



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: «Исследование изменчивости высоты снежного покрова на территории Ленинградской области»

Исполнитель Гельд Евгения Евгеньевна ПМЗ-Б16-1-3

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель ассистент кафедры метеорологических прогнозов

(ученая степень, ученое звание)

Иванова Ирина Александровна

(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»**  
**Заведующий кафедрой**

(подпись)

Кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 04 июня » 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

## Содержание

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Наблюдения за снежным покровом.....	5
1.1 Методы измерения снежного покрова.....	6
2. Территория исследования.....	7
2.1 Краткое физико-географическое описание Ленинградской области.....	7
2.2 Основные климатические особенности Ленинградской области.....	7
3. Систематизация и анализ исходного материала.....	9
3.1 Описание исходных данных.....	9
3.2 Высота снежного покрова на метеостанции Кингисепп.....	9
3.3 Высота снежного покрова на метеостанции Сосново.....	14
3.4 Высота снежного покрова на метеостанции Лодейное Поле.....	20
3.5 Высота снежного покрова на метеостанции Белогорка.....	26
3.6 Анализ параметров общей циркуляции атмосферы в исследуемый период.....	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	54

## ВВЕДЕНИЕ

Снег – это вид твёрдых осадков, выпадающих при отрицательных температурах воздуха. Говоря о том, какое количество осадков выпало, в случае со снегом, необходимо понимать, что «количество осадков» и «высота снежного покрова» - не равнозначные понятия.

Информация о снеге, включающая в себя данные по высоте свежевыпавшего снега, по запасам снега вдоль маршрутов снегосъёмки, по плотности снега, по высоте снега на станции, в настоящее время является важной и востребованной для многих заинтересованных потребителей метеоинформации.

Такая информация необходима для оценки весенних влагозапасов в почве, для прогнозирования режима паводков, для оценки условий зимовки растений и животных. На железнодорожном транспорте такая информация важна для прогноза состояния балластной призмы при выходе из зимних условий и прогноза состояния опор мостовых переходов.

Кроме этого, снежный покров, как фактор, определяющий альbedo подстилающей поверхности, влияет на термический режим, и учёт этого важного параметра помогает корректно работать гидродинамическим моделям.

Этим объясняется актуальность выбранной темы.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование изменчивости высоты снежного покрова на территории Ленинградской области и поиск связи высоты снежного покрова с условиями общей циркуляции атмосферы.

Для достижения поставленной цели были поставлены задачи:

- изучить краткие физико-географические и климатические особенности Ленинградской области;
- подготовить исходные данные для исследования;

- произвести анализ изменчивости высоты снежного покрова на территории Ленинградской области

- определить характеристики общей циркуляции атмосферы в рассматриваемый период.

В качестве исходных данных были использованы результаты ежедневных измерений высоты снега на станциях Кингисепп, Белогорка, Сосново, Лодейное Поле. Данные отбирались за пять зимних сезонов: 2016-2017гг, 2017-2018гг., 2018-2019гг., 2019-2020гг. и 2020-2021гг. Использована информация с сайта «рп5». Данные систематизированы, собраны в таблицы и приведены в Приложении А.

Для анализа режима общей циркуляции использовались карты средних полей давления на уровне моря и его аномалий, а также средних полей геопотенциальной поверхности 500 гПа и его аномалий за каждый месяц исследуемого периода. Используются данные с сайта Гидрометцентра России. Данные (карты) приведены в Приложении Б.

Работа состоит из введения, трёх разделов, списка использованных источников, приложения А (исходные данные), приложения Б (архив карт для анализа условий циркуляции).

В первом разделе рассматриваются методы наблюдения за снежным покровом.

Во втором разделе приводятся краткие сведения о физико-географических и климатических особенностях региона и определяются станции, по которым будут проводиться исследования.

В третьем разделе даётся описание исходных данных и приводятся результаты их систематизации и анализа.

## 1. Наблюдения за снежным покровом

Снежный покров представляет собой слой снега на поверхности земли, который образуется в результате выпадения твёрдых осадков.

Снег бывает разным — сухим, мокрым, мелким, крупным. При низкой температуре и слабом ветре крупные снежинки нагромождаются друг на друга, образуя небольшой по плотности, но большой по высоте снежный покров. И, наоборот, при сильном ветре и мелком снеге снежный покров получается плотным и невысоким.

В снежный покров включаются также и ледяные прослойки, которые образуются на поверхности снега и почвы, а также скапливающаяся под снегом талая вода.

Наблюдения за снежным покровом состоят из ежедневных наблюдений за изменением (динамикой) снежного покрова и периодических снегосъёмок для определения снегонакопления и запаса воды на элементах природного ландшафта (поле, лес, балки, овраги).

При ежедневных наблюдениях за снежным покровом определяют:

- степень покрытия окрестности снежным покровом (балл);
- характер залегания снежного покрова на местности (таблица кода);
- высоту снежного покрова на метеорологической площадке или на выбранном участке вблизи станции (см).

При снегосъёмках на каждом выбранном маршруте определяют:

- высоту снежного покрова (среднюю из установленного числа измерений);
- плотность снега (среднюю из установленного числа измерений);
- структуру снежного покрова (наличие прослоек льда, воды и снега, насыщенного водой);
- характер залегания снежного покрова на маршруте;
- степень покрытия снегом маршрута;

- состояние поверхности почвы под снегом (мерзлая, талая).

Высота снежного покрова определяется на основании измерений расстояния от поверхности земли до поверхности снежного покрова.[1].

### 1.1 Методы измерений снежного покрова

При производстве измерений за снежным покровом применяются:

- рейка снегомерная стационарная деревянная М-103 (М-103-I длиной 1800 мм и М-103-II длиной 1300 мм) с ценой деления 10 мм;

- рейка снегомерная переносная М-104 (М-104-I длиной 1800 мм и М-104-II длиной 1300 мм) с ценой деления 10 мм;

- снегомер весовой ВС-43;

- линейка с ценой наименьшего деления 1 мм.

Ежедневные наблюдения за снежным покровом должны проводиться при любых погодных условиях. Ежедневные наблюдения за снежным покровом производятся в срок, ближайший к 8 ч поясного декретного времени, в соответствии с порядком производства наблюдений на станции.

Результаты наблюдений за степенью покрытия снегом, структурой снега и характером залегания записываются в соответствующие графы книжки КМ-1. [1].

На практике определяется не только величина прироста высоты снежного покрова после снегопада, но и количество выпавших осадков. Как определить такой параметр? Для этого снег растапливают и получают воду. Её количество измеряют миллиметрами слоя воды. Эту характеристику выпавшего снега важно знать не только для оценки оправдываемости прогноза общего назначения по количеству осадков, но и для оценки в будущем, влагонакопления за месяц (сезон), для оценки того, сколько влаги почва получит весной.

Количество осадков имеет связь с высотой выпавшего снега. Считается, что 1 мм снега (в пересчёте на воду) даст примерно 1–1,5 см

прироста высоты снежного покрова. Эти цифры могут меняться в зависимости от структуры и условий выпадения снега.

## 2. Территория исследования.

В качестве территории для проведения исследования была выбрана Ленинградская область. Станции, по которым проводились исследования выбирались таким образом, чтобы, они, по возможности, отражали особенности разных частей области. Для исследования были выбраны четыре метеорологических станции, расположенные на юге, севере, западе и востоке Ленинградской области. Это станции: Кингисепп, Белогорка, Сосново и Лодейное Поле.

### 2.1 Краткое физико-географическое описание Ленинградской области.

Ленинградская область расположена на северо-западе европейской части России.

Территория. Протяженность с запада на восток 500 км, а наибольшая протяжённость с севера на юг 320 км.

С запада территория области омывается водами Балтийского моря, на северо-востоке области находится крупный водоём – Ладожское озеро.

Характер рельефа равнинный . На территории Карельского перешейка наблюдается пересечённый рельефом местности и большое количество озёр.

Низменности в основном расположены по берегам Финского залива и Ладожского озера, а также в долинах крупных рек.

### 2.2 Основные климатические особенности Ленинградской области

Климат области определяет влияние Атлантики. Этим обусловлены относительно мягкие зимы с оттепелями, а также умеренно-тёплый летний период. Весной в Ленинградской области часто наблюдаются, так называемые, возвраты холодов, из-за чего весна имеет затяжной характер.

Средняя температура января  $-8...-11^{\circ}\text{C}$ , июля  $+16...+19^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры  $+37,8^{\circ}\text{C}$  зарегистрирован 28 июля 2010 года (г. Тихвин), абсолютный минимум  $-54,8^{\circ}\text{C}$  был зарегистрирован 16 января 1940 года (село Шугозеро Тихвинского района). Наиболее холодными являются восточные районы, наиболее тёплыми — юго-западные.

Количество осадков за год 600—700 мм.

Постоянный снежный покров появляется во второй половине ноября — первой половине декабря. Сходит снег во второй половине апреля.

До образования устойчивого снежного покрова снег обычно несколько раз стаивает. [6].

Географическая карта области с обозначением выбранных станций, представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Карта Ленинградской области.

### 3. Систематизация и анализ исходного материала.

Далее будут представлены результаты обработки и анализа исходных данных.

#### 3.1 Описание исходных данных.

В качестве исходных данных были использованы результаты ежедневных наблюдений за высотой снежного покрова на станциях Кингисепп, Белогорка, Сосново, Лодейное Поле.

Данные отобраны по пяти ближайшим зимним сезонам: 2016-2017гг, 2017-2018гг., 2018-2019гг., 2019-2020гг. и 2020-2021гг. Холодным периодом (зимним сезоном считались месяцы с октября по апрель).

Данные систематизированы, собраны в таблицы. Они находятся в Приложении А.

Для анализа режима общей циркуляции использовались карты средних полей давления на уровне моря и его аномалий, а также средних полей геопотенциальной поверхности 500 гПа и его аномалий за каждый месяц исследуемого периода. Данные в виде карт находятся в Приложении Б.

#### 3.2 Высота снежного покрова на метеостанции Кингисепп.

Город Кингисепп является западным городом Ленинградской области.

Местность в районе Кингисеппа преимущественно равнинная, лесистая и заболоченная.

Северо-западнее города, на расстоянии 30-35 км находится Нарвский Залив, к юго-западу от города находится большой водоем – Чудское озеро..

Погода в районе станции Кингисепп во многом зависит от местных физико-географических условий и определяется повышенной циклонической деятельностью, преобладающим западно-восточным переносом воздушных масс с Атлантики, а также влиянием теплого течения Гольфстрим и

большого количества водных бассейнов. Особенности погоды в течение всего года в значительной мере обуславливает влияние Финского залива и Чудского озера. [7].

Рассмотрим изменчивость высоты снежного покрова по результатам наблюдений за высотой снежного покрова на метеостанции Кингисепп за холодный период, с октября по апрель 2016-2021 гг. Данные измерений представлены в таблицах 1-5 (см. Приложение А) и на графиках (рис.2-7)

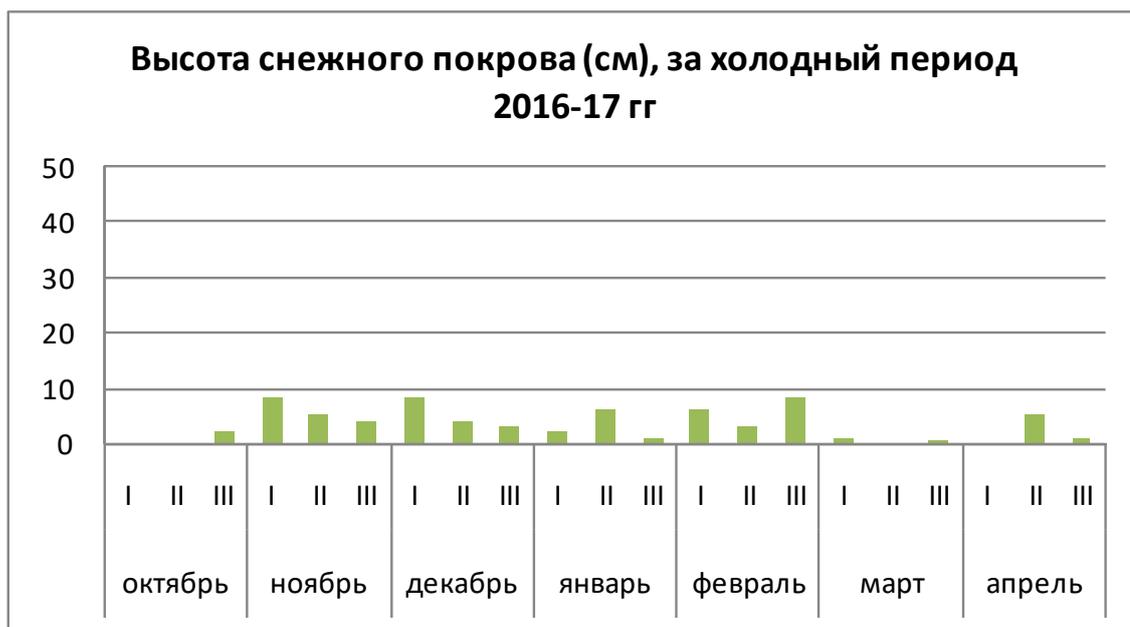


Рис. 2– Высота снежного покрова, Кингисепп, 2016-2017 г.

За холодный период 2016-2017 (рис.2) наблюдалось 107 дней со снегом, снег выпадал с третьей декады октября (2 дня со снегом) по апрель (12 дней), наибольшее число дней со снегом наблюдалось в ноябре, январе и феврале -21-22 дня. Но высота снежного покрова не превышала 10 см, так как холодная погода сменялась оттепелями, во время которых снежный покров уменьшался.

В марте снежный покров не наблюдался во второй и третьей декаде – снег таял, не задерживаясь на поверхности. В апреле наблюдались отдельные дни со снегом, но устойчивый снежный покров наблюдался только при выпадении осадков, после чего снег таял из-за положительных температур.

За холодный период 2017-2018 (рис. 3) наблюдалось 100 дней со снегом, снег выпадал со второй декады октября (8 дней со снегом) по первую декаду апреля (4 дня), наибольшее число дней со снегом наблюдалось в феврале (25 дней), декабре и январе 22 дня. Но высота снежного покрова также не превышала 10 см, так как холодная погода сменялась оттепелями, во время которых снежный покров уменьшался, за исключением февраля – высота снега достигала 21 см.

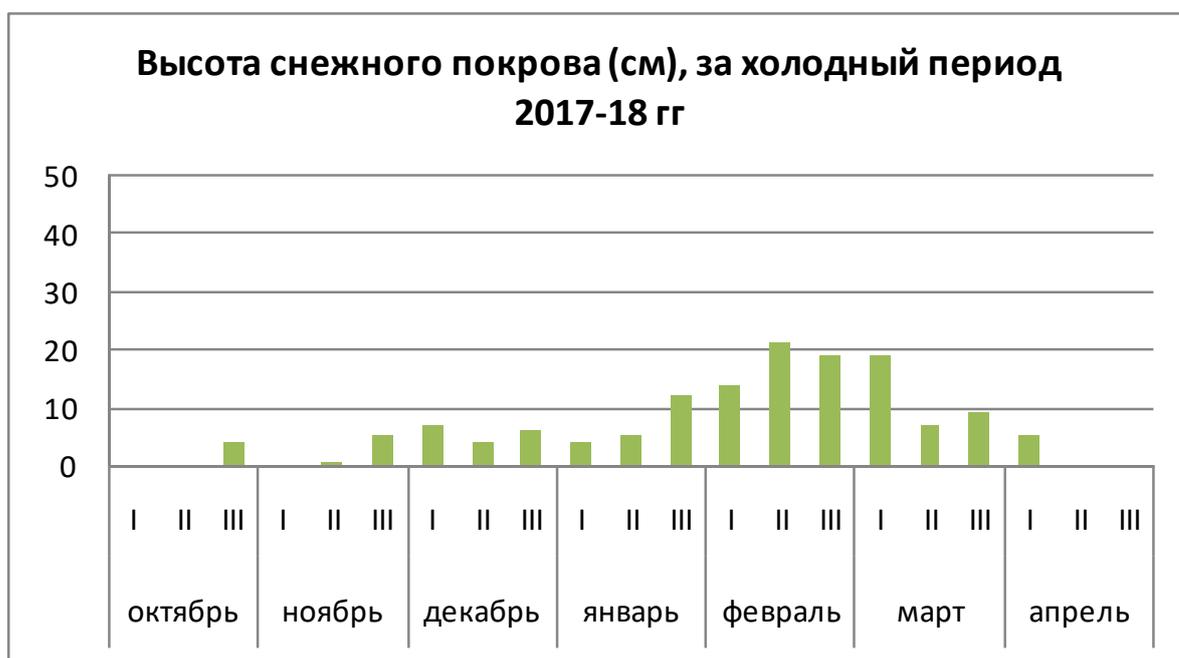


Рис. 3- *Высота снежного покрова, Кингисепп, 2017-2018 г.*

В марте и первой декаде апреля наблюдались снежные заряды, но устойчивый снежный покров наблюдался только в марте, после первой декады апреля снег не наблюдался.

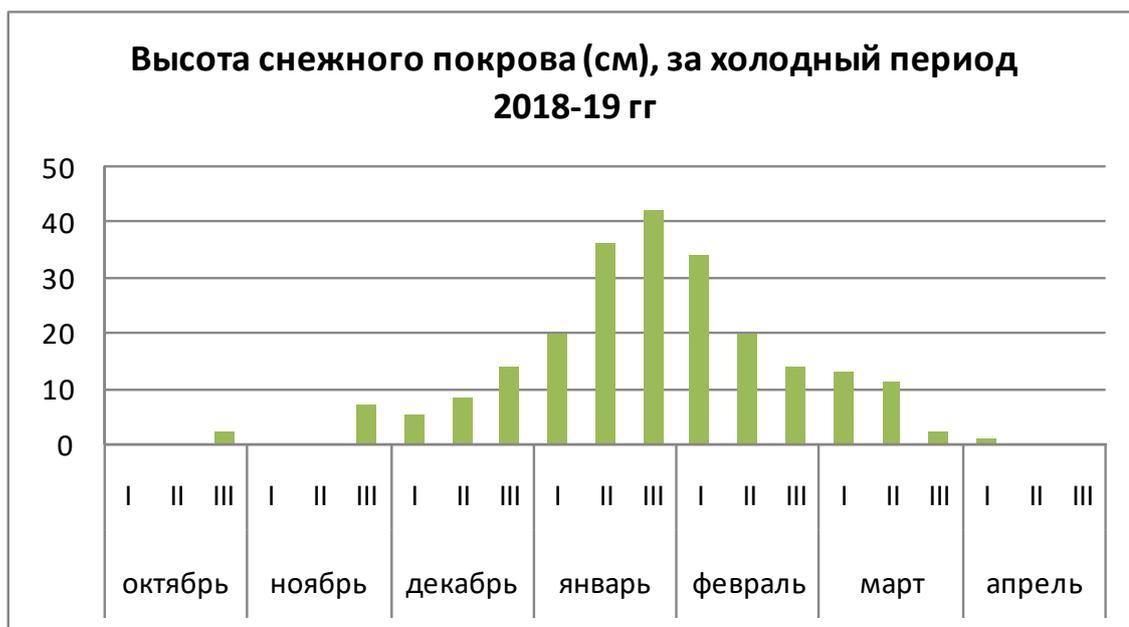


Рис. 4- *Высота снежного покрова, Кингисепп, 2018-2019 г.*

Холодный период 2018-2019 гг. выдался наиболее снежным. Число дней со снегом составило 95, снег наблюдался с третьей декады октября и по первую декаду апреля. Но устойчивый снежный покров наблюдался только с третьей декады ноября. Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в январе и феврале – 42 см и 34 соответственно, что объясняется низкой температурой и отсутствием оттепелей за период с декабря по март. Осадки в этот период отличались большой продолжительностью. В марте наблюдалась 15 дней со снегом, но высота снежного покрова устойчиво уменьшалась из-за повышения температуры. После первой декады апреля снег не наблюдался (рис.4).

