать во внимание вертикальные, горизонтальные сдвиги, а также турбулентность в нижних слоях атмосферы, влияющие на полет воздушного судна, в зависимости от метеорологических условий могут встречаться в различных сочетаниях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богаткин О.Г. Авиационная метеорология. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2005. – 328 с.
2. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. Под редакцией д-ра геогр. наук К. Г. Абрамович, канд. геогр. наук А. А. Васильева
3. Сафонова Т.В. *Авиационная метеорология: учеб. пособие* / Т.В. Сафонова. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2005. – 215 с.
4. Позднякова В.А. Практическая авиационная метеорология Учебное пособие для летного и диспетчерского состава ГА. — Екатеринбург: Уральский УТЦ ГА, 2010. — 113 с.
5. Хандожко Л.А. Региональные синоптические процессы и прогнозы, - Л.: Изд. ЛГМИ, 1989,- 136 с
6. Электронные карты [Электронный ресурс], режим доступа:
<https://www.google.com/maps/place/%D0%A1%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%83%D1%82/@61.3388439,73.3970619,14z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x65a3c05fa83e241b!8m2!3d61.3401509!4d73.4086061>, дата обращения: 24.05.2021
7. Воробьев В.И. Практикум по синоптической метеорологии, СПб.: Изд. РГГМУ. - 2006.
8. Расследование авиационных происшествий и инцидентов, связанных с метеорологическими факторами. Методическое пособие; Издание третье, переработанное и дополненное