Холодный период 2019-2020 являлся прямой противоположностью предыдущего сезона. Наблюдалось всего 58 дней со снегом, снег наблюдался с первой декады октября по третью декаду апреля, но устойчивый снежный покров с высотой снега до 8 см наблюдался только в феврале. Это объясняется аномально теплой зимой, из-за выноса теплого влажного воздуха с запада Атлантики, с частыми оттепелями (рис.5)

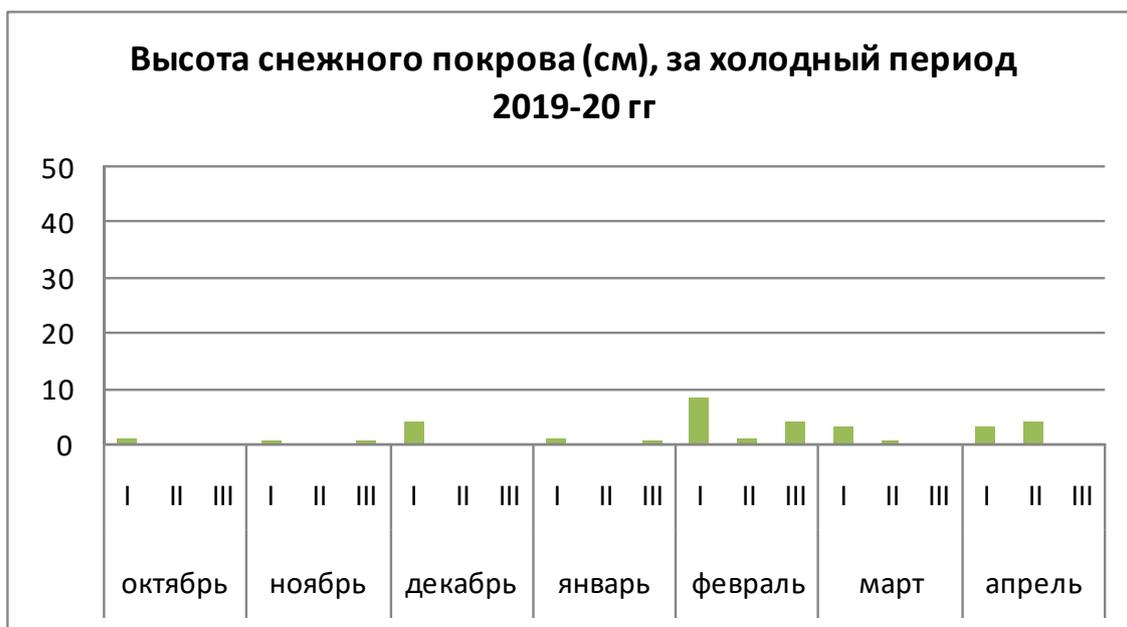


Рис. 5- *Высота снежного покрова, Кингисепп, 2019-2020 г.*

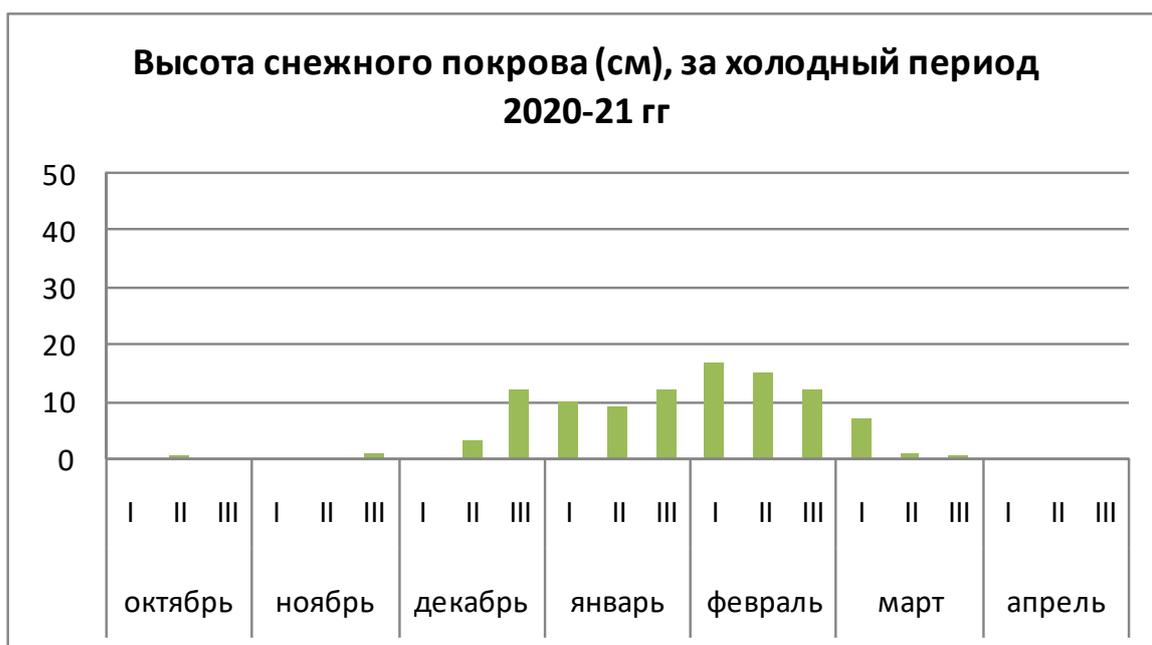


Рис. 6- *Высота снежного покрова, Кингисепп, 2020-2021 г.*

За холодный период 2020-21 гг. на станции наблюдалось 96 дней со снегом. Устойчивый снежный покров наблюдался со второй декады декабря по вторую декаду марта. Наибольшее количество дней со снегом наблюдалось январе – 22 дня, но в декабре, феврале и марте их было ненамного меньше 19-21 день. Но из-за оттепелей высота снежного покрова

не превышала 17 см (первая декада февраля.) В апреле снежный покров уже не наблюдался (рис.6).

В результате анализа сроков образования и высоты снежного покрова за пятилетний период по станции Кингисепп (рис. 7), можно сделать вывод, что устойчивый снежный покров наблюдается с декабря по март, с максимальным значением высоты снежного покрова в феврале. В среднем высота снежного покрова не превышает 20 см, но холодный период 2018-2019 гг. выдался наиболее снежным – устойчивый снежный покров наблюдался с декабря по март и к третьей декаде января достигал 42 см .

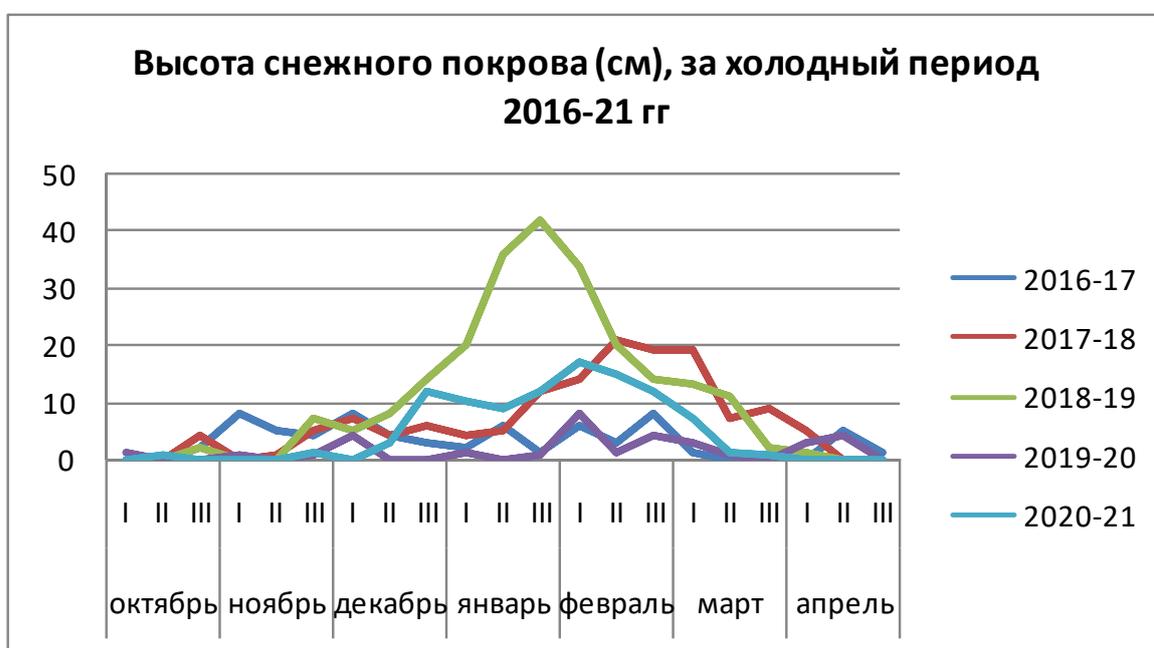


Рис. 7- Высота снежного покрова, Кингисепп, 2016-2021 г.

### 3.3 Высота снежного покрова на метеостанции Сосново.

Метеостанция Сосново находится на севере Ленинградской области, в Приозерском районе, в 50 км от города Приозерск и 16 км от Ладожского озера. На севере от Сосново в 16 км находится озеро Суходольское.

В зимний период для района Сосново характерны оттепели. Они, как правило, наблюдаются в тёплых секторах циклонов, смещающихся из районов Атлантики, а так же с Черноморских циклонов (реже). Этот период обычно сопровождается резкими ухудшениями видимости за счёт дымок и мороси, а так же низкой слоистой облачностью высотой до 100 метров и менее. Малооблачная погода зимой наблюдается в быстро смещающихся гребнях с запада, а так же в те периоды, когда адвекция холода с севера и северо-востока приводит к усилению гребня Сибирского антициклона. Большие барические градиенты зимой увеличивают повторяемость сильных ветров, что при наличии свежавыпавшего снега вызывает низовые метели и позёмки, сильно ухудшающие видимость у земли.

Для района характерно сохранение ледяного покрова на крупных водных бассейнах до конца апреля- начала мая, а также снежного покрова почти на весь апрель. Это способствует сохранению в приземном слое отрицательных температур на длительное время .[3]

Рассмотрим изменчивость высоты снежного покрова по месяцам на станции Сосново.

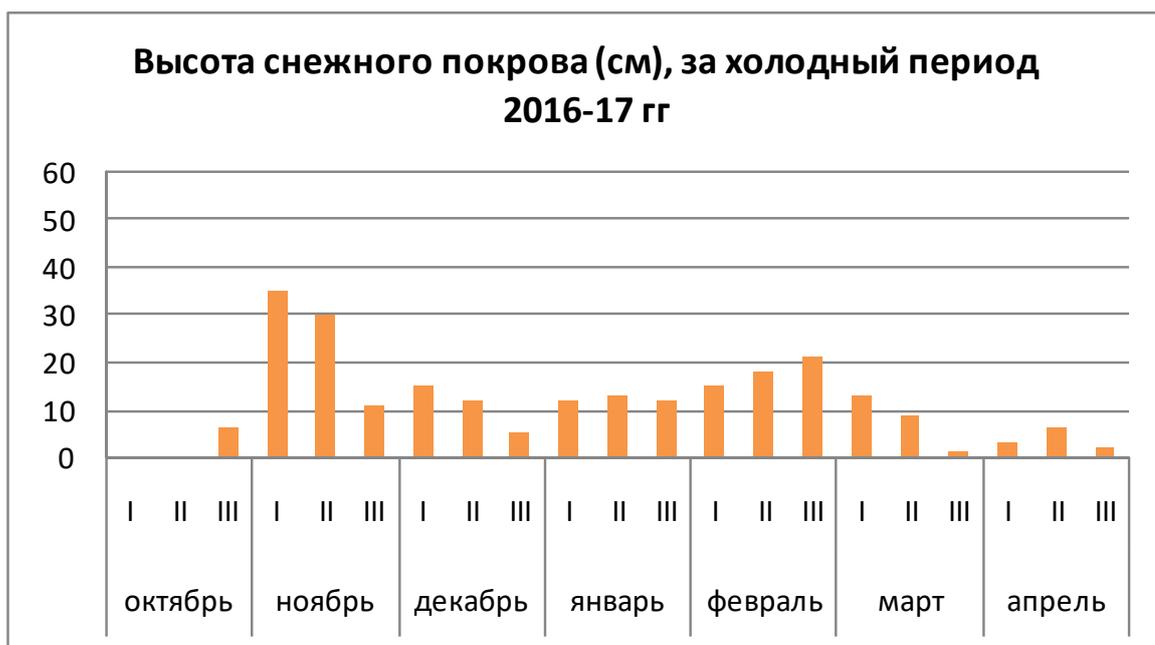


Рис. 8 – Высота снежного покрова, Сосново, 2016-2017 г.

За холодный период 2016-2017 наблюдалось 126 дней со снегом, снег выпадал с третьей декады октября (5 дней со снегом) по третью декаду апреля (14 дней), наибольшее число дней со снегом наблюдалось в ноябре – 26 дней, январе и феврале - 22 и 19 дней соответственно. Устойчивый снежный покров наблюдался с третьей декады октября до конца апреля. Высота снежного покрова в первой декаде ноября составила 36 см, из-за обильных осадков, но так как холодная погода сменялась кратковременными оттепелями, снежный покров уменьшался. В январе и феврале снежный покров не превышал 21 см, причем максимальное значение наблюдалось в третьей декаде февраля.

В марте снежный покров уменьшался во второй и третьей декаде – снег таял, не задерживаясь на поверхности. В апреле наблюдались отдельные дни со снегом, но устойчивый снежный покров наблюдался только при выпадении осадков, после чего снег таял из-за положительных температур.

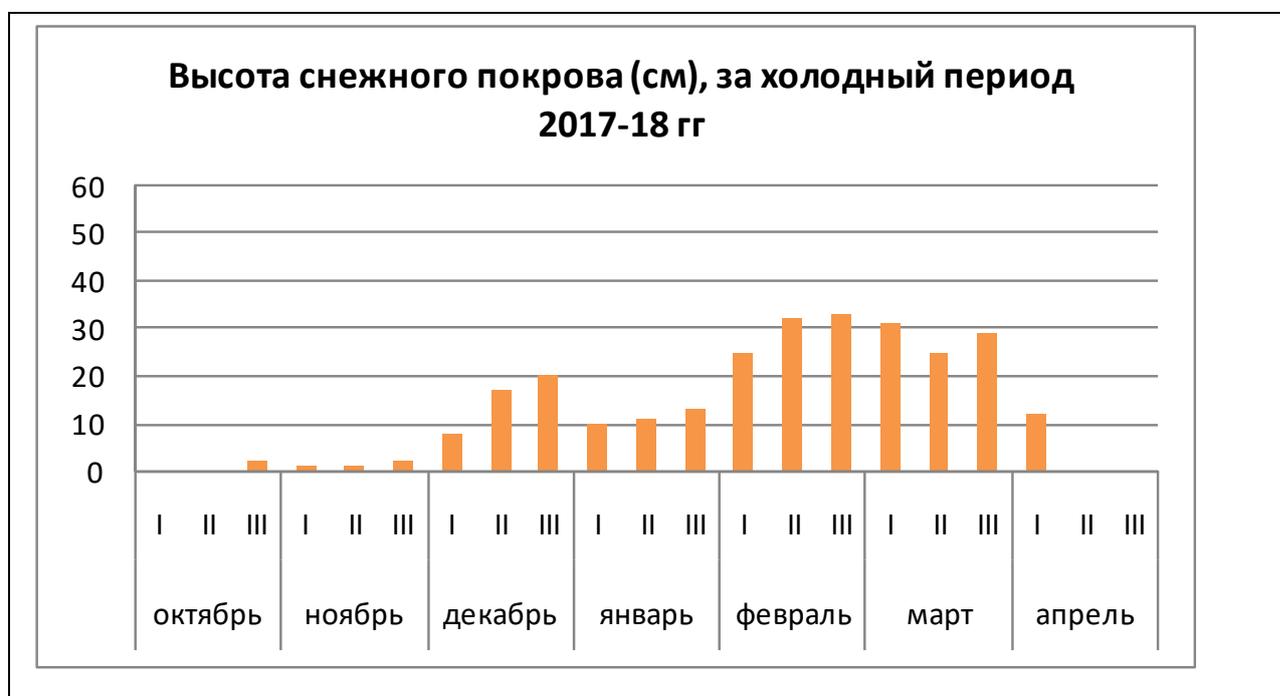


Рис. 9 – Высота снежного покрова, Сосново, 2017-2018 г.

В холодном периоде 2017-2018 гг. наблюдалось 117 дней со снегом, устойчивый снежный покров наблюдался с третьей декады октября, но высота снега не достигала 3 см. В декабре, из-за интенсивных осадков (25 дней со снегом), к третьей декаде высота снежного покрова достигла 20 см, однако в январе высота снега уменьшалась из-за кратковременных оттепелей. Наиболее снежным в 2017-18 гг. были февраль и март – по 25 дней со снегом. Высота снежного покрова составила 33 см. и продержалась до первой декады апреля. После повышения температуры снежный покров начал уменьшаться и после первой декады апреля не наблюдался.

За холодный период 2018-19 гг. наблюдалось 114 дней с выпадением снега. Первый снег выпал в октябре – 4 дня со снегом, но устойчивый снежный покров наблюдался с третьей декады ноября. Наибольшее количество дней со снегом наблюдалось в декабре и марте -26. В декабре высота снежного покрова начала расти и к третьей декаде января достигла 52 см. В феврале, из-за кратковременных оттепелей, снежный покров уменьшился до 38 см, но обильные снегопады начале марта вновь повысили снежный покров до 50 см. С повышением температуры в марте, несмотря на обильные снегопады, снежный покров уменьшался и к концу первой декады исчез (рис.10).

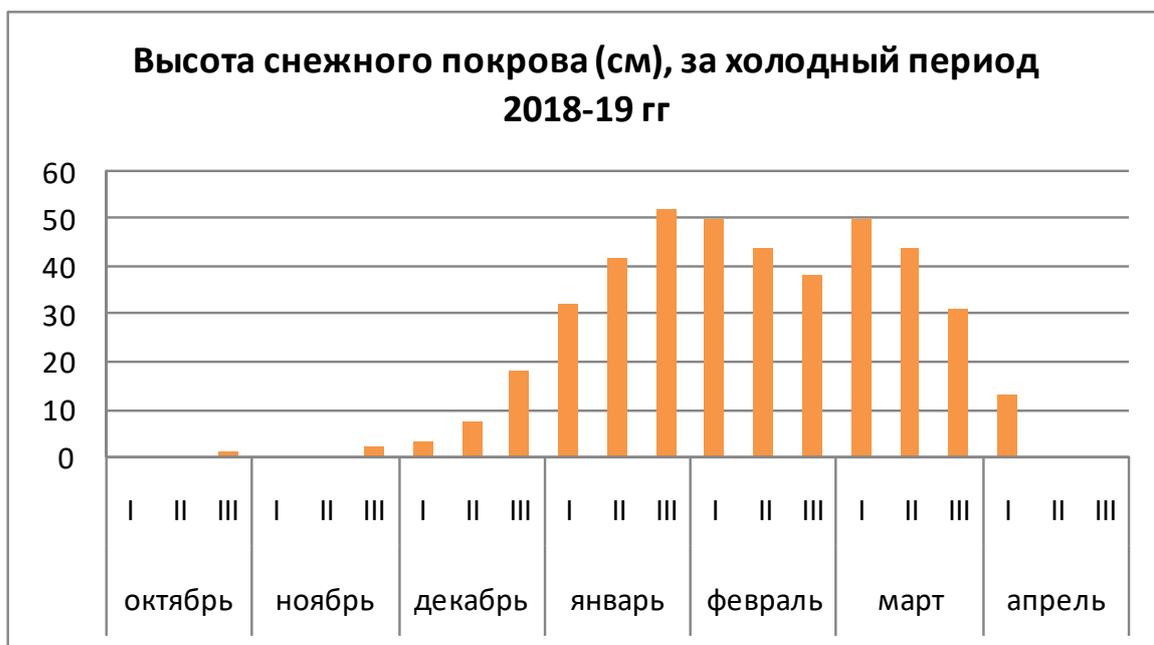


Рис. 10 – Высота снежного покрова, Сосново, 2018-2019 г.

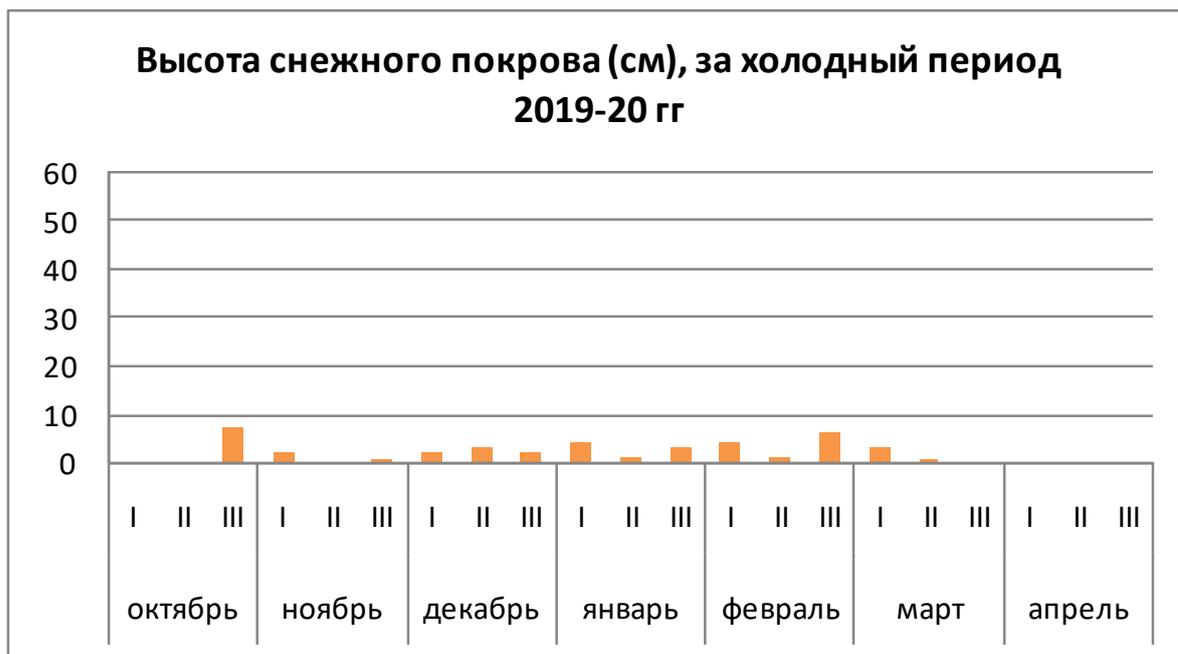


Рис. 11 – Высота снежного покрова, Сосново, 2019-2020 г.

В 2019-20 гг. осадки в виде снега наблюдались с первой декады октября, но устойчивый снежный покров появился только в декабре. За холодный период 2019-20 гг. наблюдалось дней со снегом, самыми снежными были январь и февраль - 18 и 21 день соответственно. Из-за

постоянных оттепелей высота снежного покрова с декабря по март не превысила 6 см. В апреле в течении 14 дней выпадали осадки в виде снега, но снежный покров не удерживался из-за высоких температур (рис.11).

В 2020-21 гг., за холодный период наблюдалось 110 дней с осадками в виде снега. Снег наблюдался с первой декады октября до 3 декады апреля, но устойчивый снежный покров – со второй декады декабря по третью декаду марта. Больше всего дней со снегом наблюдалось в январе – 24 дня и в феврале – 25 день. Высота снежного покрова ко второй декаде февраля достигла 48 см и продержалась практически до второй декады марта – 43 см, после этого снежный покров уменьшался и к первой декаде апреля исчез (рис.12).

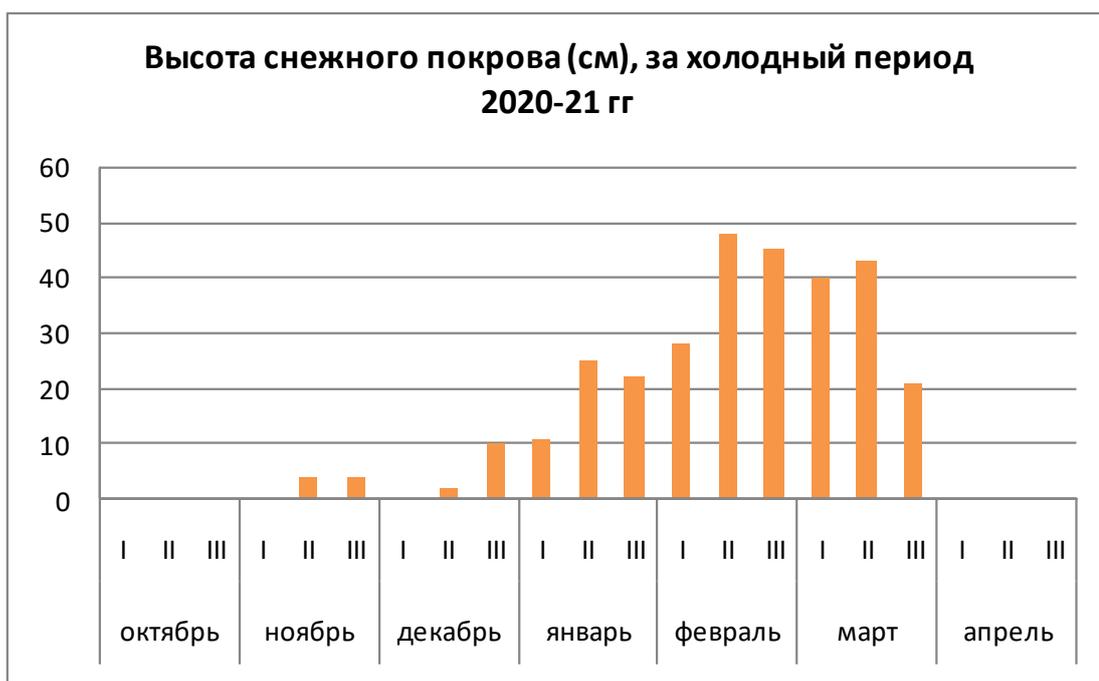


Рис.12 – Высота снежного покрова, Сосново, 2020-2021 г.

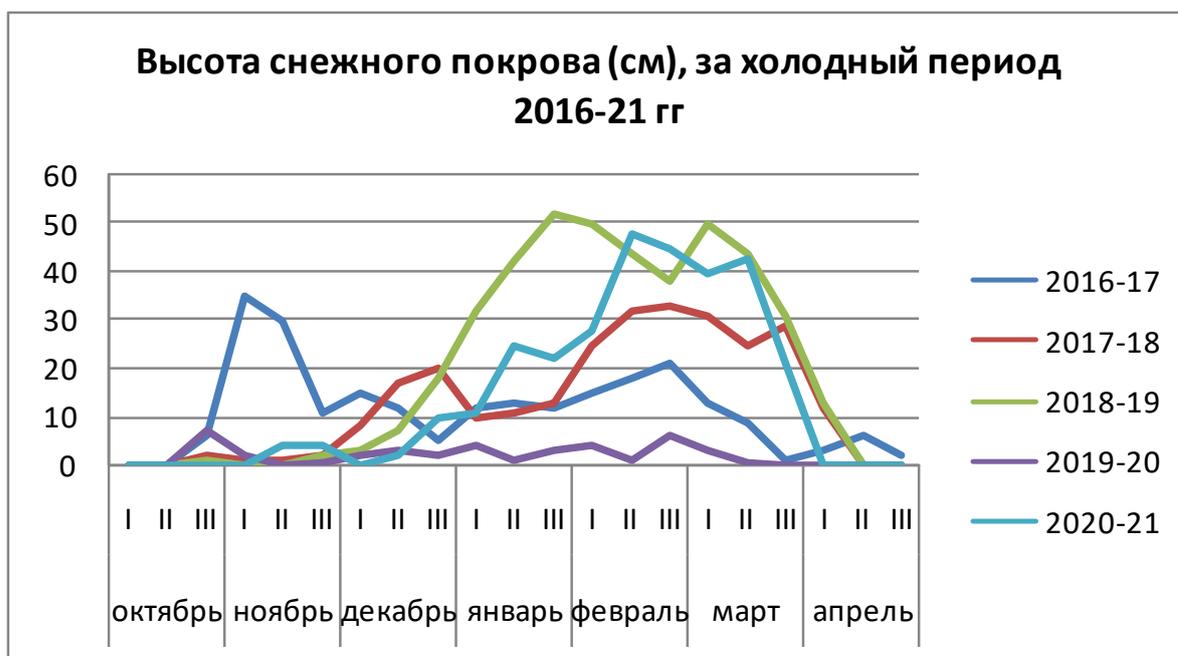


Рис. 13 – Высота снежного покрова, Сосново, 2016-2021 г.

Анализ высоты снежного покрова (рис. 2.13) за холодные периоды 2016-2021 гг. показал, что наибольшая высота снежного покрова наблюдается с января по март, минимальная высота снега наблюдалась в 2019-20 гг, максимальная – 2018-19 гг. В 2016 -17 году наиболее снежным выдался ноябрь [5].

### 3.4 Высота снежного покрова на метеостанции Лодейное Поле.

Город Лодейное Поле – небольшой промышленный центр.

Местность лесистая, сильно заболоченная, пересеченная многочисленными реками, озерами.

Район города Лодейное Поле относится к районам с умеренным морским климатом.

Общая циркуляция атмосферы является одним из основных климатообразующих факторов.

Характерной особенностью зимнего периода является усиление циклонической деятельности на арктическом и полярном фронтах.

Преобладающими воздушными массами являются морской умеренный и арктический воздух, которые имеют значительную неустойчивость. Их вторжение сопровождается значительными осадками и низкой облачностью. Фронты, проходящие через Скандинавию, теряют свою классическую схему и зачастую над районами Балтийского моря и западной Финляндии слабо выражены в таких метеорологических элементах, как: низкая облачность и осадки. Особенно теплые фронты обостряются только над центром, а зачастую над востоком Финляндии. Это приводит к тому, что сильные снегопады и низкая облачность появляются внезапно, так как на синоптических картах этих явлений погоды не отмечалось. Большой водный бассейн Ладожского озера, находящегося вблизи, длительное время не замерзают. Процесс замерзания заканчивается в конце января – начале февраля. Это обстоятельство способствует возникновению специфического местного климата, характеризующегося чрезвычайно сложными летно-метеорологическими условиями в течение всей зимы.

В зимний период для района Лодейное Поле характерны оттепели. Они, как правило, наблюдаются в теплых секторах циклонов, смещающихся из районов Атлантического океана, и реже в Черноморских циклонах.

Для осени характерно усиление меридиональной циркуляции, которая приводит к глубоким вторжениям холодного воздуха на юг и к выходу теплого воздуха в более высокие широты. Это зачастую вызывает резкую смену режима погоды.

Осадки в виде дождя сменяются мокрым снегом, а в ночные и утренние часы имеют место заморозки на почве.

Рассмотрим изменчивость высоты снежного покрова для района города Лодейное Поле за холодный период с 2016 по 2021 гг.

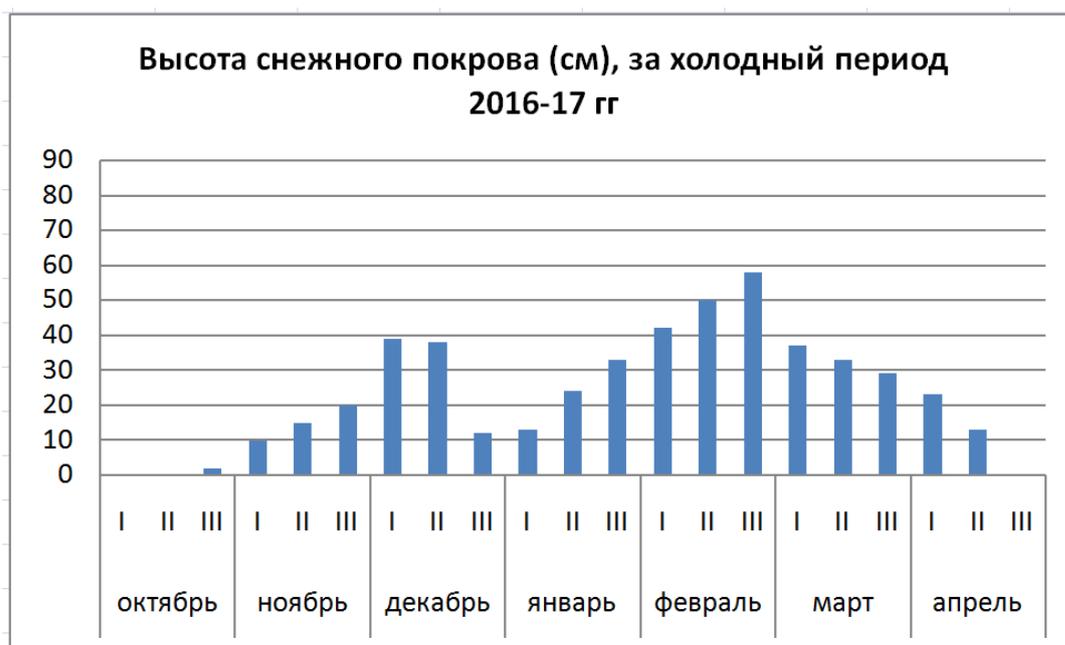


Рис.14 – *Высота снежного покрова, Лодейное Поле, 2016-2017 г.*

За холодный период 2016-2017 наблюдалось 118 дней со снегом, снег выпадал со второй декады октября (6 дней со снегом) по вторую декаду апреля (14 дней), наибольшее число дней со снегом наблюдалось в декабре – 25 дней, ноябре и январе 22 дня. Устойчивый снежный покров наблюдался с третьей декады октября до второй декады апреля. Высота снежного покрова в первой и второй декаде декабря составила 39 см, из-за обильных осадков, но так как холодная погода сменялась кратковременными оттепелями, снежный покров уменьшался. В январе и феврале снежный покров увеличивался, и максимальное значение наблюдалось в третьей декаде февраля – 58 см. В марте и апреле, с наступлением тепла, снежный покров уменьшался и сошел к третьей декаде апреля.



Рис.15 – Высота снежного покрова, Лодейное Поле, 2017-2018 г.

В холодный период 2017-18 гг. в районе Лодейное Поле наблюдалось 107 дней с осадками в виде снега. Снег выпадал с третьей декады октября по первую декаду апреля. Больше всего дней со снегом наблюдалось в январе - 25 дней. Устойчивый снежный покров начинался с третьей декады ноября и достиг своего максимума к третьей декаде марта – 52см. В апреле происходило уменьшение снежного покрова из-за повышения температуры воздуха, и к третьей декаде апреля снег растаял (рис.15).

В 2018-2019 гг. наблюдалось 108 дней со снегом. Снег выпадал с третьей декады октября по вторую декаду апреля, наибольшее количество дней с осадками в виде снега наблюдалось в январе – 29. Устойчивый снежный покров наблюдался с третьей декады ноября по вторую декаду апреля. Из-за обильных снегопадов высота снежного покрова в январе достигла 80 см, в феврале и марте, из-за кратковременных оттепелей, высота снежного покрова незначительно снизилась – до 63-68 см, и благодаря обильным осадкам продержалась до апреля (рис.16).

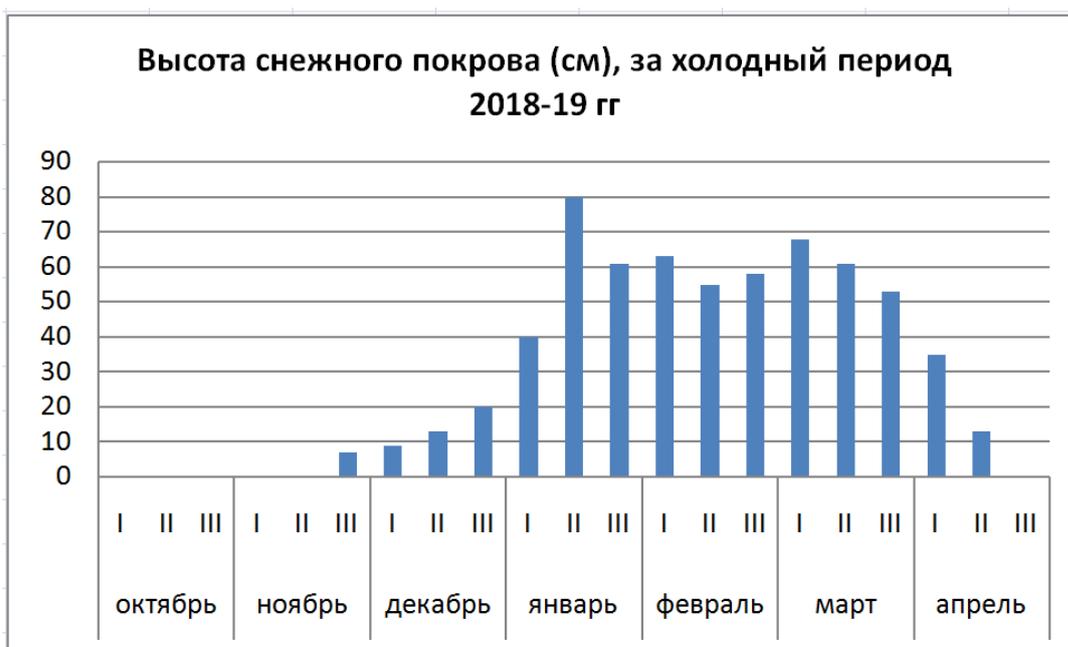


Рис.16 – Высота снежного покрова, Лодейное Поле, 2018-2019 г.

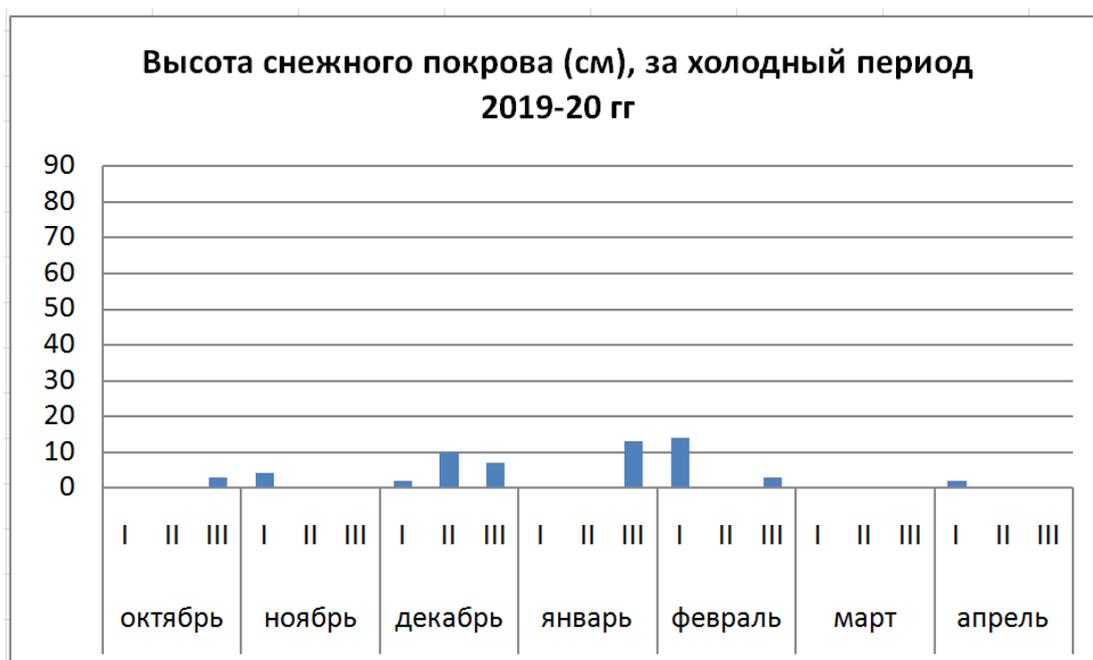


Рис .17 – Высота снежного покрова, Лодейное Поле, 2019-2020 г.

Период 2019-20 гг. был наиболее бесснежным. Осадки в виде снега наблюдались с первой декады октября по третью декаду апреля, но устойчивый снежный покров наблюдался только декабре в конце января – начале февраля. Высота снежного покрова не превышала в декабре 10 см, в феврале – 14 см. Несмотря на осадки в виде снега в декабре – феврале (по 17

дней), из-за высоких температур воздуха снег не удерживался на поверхности земли (рис.17).

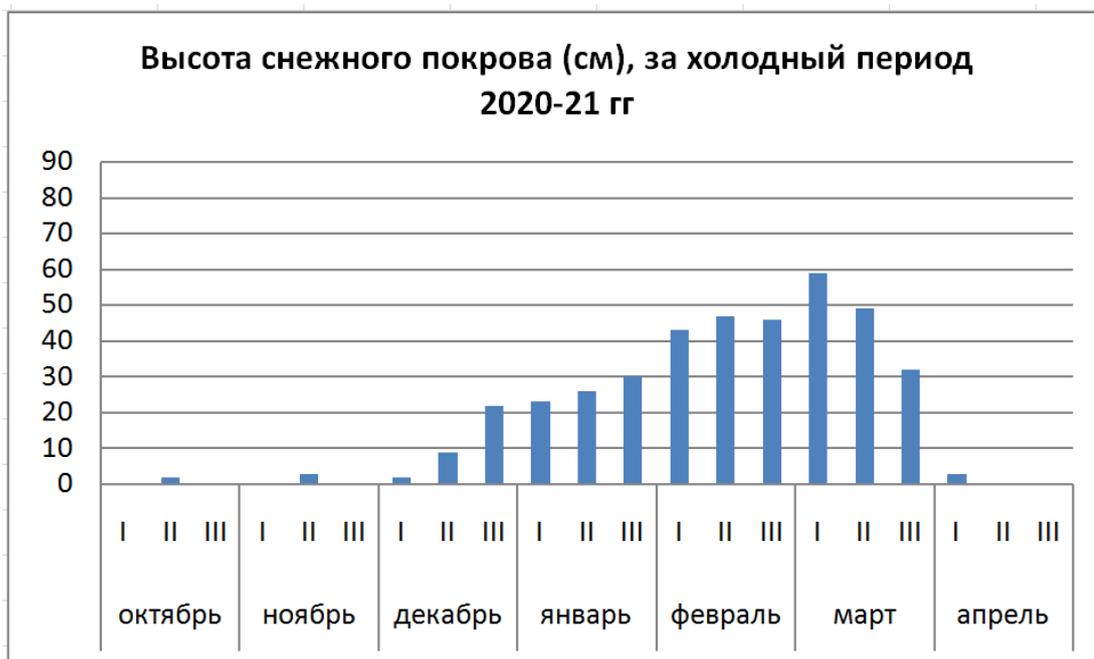


Рис.18 – Высота снежного покрова, Лодейное Поле, 2020-2021 г.

В холодном периоде 2020-21 гг. наблюдалось 97 дней со снегом. Наибольшее количество дней с осадками в виде снега наблюдалось феврале – 26 дней, минимальное – в октябре, 2 дня. Устойчивый снежный покров наблюдался со второй декады декабря и достиг максимума к первой декаде марта – 59 см. несмотря 18 дней со снегом в марте, с повышением температуры воздуха высота снежного покрова начала уменьшаться и к первой декаде апреля снег растаял.

Анализ высоты снежного покрова (рис. 19) за холодные периоды 2016-2021 гг. показал, что наибольшая высота снежного покрова наблюдается с января по март, минимальная высота снега наблюдалась в 2019-20 гг, максимальная – 2018-19 гг., в январе. В 2016-17 году снежным выдался ноябрь и декабрь, в отличие от других периодов, когда в эти месяцы снежный покров невелик.

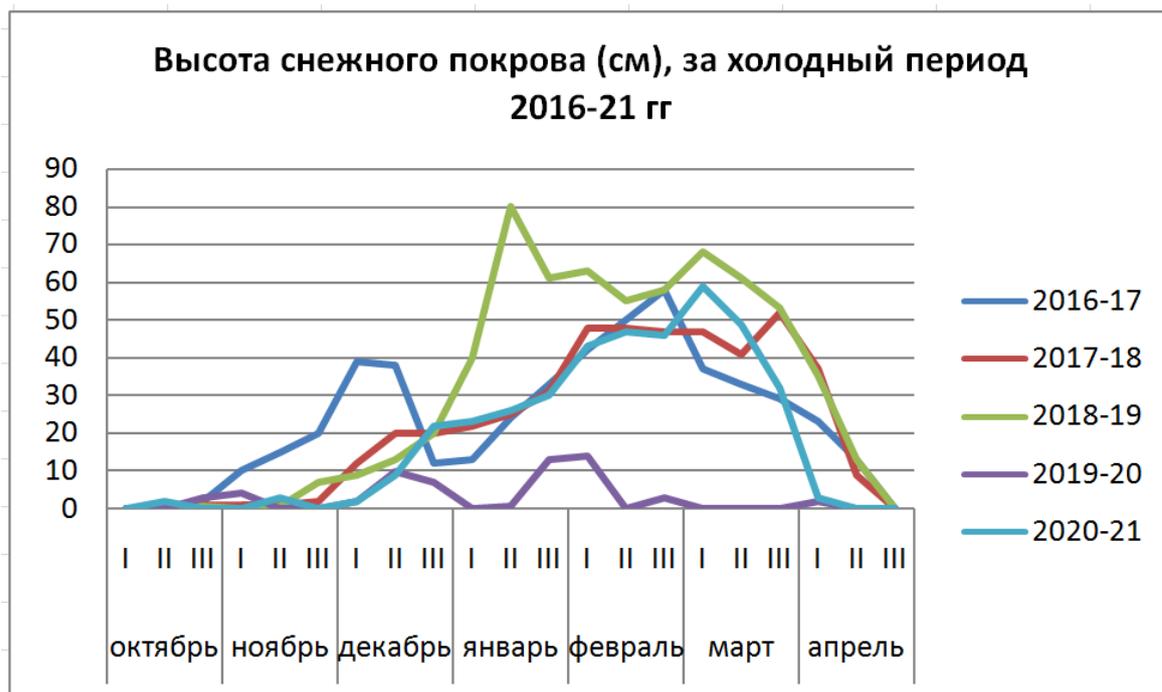


Рис.19 – Высота снежного покрова, Лодейное Поле, 2016-2021 гг.

Как видно из графика (рис.19), устойчивый снежный покров образуется в районе Лодейного Поля в среднем в конце ноября - начале декабря месяца. Его высота постепенно увеличивается и достигает максимума в марте месяце. В среднем, устойчивый снежный покров разрушается в середине апреля.

### 3.5 Снежный покров на метеостанции Белогорка

Белогорка находится на юге Ленинградской области, в 50 км от Санкт-Петербурга, в 23 км. южнее г. Гатчина.

Большая часть поверхности района Белогорки имеет равнинный характер с небольшими абсолютными высотами (60-80м). Район представляет собой лесистую заболоченную местность, с множеством озер, пересеченную реками, ручьями и канавами.

Северо-западнее от Белогорки расположен Финский залив, оказывающий существенное влияние на климатические условия в районе станции.

Рассмотрим изменчивость высоты снежного покрова в районе станции Белогорка.

За холодный период 2016-2017 гг. на метеостанции Белогорка зафиксировано 124 дня с выпадением осадков в виде снега. Наибольшее количество дней со снегом наблюдалось в ноябре – 25 дней, в декабре и январе – 23 дня. Снежный период начался с третьей декады октября и продолжался по третью декаду апреля. Устойчивый снежный покров образовался в конце октября и продержался второй декады марта. Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в ноябре и феврале, но составила всего 17 и 14 см. соответственно. В результате многочисленных оттепелей снежный покров постоянно уменьшался. Во второй и третьей декаде апреля, из-за снежных зарядов снег достигал высоты 7 см, но быстро таял (рис.20).

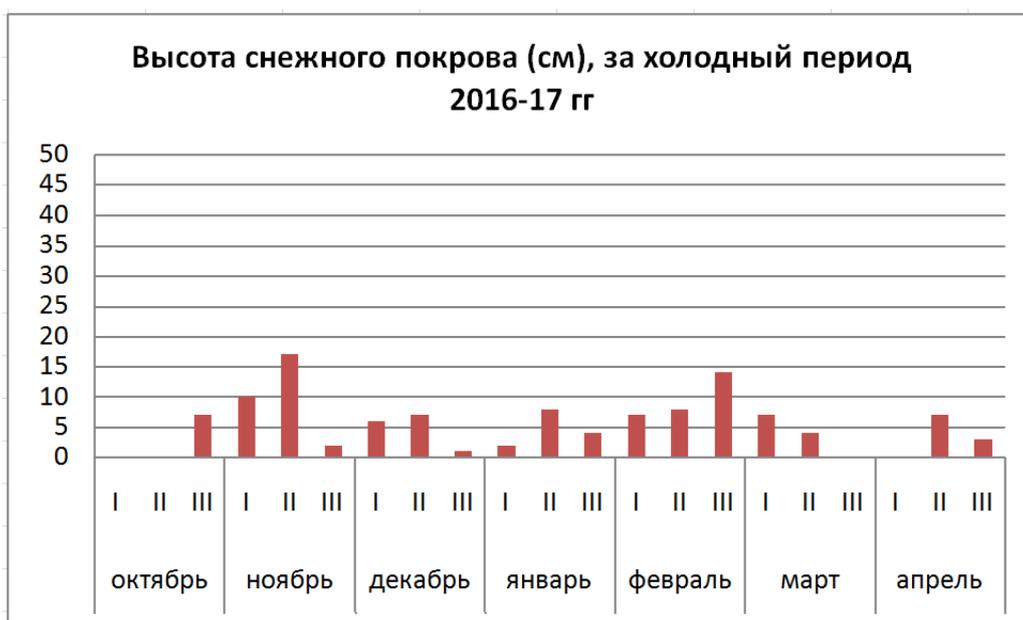


Рис.20 – Высота снежного покрова, Белогорка, 2016-2017 гг.

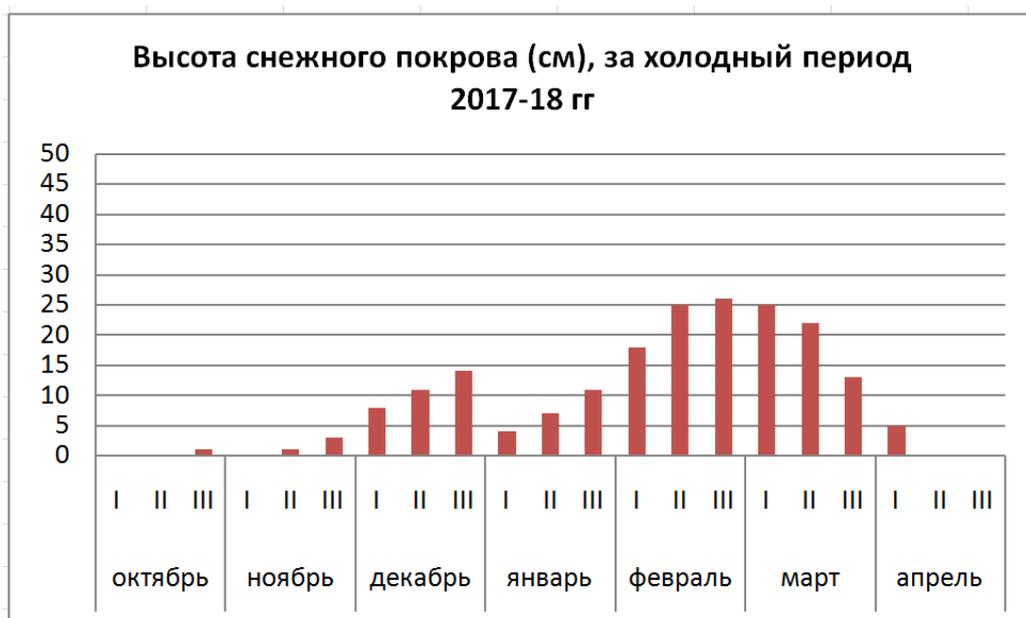


Рис.21 - Высота снежного покрова, Белогорка, 2017-2018 гг.

В холодный период 2017-18 гг. наблюдалось 110 дней со снегом. Устойчивый покров образовался в третьей декаде ноября и продержался до первой декады апреля. Максимальное количество дней с выпадением снега наблюдалось в январе – 27 дней, в декабре и феврале – по 26 дней. Максимальная высота снежного покрова составила 26 см в третьей декаде февраля, и повышением температуры высота снежного покрова устойчиво понижалась. В декабре снежный покров поднялся до 15 см, но в результате январских оттепелей уменьшился в первой декаде января до 4 см (рис.21).

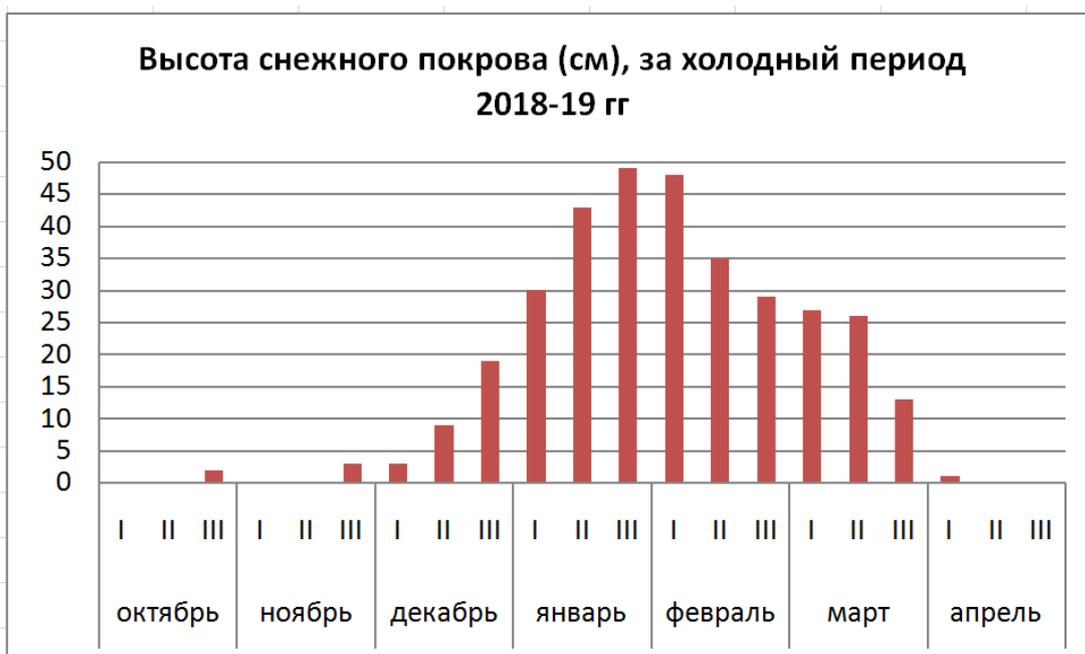


Рис.22 - Высота снежного покрова, Белогорка, 2018-2019 гг.

В холодном периоде 2018-19 гг. наблюдалось 103 с осадками в виде снега. Больше всего снег выпадал в декабре и январе – 24 и 25 дней соответственно. Устойчивый снежный покров образовался в третьей декаде ноября и продолжался до третьей декады марта. Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в январе и первой декаде февраля – 49 и 48 см соответственно. Впоследствии, из-за появления оттепелей, снежный покров начал уменьшаться. Снег выпадал в октябре и апреле, но быстро таял (рис.22).

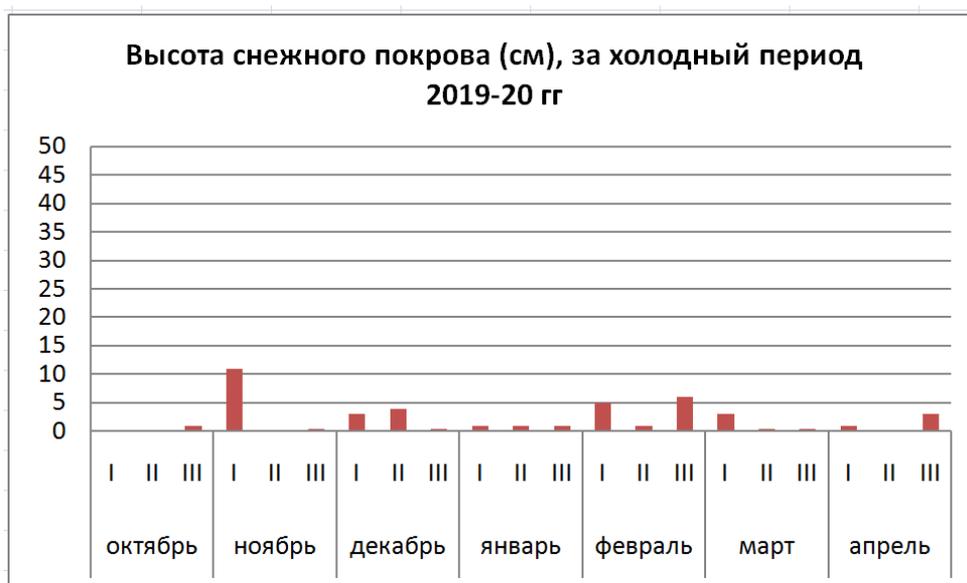


Рис. 23 - Высота снежного покрова, Белогорка, 2019-2020 гг.

За период 2019-20 гг. наблюдалось 86 дней со снегом, но из-за аномально теплой погоды устойчивого снежного покрова практически не наблюдалось. Только в первой декаде ноября снежный покров вырос до 11см, но быстро растаял. Больше всего дней с осадками в виде снега наблюдался в феврале – 22 дня, наибольшая высота снежного покрова достигла 6 см, но на протяжении всего периода снег не поднимался выше этого значения. В апреле, из-за обильных снегопадов, высота снежного покрова достигла в третьей декаде 3 см, но снег быстро растаял (рис.23).

В холодном периоде 2020-21 гг. наблюдалось 94 дня с осадками в виде снега. Снег начал выпадать с второй декады октября, но устойчивый снежный покров образовался с третьей декады ноября. Максимальное количество дней со снегом наблюдалось январе и феврале – 23 и 21 день. Во второй декаде января снежный покров достиг максимального значения – 26 см и продержался на этом уровне до 2 декады февраля. Но из-за частых оттепелей, несмотря на снегопады, рост снежного покрова прекратился и далее только уменьшался. Снежный покров исчез к первой декаде апреля, однако в третьей декаде снег шел в течении 2 дней и высота снежного

покрова составила 2 см, но после окончания снежных осадков сне растаял (рис.24).

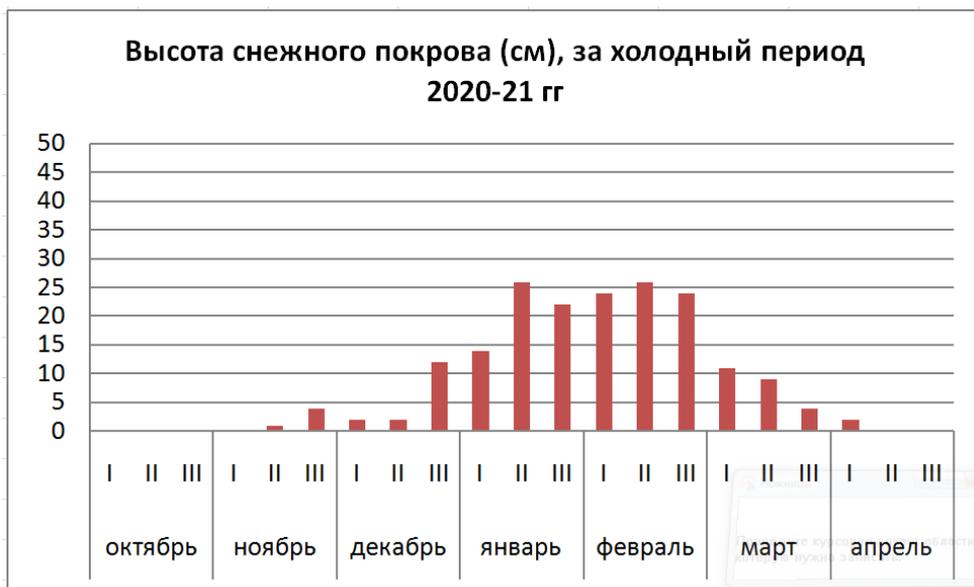


Рис. 24 - Высота снежного покрова, Белогорка, 2020-2021 гг.

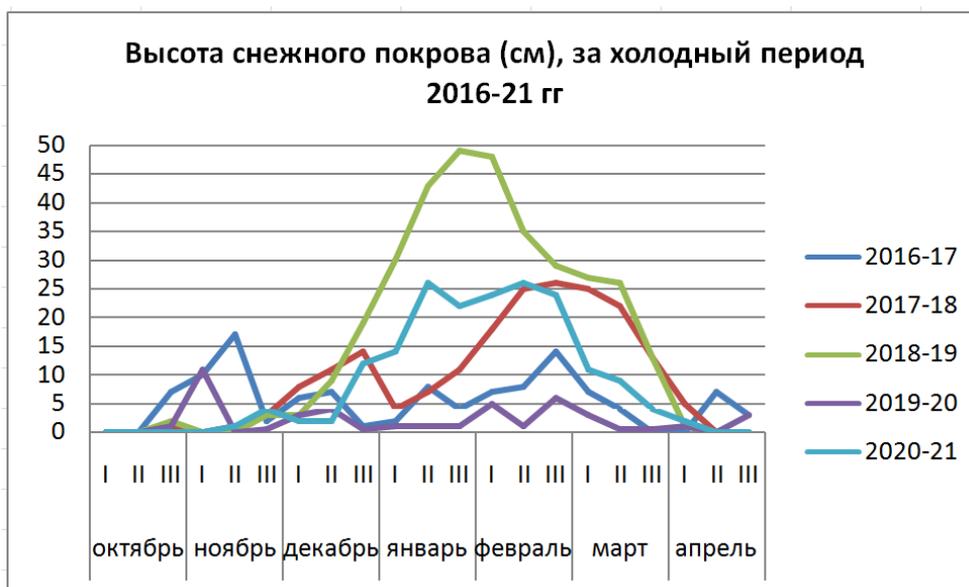


Рис. 25 - Высота снежного покрова, Белогорка, 2016-2021 гг.

Анализируя режим изменения высоты снежного покрова можно сделать вывод, что на метеостанции Белогорка наиболее снежным был период 2018-2019 гг., а наименее – 2019-20 гг. Устойчивый снежный покров начинается с третьей декады ноября и продолжается до первой декады апреля, хотя в отдельные периоды снежный покров наблюдался в конце

октября – начале ноября (2016-17, 2019-20 гг.). В апреле осадки выпадают в виде снега, чаще - мокрого снега и снежный покров образуется только во время выпадения осадков.

3.6 Анализ параметров общей циркуляции атмосферы в исследуемый период.

Далее, найдём связь между изменениями высоты снежного покрова и параметрами общей циркуляции атмосферы, отмечавшимися в тот же период. На рисунках 26- 29 приведены карты, которые использовались для анализа параметров общей циркуляции атмосферы.

На рисунках 26 и 27 изображены среднемесячные поля геопотенциала АТ-500 и приземного давления, а также их аномалии, наблюдавшиеся в марте 2018 года. По характеру общей циркуляции в этом месяце можно заметить, что высотная фронтальная зона смещена на юг, что говорит о том, что циклоны смещались по более южным траекториям и территория Ленинградской области находилась со стороны холодного воздуха, что способствовало сохранению снежного покрова. Исландский минимум располагался намного южнее своего климатического положения для этого месяца. Такие условия привели к тому, что март оказался холодным и снежным, особенно в Центральной Европе.

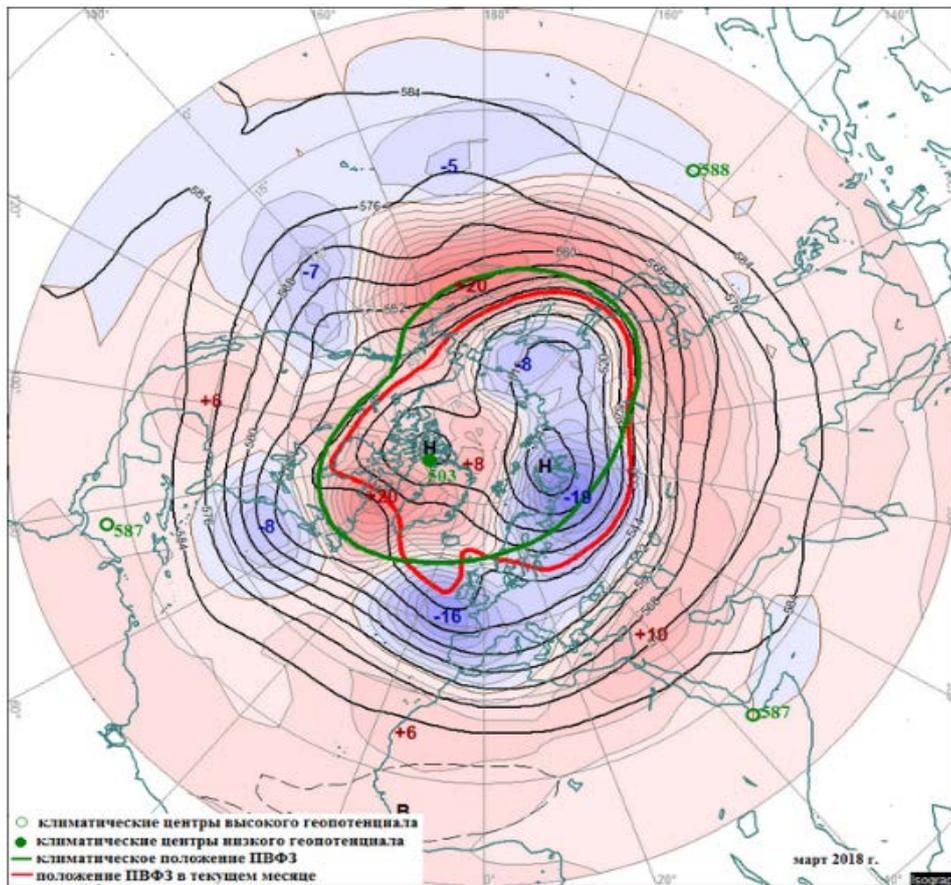


Рис.26. - Поле геопотенциала AT-500 и его аномалии в марте 2018г.

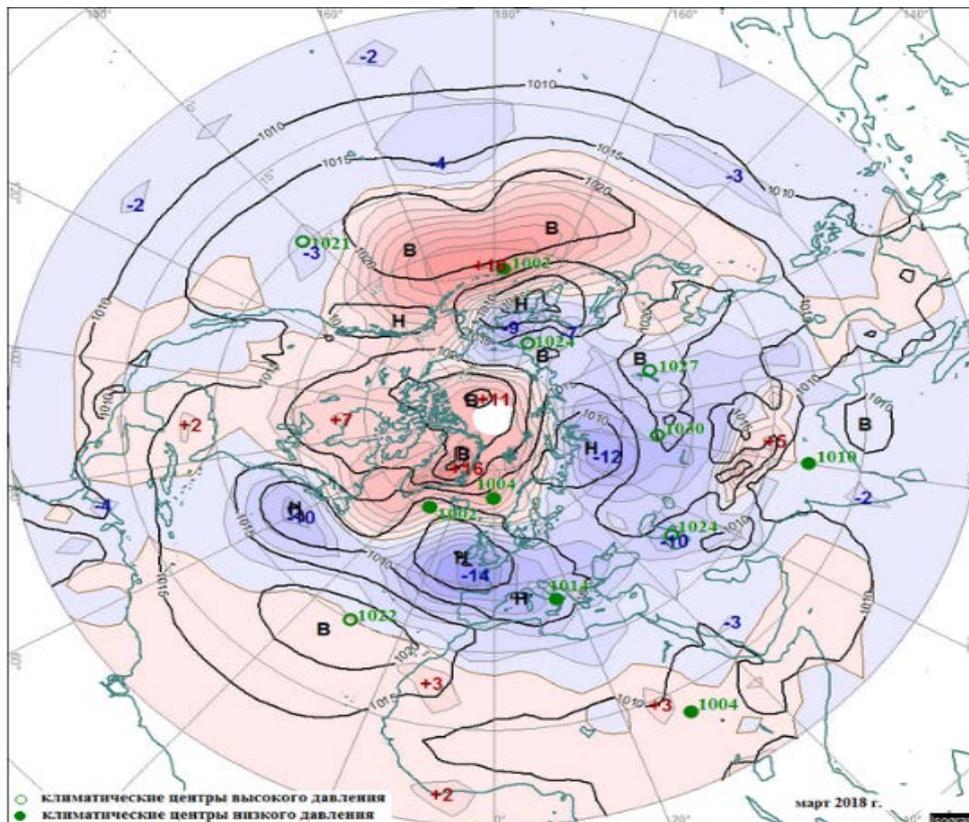


Рис.27 – Поле среднего давления на уровне моря и его аномалии в марте 2018 г.

Другим примером, с противоположной ситуацией может послужить январь 2020 года, как, впрочем и весь холодный период 2019-2020гг.

На рисунках 28 и 29 приведено среднее поле геопотенциальной поверхности 500гПа, среднее поле приземного давления, а также их аномалии, наблюдавшиеся в этом месяце. Анализ этих карт показывает, что расположение высотной фронтальной зоны было близко к своему климатическому положению, в исследуемом регионе – несколько смещено к северу. Исландский минимум был, также, близок к своему положению для этого месяца, однако его аномалии составили феноменальные -14-15 гПа. Азорский максимум также имел аномальные значения, но не такие значительные, около +4+5гПа. Циклоны смещались по более северным траекториям, унося тепло Атлантики в Северный Ледовитый Океан и оставляя в своих тёплых секторах всю Европу, а с ней и Ленинградскую область. В связи с такими условиями январь оказался очень тёплым, с положительной среднемесячной температурой и отсутствием снежного покрова.

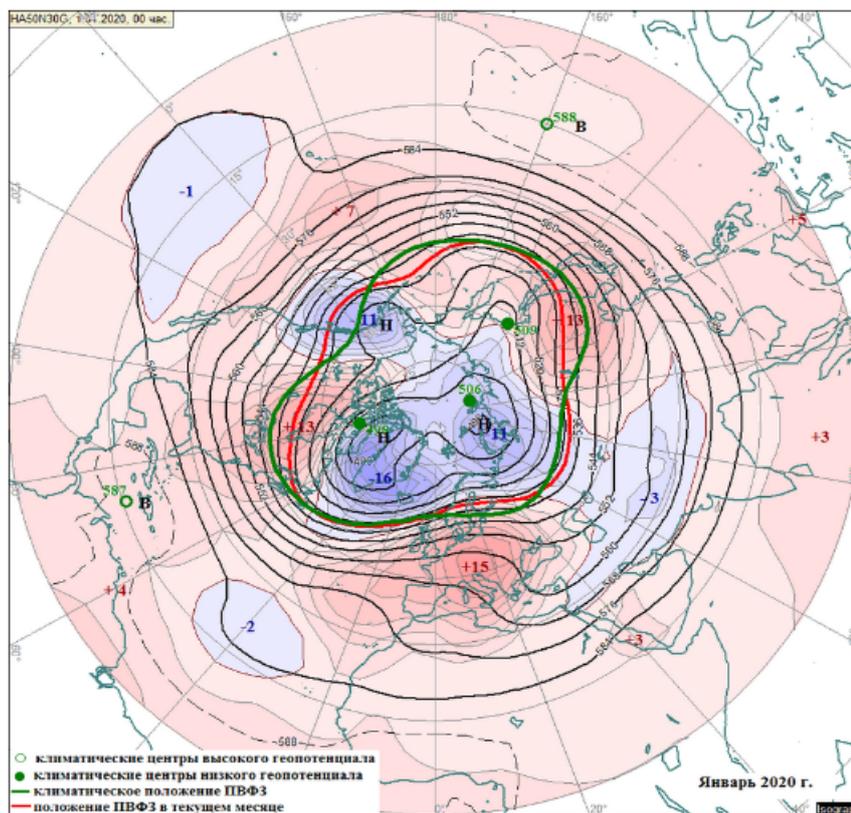


Рис.28 - Поле геопотенциала АТ-500 и его аномалии в январе 2020 г.

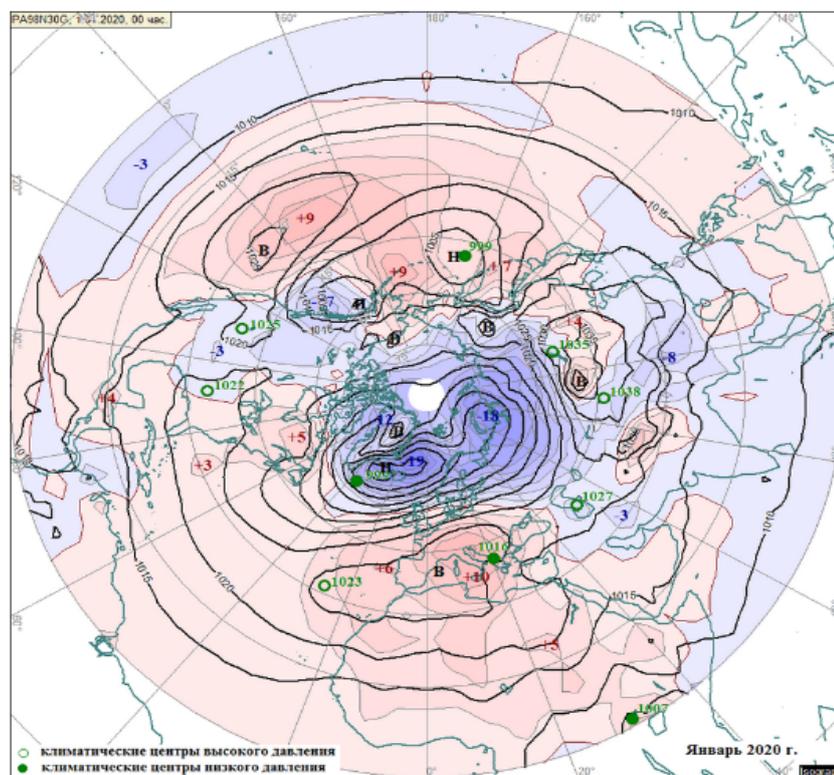


Рис.29- Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Январь 2020 г.

Далее, на рисунках 30-39 и в таблицах 1-5 приведены некоторые статистические показатели, которые мы оценивали. Это аномалии давления двух постоянных центров действия атмосферы, аномалии приземного давления, снятые с карт в районе Санкт-Петербурга, отклонение ВФЗ. Для каждого месяца исследуемого периода и каждого холодного сезона.

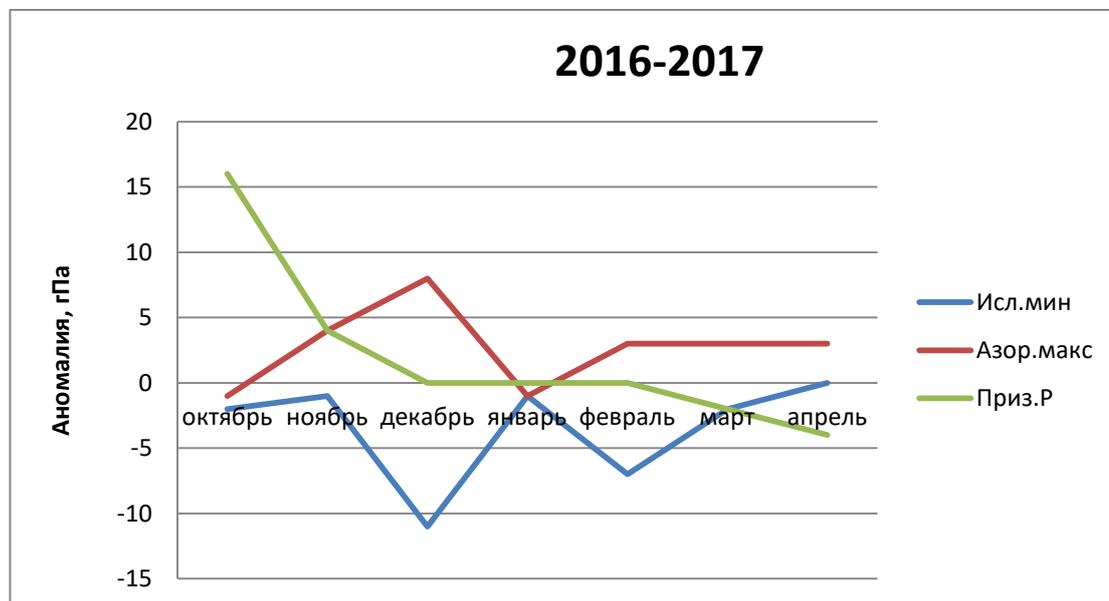


Рис.30 – *Ход аномалий давления, 2016-2017гг.*

Таблица 1. - *Аномалии давления, 2016-2017гг.*

2016-2017	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
Исл.мин	-2	-1	-11	-1	-7	-2	0
Азор.макс	-1	4	8	-1	3	3	3
Приз.Р	16	4	0	0	0	-2	-4

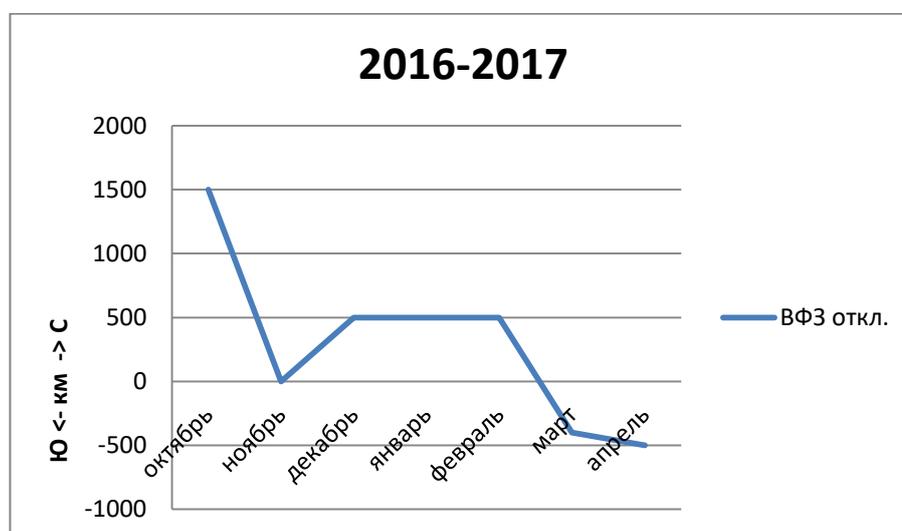


Рис.31 – *Отклонение ВФЗ, км, 2016-2017гг.*

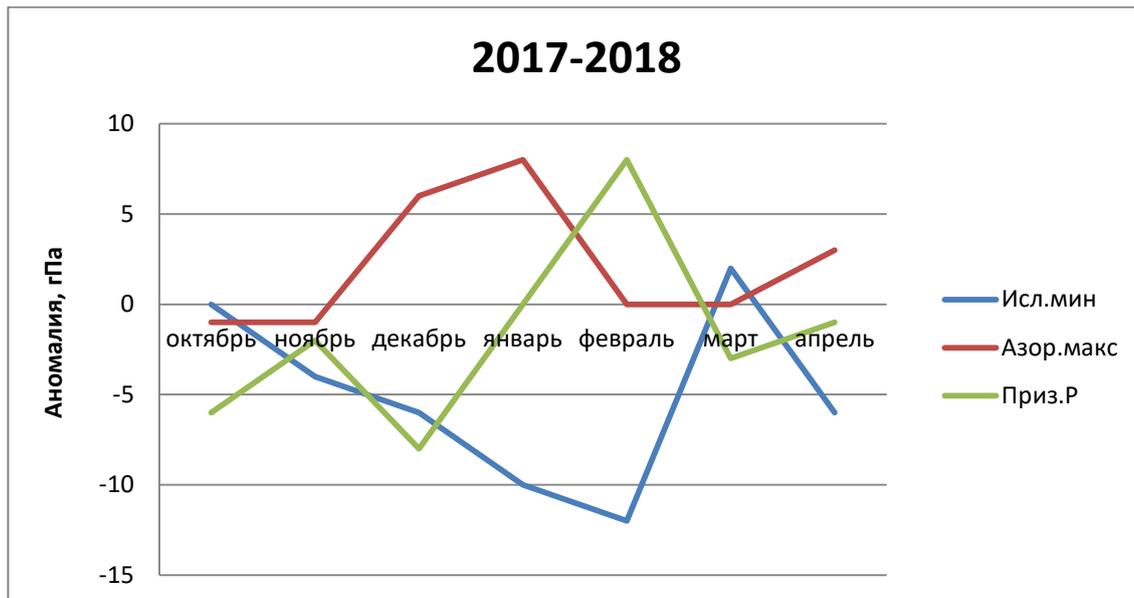


Рис.32 – *Ход аномалий давления, 2017-2018гг.*

Таблица 2. - *Аномалии давления, 2017-2018гг.*

2017-2018	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
Исл.мин	0	-4	-6	-10	-12	2	-6
Азор.макс	-1	-1	6	8	0	0	3
Приз.Р	-6	-2	-8	0	8	-3	-1

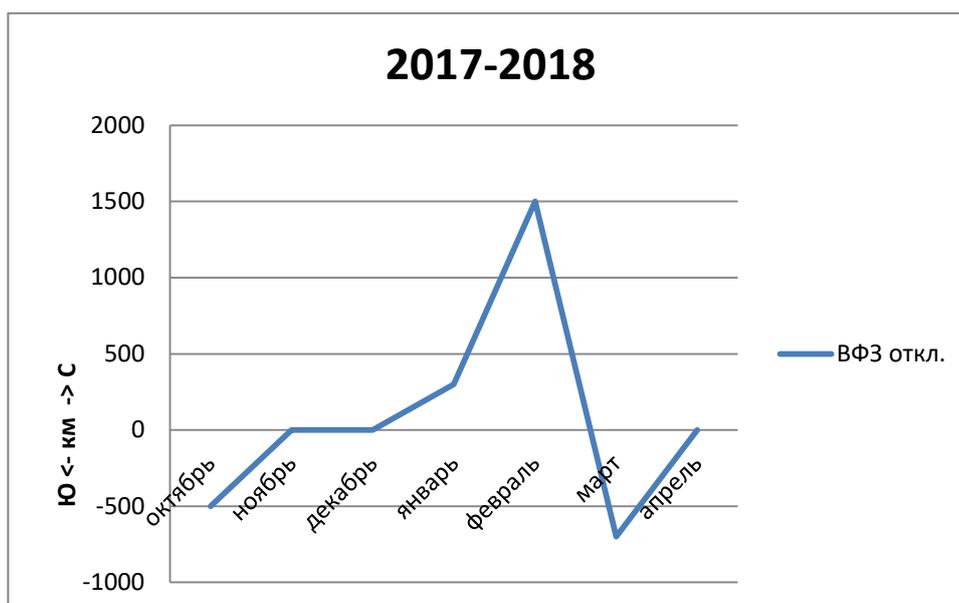


Рис.33 – *Отклонение ВФЗ, км, 2017-2018гг.*

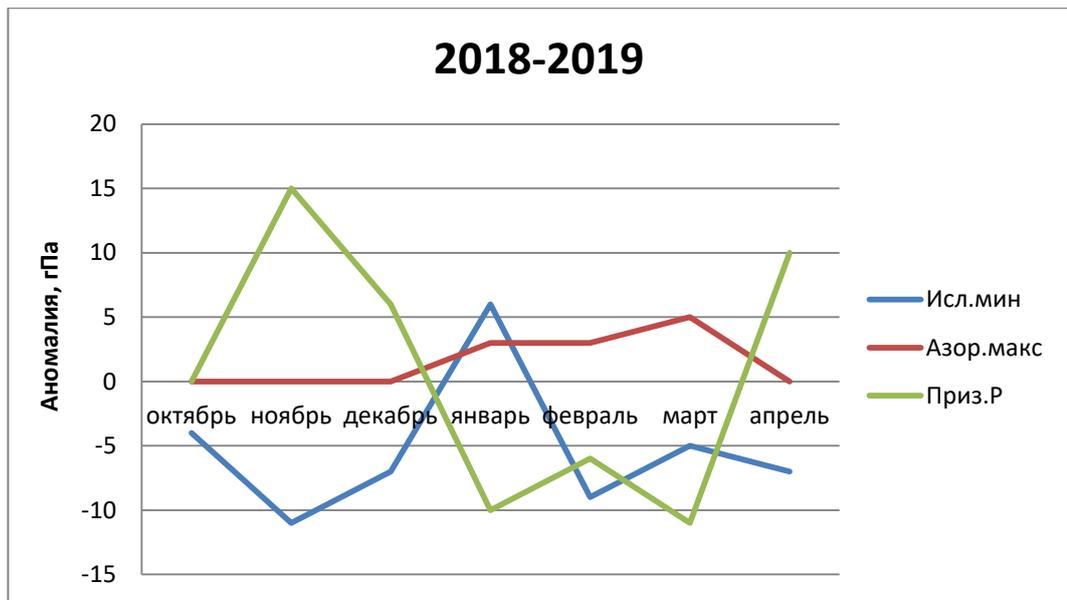


Рис.34 – *Ход аномалий давления, 2018-2019гг.*

Таблица 3. - *Аномалии давления, 2018-2019гг.*

2018-2019	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
Исл.мин	-4	-11	-7	6	-9	-5	-7
Азор.макс	0	0	0	3	3	5	0
Приз.Р	0	15	6	-10	-6	-11	10

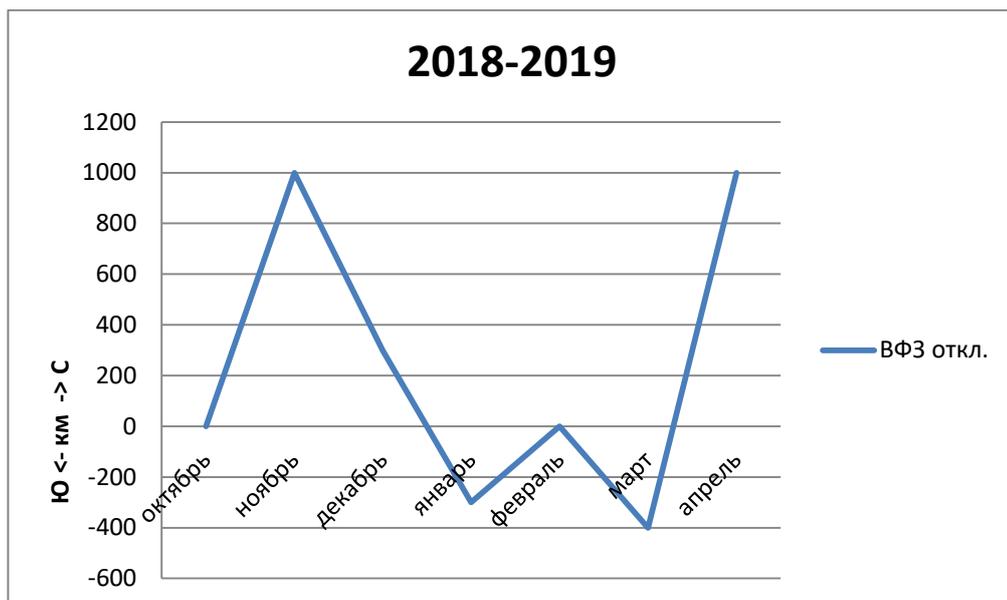


Рис.35 – *Отклонение ВФЗ, км, 2018-2019гг.*

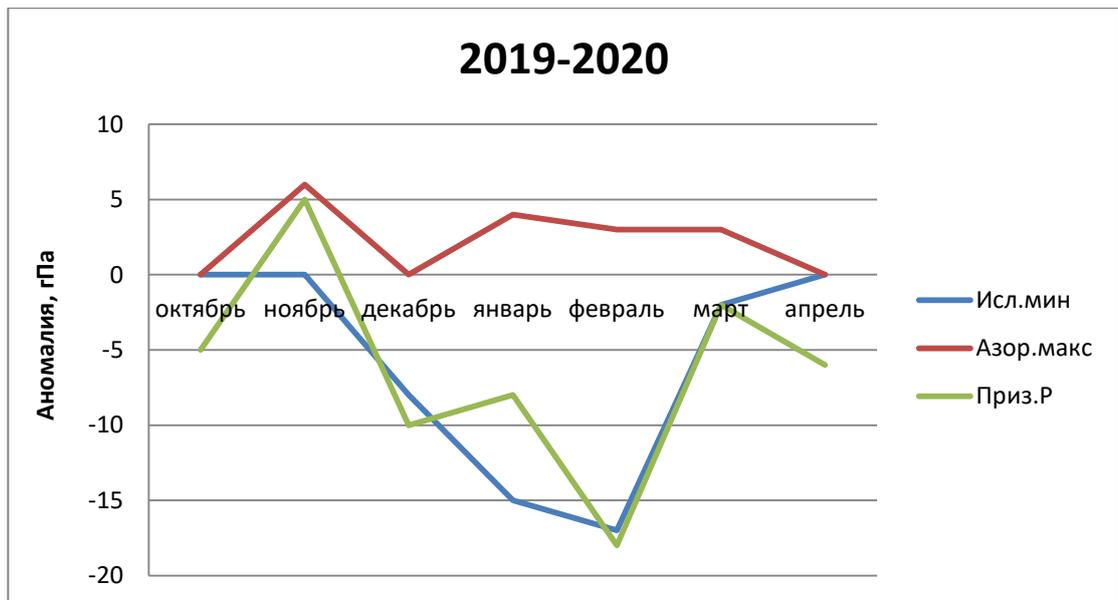


Рис.36 – *Ход аномалий давления, 2019-2020гг.*

Таблица 4. - *Аномалии давления, 2019-2020гг.*

2019-2020	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
Исл.мин	0	0	-8	-15	-17	-2	0
Азор.макс	0	6	0	4	3	3	0
Приз.Р	-5	5	-10	-8	-18	-2	-6

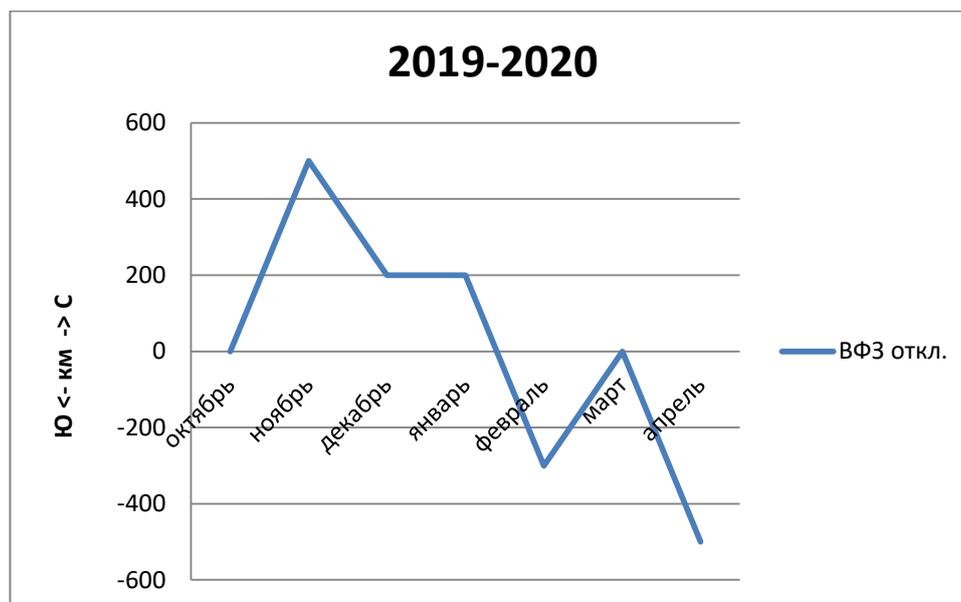


Рис.37 – *Отклонение ВФЗ, км, 2019-2020гг.*

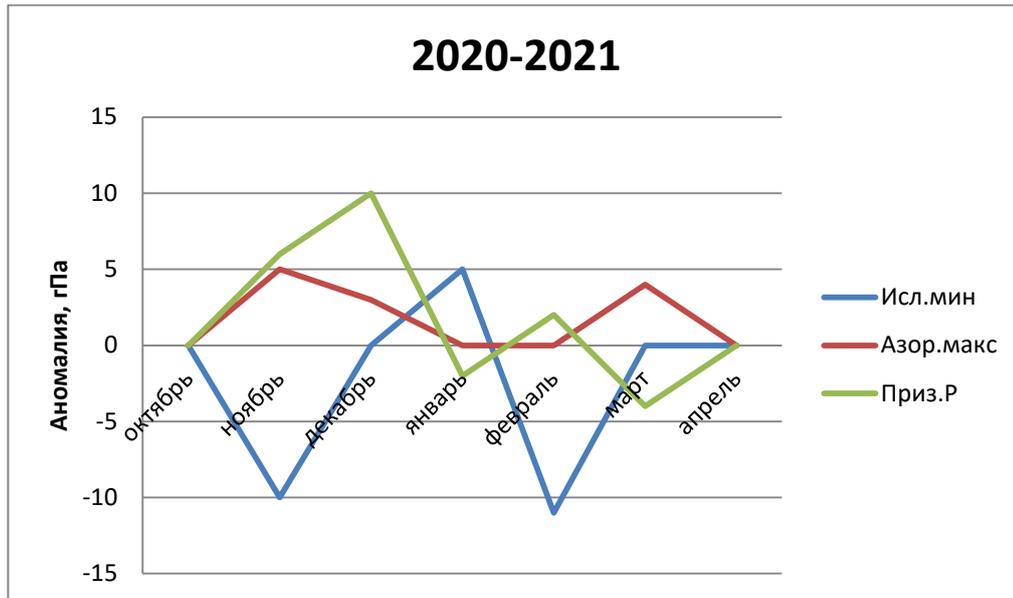


Рис.38 – *Ход аномалий давления, 2020-2021гг.*

Таблица 5. - *Аномалии давления, 2020-2021гг.*

2020-2021	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
Исл.мин	0	-10	0	5	-11	0	0
Азор.макс	0	5	3	0	0	4	0
Приз.Р	0	6	10	-2	2	-4	0

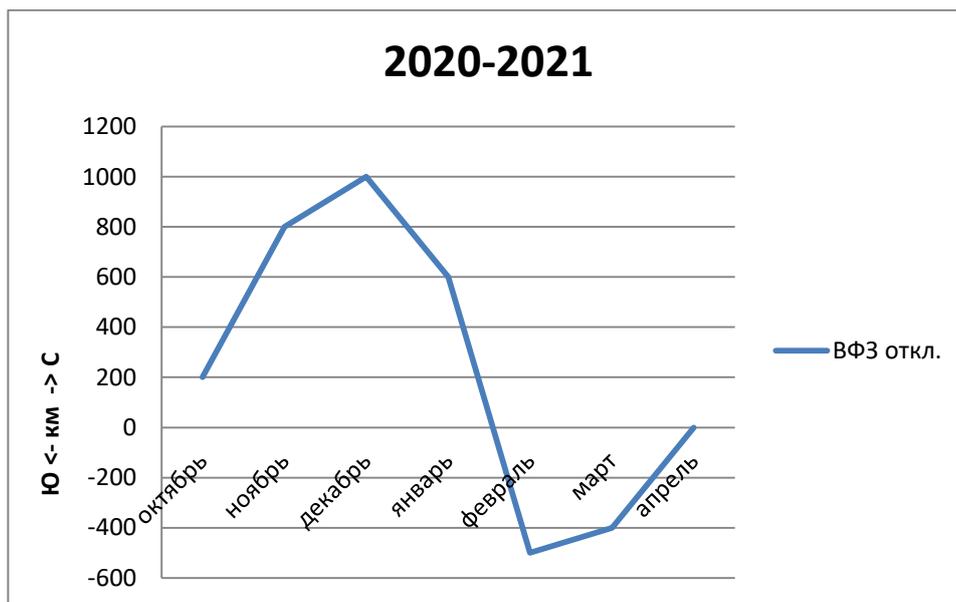


Рис.39 – *Отклонение ВФЗ, км, 2020-2021гг.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы были выполнены все поставленные задачи.

- изучены краткие физико-географические и климатические особенности Ленинградской области;

Характер рельефа равнинный. На территории Карельского перешейка наблюдается пересечённый рельеф местности и большое количество озёр.

Низменности в основном расположены по берегам Финского залива и Ладожского озера, а также в долинах крупных рек.

Климат области определяет влияние Атлантики. Этим обусловлены относительно мягкие зимы с оттепелями, а также умеренно-тёплый летний период. Весной в Ленинградской области часто наблюдаются, так называемые, возвраты холодов, из-за чего весна имеет затяжной характер.

- подготовлены исходные данные для исследования;

В качестве исходных данных были использованы результаты ежедневных измерений высоты снега на станциях Кингисепп, Белогорка, Сосново, Лодейное Поле. Данные отбирались за пять холодных периодов: 2016-2017гг, 2017-2018гг., 2018-2019гг., 2019-2020гг. и 2020-2021гг.

- произведён анализ изменчивости высоты снежного покрова на территории Ленинградской области

Снежный покров образуется на территории Ленинградской области в период с ноября по апрель;

Высота снежного покрова зависит от удаления метеостанции от Финского залива – чем ближе станция, тем высота снега меньше;

Высота снежного покрова меняется синхронно на всех станциях. И зависит от синоптических процессов, протекающих над Ленинградской областью. Это хорошо прослеживается по результатам наблюдений за высотой снега на метеостанциях Ленинградской области за холодный период. Наименьшая высота снежного покрова наблюдалась по всей территории Ленинградской области в 2019-2020 гг., когда погода была аномально теплой весь период.

Наибольшая высота наблюдалась в 2018-19 гг., когда оттепели в холодный период практически отсутствовали.

- определены характеристики общей циркуляции атмосферы в рассматриваемый период.

Наибольших значений высота снежного покрова достигает при следующих сочетаниях параметров:

-высотная фронтальная зона смещена к югу, в среднем на 200-400 км по отношению к среднему климатическому положению;

-Исландский минимум –отрицательные аномалии (-4-6гПа);

-Азорский максимум –положительные аномалии (+2+5 гПа);

-приземное давление- отрицательные аномалии (-6-10 гПа).

Наименьшие значения высоты снежного покрова наблюдаются при следующих сочетаниях параметров:

-высотная фронтальная зона смещена на север, в среднем на 200-400 км по отношению к среднему климатическому положению;

-Исландский минимум- значительные отрицательные аномалии (-10-17 гПа);

-Азорский максимум-незначительные положительные аномалии (+2+5гПа);

-приземное давление-значительные отрицательные аномалии (-10-18гПа).

Полученные в ходе работы результаты и выводы можно использовать при разработке долгосрочных прогнозов погоды, используя связь высоты снежного покрова (и его наличия) и особенностей общей циркуляции атмосферы (сочетания исследованных характеристик).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочугова Е. А. Методы и средства гидрометеорологических наблюдений : учебно-метод. пособие / Е. А. Кочугова. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. – 120 с.
2. Авиационно-климатическое описание аэродрома Громово, 2012 г.
3. Авиационно-климатическое описание аэродрома Лодейное Поле, 2014 г.
4. Авиационно-климатическое описание аэродрома Сиверский, 2015 г.
5. Климат Ленинграда. Под ред. Ц.А. Швер.-Л: Гидрометиздат, 1982 г. -254 с.
6. Авиационно-климатическое описание аэродрома Смуравьево, 2016 г
7. <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>
8. <https://meteoinfo.ru/>

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 2.1 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Кингисепп, 2016-2017 гг.

год	2016			2016			2016			2017			2017			2017			2017		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	2	8	5	4	8	4	3	2	6	1	6	3	8	1	0	0,5	0	5	1
число дней со снегом	0	0	2	10	6	5	9	7	3	7	8	7	8	6	8	5	0	4	2	7	3
число дней со снегом за месяц	2			21			19			22			22			9			12		
число дней со снегом за период	107																				

Таблица 2.2 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Кингисепп, 2017-2018 гг.

год	2017			2017			2017			2018			2018			2018			2018		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	4	0	0,5	5	7	4	6	4	5	12	14	21	19	19	7	9	5	0	0
число дней со снегом	0	0	5	0	3	5	9	8	5	6	9	7	10	10	5	3	6	5	4	0	0
число дней со снегом за месяц	5			8			22			22			25			14			4		
число дней со снегом за период	100																				

Таблица 2.3 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Кингисепп, 2018-2019 гг.

год	2018			2018			2018			2019			2019			2019			2019		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	2	0	0	7	5	8	14	20	36	42	34	20	14	13	11	2	1	0	0
число дней со снегом	0	0	3	0	3	6	7	5	9	10	10	8	8	5	3	7	7	1	2	1	0
число дней со снегом за месяц	3			9			21			28			16			15			3		
число дней со снегом за период	95																				

Таблица 2.4 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Кингисепп, 2019-2020 гг.

год	2019			2019			2019			2020			2020			2020			2020		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	1	0	0	0,5	0	0,5	4	0	0	1	0	0,5	8	1	4	3	0,5	0	3	4	0
число дней со снегом	2	0	2	3	0	2	6	3	1	4	0	5	8	5	4	1	1	1	3	5	2
число дней со снегом за месяц	4			5			10			9			17			3			10		
число дней со снегом за период	58																				

Таблица 2.5 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Кингисепп, 2017-2018 гг.

год	2020			2020			2020			2021			2021			2021			2021		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0,5	0	0	0	1	0	3	12	10	9	12	17	15	12	7	1	0,5	0	0	0
число дней со снегом	2	1	0	0	2	5	3	8	9	4	9	9	8	7	6	6	10	3	1	0	3
число дней со снегом за месяц	3			7			20			22			21			19			4		
число дней со снегом за период	96																				

Таблица 2.6 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Сосново, 2016-2017 гг.

год	2016			2016			2016			2017			2017			2017			2017		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	6	35	30	11	15	12	5	12	13	12	15	18	21	13	9	1	3	6	2
число дней со снегом	0	0	5	10	9	7	9	8	7	9	7	6	8	7	4	4	7	5	3	7	4
число дней со снегом за месяц	5			26			23			22			19			16			14		
число дней со снегом за период	126																				

Таблица 2.7 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Сосново, 2017-2018 гг.

год	2017			2017			2017			2018			2018			2018			2018		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	2	1	1	2	8	17	20	10	11	13	25	32	33	31	25	29	12	0	0
число дней со снегом	1	2	6	0	6	8	9	8	8	8	8	9	10	9	6	2	9	6	5	0	1
число дней со снегом за месяц	9			14			25			25			25			17			6		
число дней со снегом за период	117																				

Таблица 2.8 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Сосново, 2018-2019 гг.

год	2018			2018			2018			2019			2019			2019			2019		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	1	0	0	2	3	7	18	32	42	52	50	44	38	50	44	31	13	0	0
число дней со снегом	1	0	3	1	5	4	8	9	9	10	10	5	9	6	5	10	10	6	2	1	0
число дней со снегом за месяц	4			10			26			25			20			26			3		
число дней со снегом за период	114																				

Таблица 2.9 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Сосново, 2019-2020 гг.

год	2019			2019			2019			2020			2020			2020			2020		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	7	2	0	0,5	2	3	2	4	1	3	4	1	6	3	0,5	0	0	0	0
число дней со снегом	2	1	5	4	0	3	4	6	3	4	4	10	9	7	5	3	5	1	5	6	3
число дней со снегом за месяц	8			7			13			18			21			9			14		
число дней со снегом за период	90																				

Таблица 2.10 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Сосново, 2020-2021 гг.

год	2020			2020			2020			2021			2021			2021			2021		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	0	0	4	4	0	2	10	11	25	22	28	48	45	40	43	21	0	0	0
число дней со снегом	0	4	2	0	2	9	1	8	8	7	9	8	10	9	6	6	10	2	5	0	4
число дней со снегом за месяц	6			11			17			24			25			18			9		
число дней со снегом за период	110																				

Таблица 2.11 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Лодейное Поле, 2016-2017 гг.

год	2016			2016			2016			2017			2017			2017			2017		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	2	10	15	20	39	38	12	13	24	33	42	50	58	37	33	29	23	13	0
число дней со снегом	0	2	4	9	7	6	9	8	7	6	8	8	7	8	5	1	3	5	5	6	3
число дней со снегом за месяц	6			22			25			22			20			9			14		
число дней со снегом за период	118																				

Таблица 2.12 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Лодейное Поле, 2017-2018 гг.

год	2017			2017			2017			2018			2018			2018			2018		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	1	1	1	2	12	20	20	22	25	31	48	48	47	47	41	52	37	9	0
число дней со снегом	0	0	3	1	4	7	10	5	7	8	8	9	9	7	5	3	10	7	4	0	0
число дней со снегом за месяц	3			12			22			25			21			20			4		
число дней со снегом за период	107																				

Таблица 2.13 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Лодейное Поле, 2018-2019 гг.

год	2018			2018			2018			2019			2019			2019			2019		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	0,5	0	0,5	7	9	13	20	40	80	61	63	55	58	68	61	53	35	13	0
число дней со снегом	0	0	1	0	4	5	7	6	10	10	10	9	10	7	5	9	6	6	1	2	0
число дней со снегом за месяц	1			9			23			29			22			21			3		
число дней со снегом за период	108																				

Таблица 2.14 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Лодейное Поле, 2019-2020 гг.

год	2019			2019			2019			2020			2020			2020			2020		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	3	4	0	0	2	10	7	0	0,5	13	14	0	3	0	0	0	2	0	0
число дней со снегом	2	0	3	4	0	5	7	7	3	5	5	7	9	4	4	3	5	0	4	6	3
число дней со снегом за месяц	5			9			17			17			17			8			13		
число дней со снегом за период	85																				

Таблица 2.15 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Лодейное Поле, 2020-2021 гг.

год	2020			2020			2020			2021			2021			2021			2021		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	2	0	0	3	0	2	9	22	23	26	30	43	47	46	59	49	32	3	0	0
число дней со снегом	0	2	0	0	4	3	3	7	9	4	8	6	10	9	7	7	9	2	4	0	3
число дней со снегом за месяц	2			7			19			18			26			18			7		
число дней со снегом за период	97																				

Таблица 2.16 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Белогорка, 2016-2017 гг.

год	2016			2016			2016			2017			2017			2017			2017		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	7	10	17	2	6	7	1	2	8	4	7	8	14	7	4	0	0	7	3
число дней со снегом	0	0	4	10	8	7	9	8	6	8	7	8	8	6	7	5	5	4	2	5	4
число дней со снегом за месяц	4			25			23			23			21			14			11		
число дней со снегом за период	124																				

Таблица 2.17 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Белогорка, 2017-2018 гг.

год	2017			2017			2017			2018			2018			2018			2018		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	1	0	1	3	8	11	14	4	7	11	18	25	26	25	22	13	5	0	0
число дней со снегом	1	0	5	0	1	5	10	9	7	9	9	9	10	8	8	3	7	5	3	0	1
число дней со снегом за месяц	6			6			26			27			26			15			4		
число дней со снегом за период	110																				

Таблица 2.18 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Белогорка, 2018-2019 гг.

год	2018			2018			2018			2019			2019			2019			2019		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	2	0	0	3	3	9	19	30	43	49	48	35	29	27	26	13	1	0	0
число дней со снегом	0	0	3	0	1	5	9	8	8	10	10	4	10	4	7	9	6	3	3	2	0
число дней со снегом за месяц	3			6			25			24			21			18			5		
число дней со снегом за период	103																				

Таблица 2.19 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Белогорка, 2019-2020 гг.

год	2019			2019			2019			2020			2020			2020			2020		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	1	11	0	0,5	3	4	0,5	1	1	1	5	1	6	3	0,5	0,5	1	0	3
число дней со снегом	1	0	3	6	0	3	7	6	4	4	3	9	9	6	7	1	4	1	4	6	3
число дней со снегом за месяц	4			9			17			16			22			6			13		
число дней со снегом за период	86																				

Таблица 2.20 - Высота снежного покрова и число дней со снегом, Белогорка, 2020-2021 гг.

год	2020			2020			2020			2021			2021			2021			2021		
месяц	октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель		
декада	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
высота снега	0	0	0	0	1	4	2	2	12	14	26	22	24	26	24	11	9	4	2	0	0
число дней со снегом	0	2	2	0	3	9	2	8	9	6	9	8	7	8	6	5	6	1	1	0	2
число дней со снегом за месяц	4			12			19			23			21			12			3		
число дней со снегом за период	94																				

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

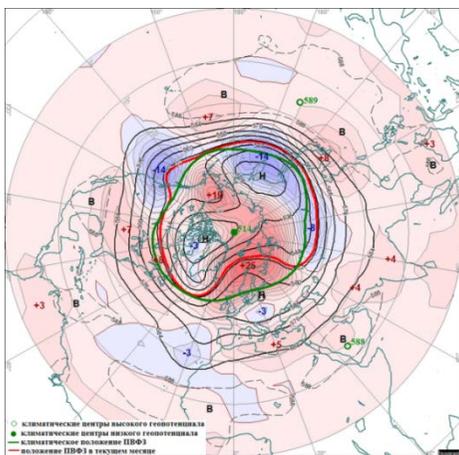


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий давления на уровне моря (гПа). Октябрь 2016 г.

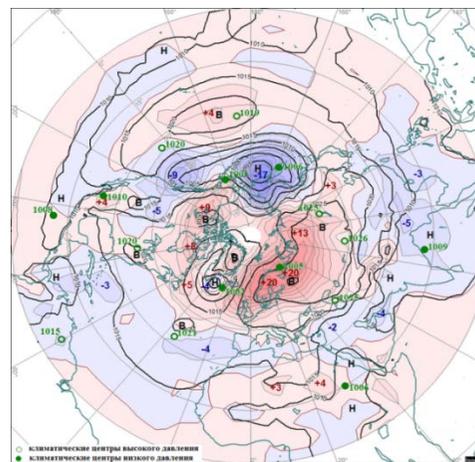


Рис.2. Карта давления и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Октябрь 2016 г.

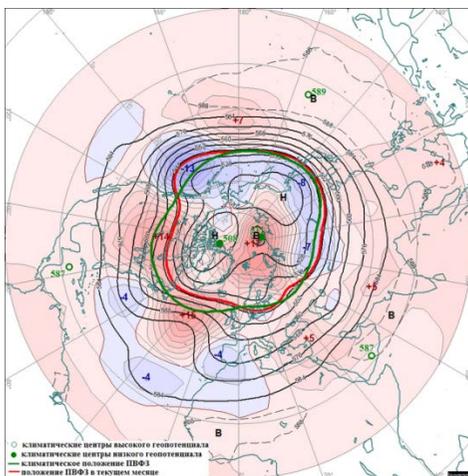


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Ноябрь 2016г

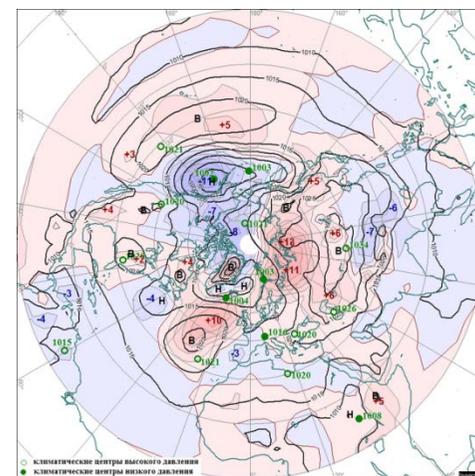


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Ноябрь 2016 г.

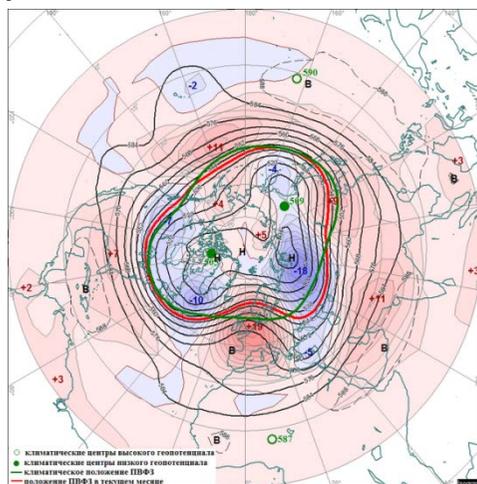


Рис.1 . Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Декабрь 2016 г.

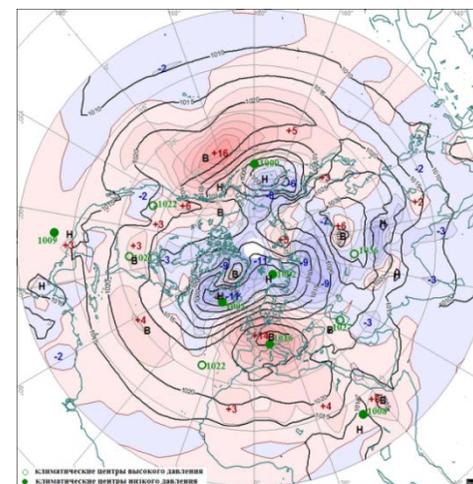


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Декабрь 2016 г.

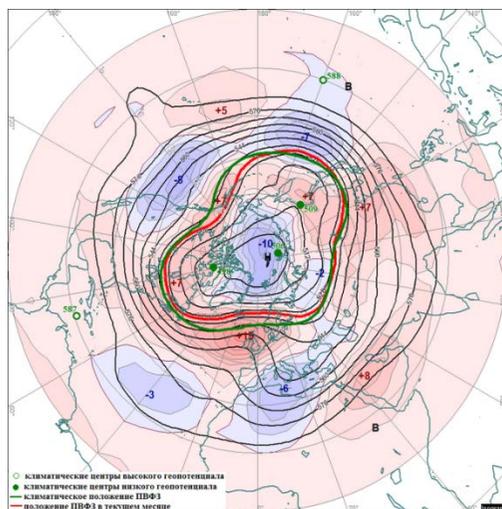


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Январь 2017 г.

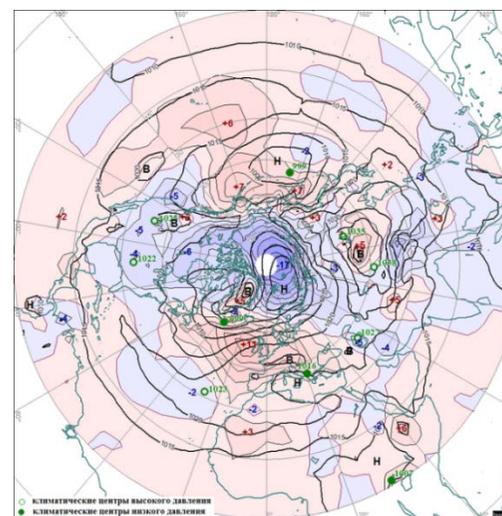


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Январь 2017 г.

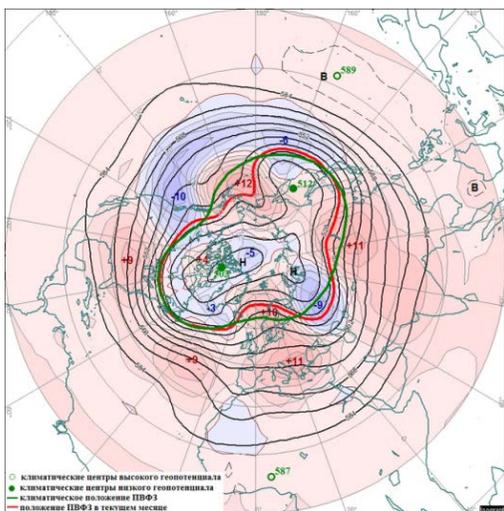


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Февраль 2017г.

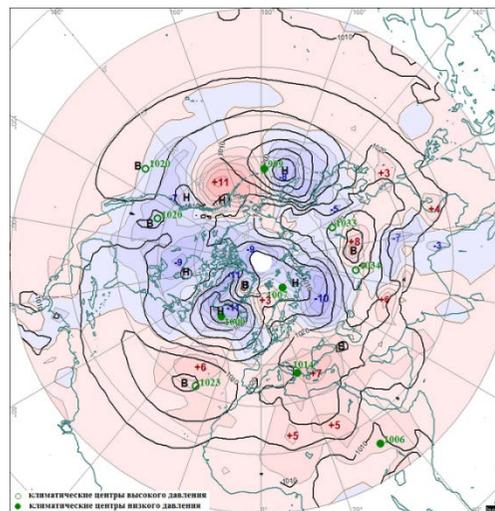


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Февраль 2017 г.

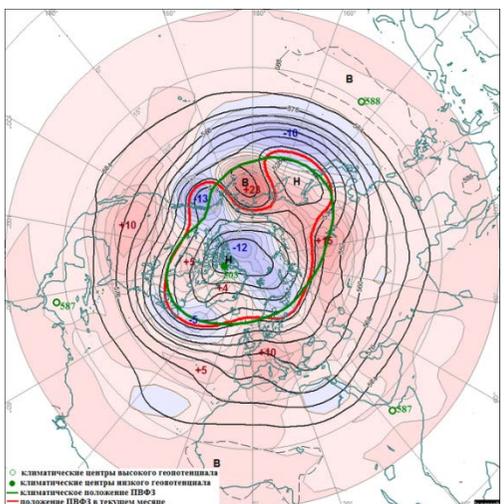


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Март 2017 г.

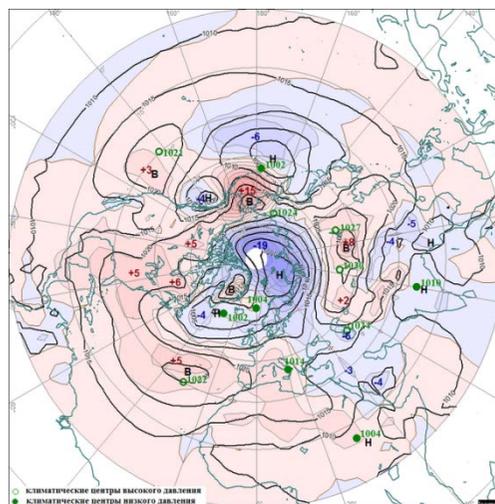


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Март 2017 г.

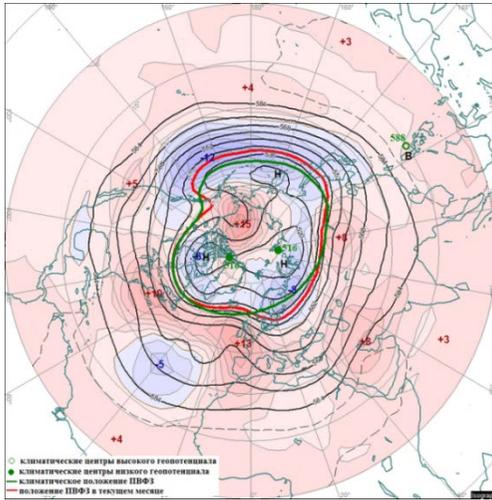


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Апрель 2017 г.

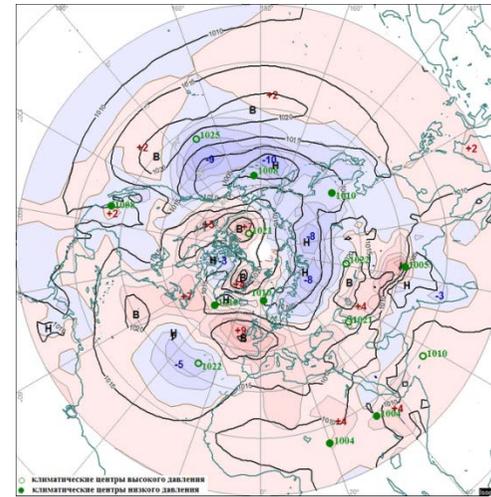


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Апрель 2017 г.

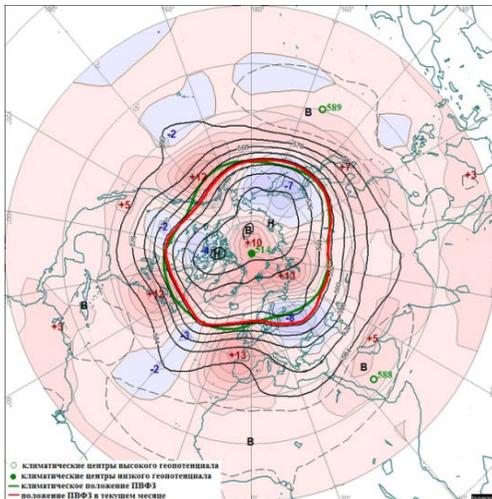


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Октябрь 2017г.

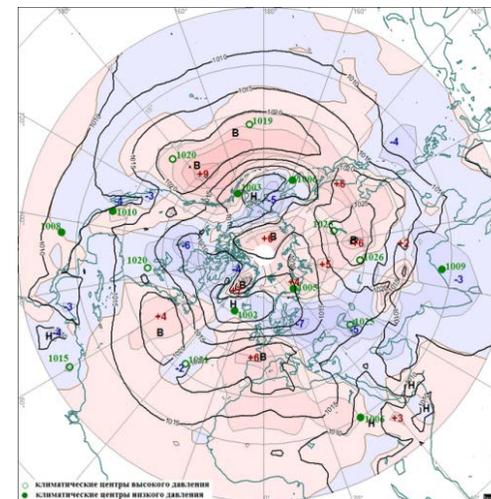


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Октябрь 2017 г.

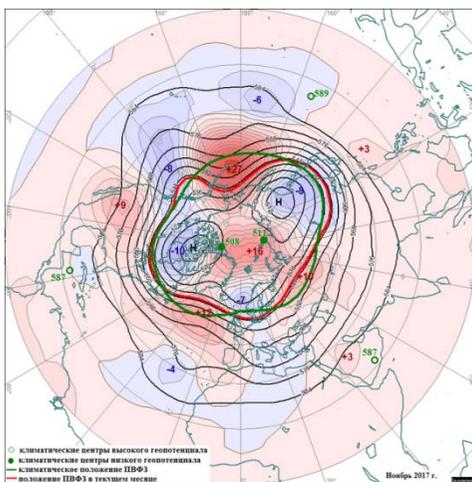


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Ноябрь 2017г.

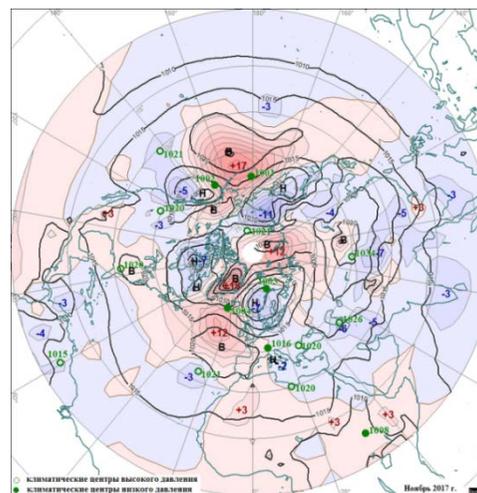


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Ноябрь 2017 г.

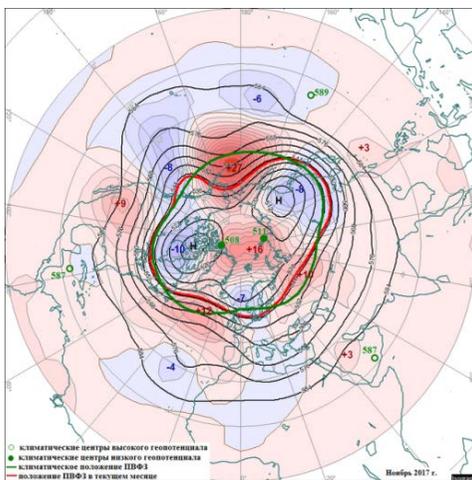


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Ноябрь 2017г.

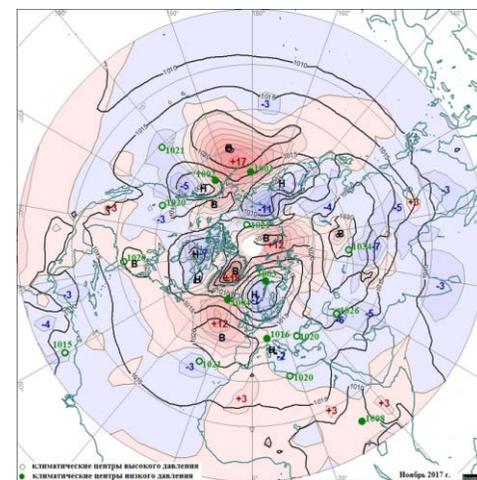


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Ноябрь 2017 г.

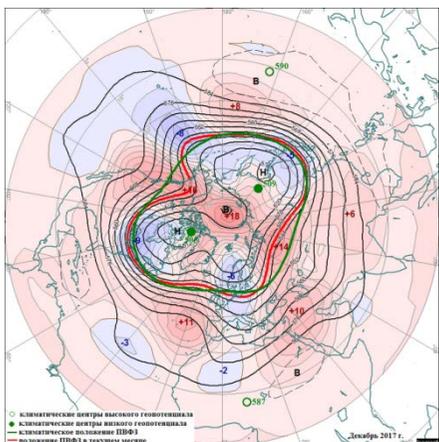


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Декабрь 2017г.

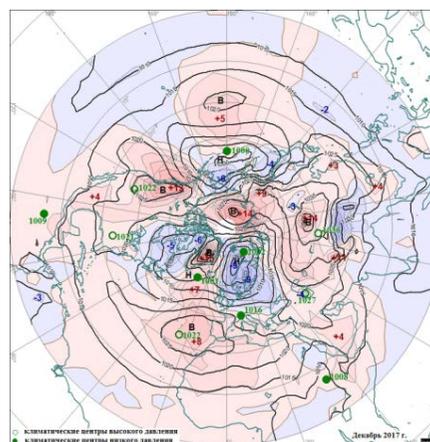


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Декабрь 2017 г.

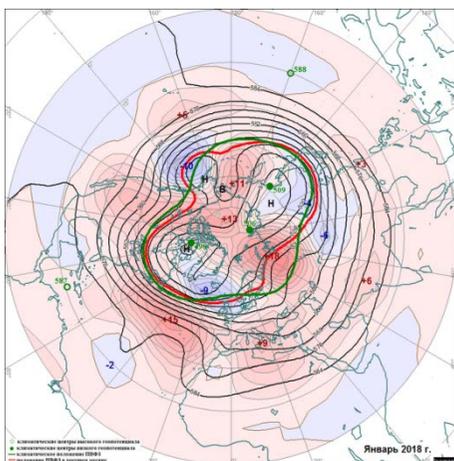


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Январь 2018 г.

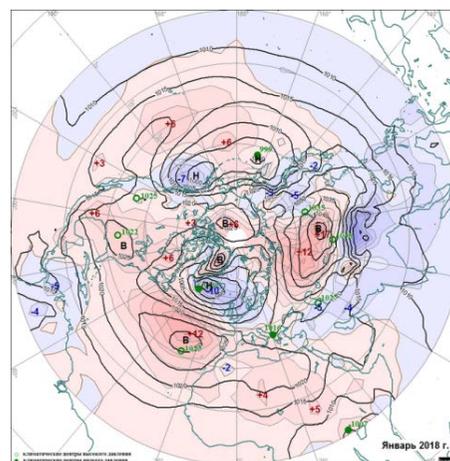


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Январь 2018 г.

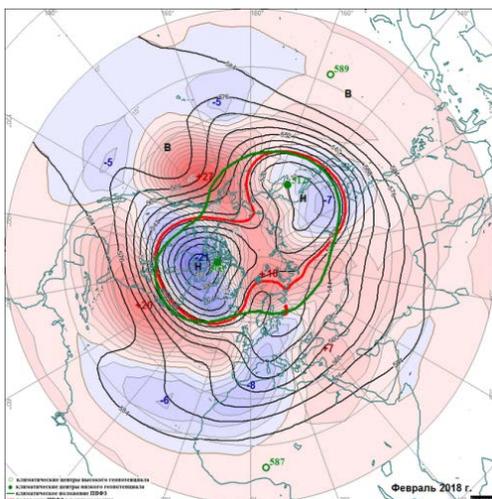


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Февраль 2018 г.

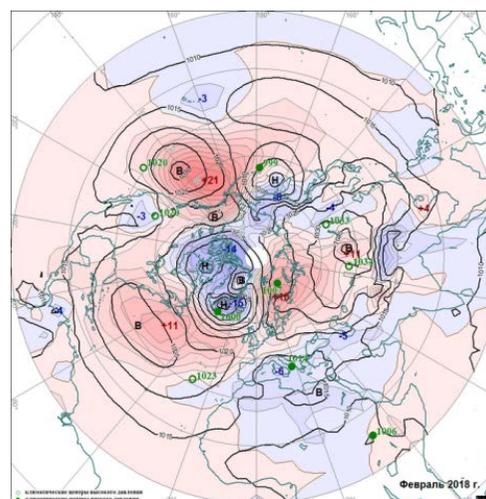


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Февраль 2018 г.

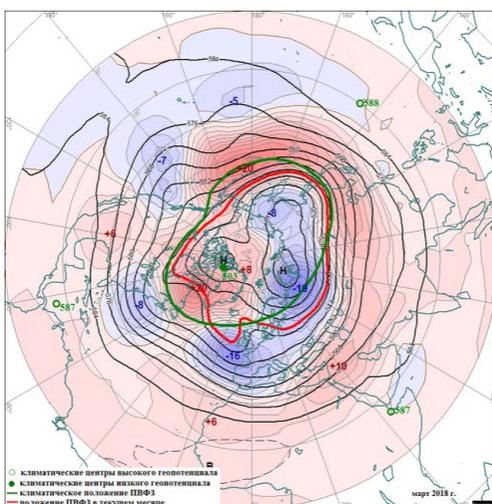


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Март 2018г.

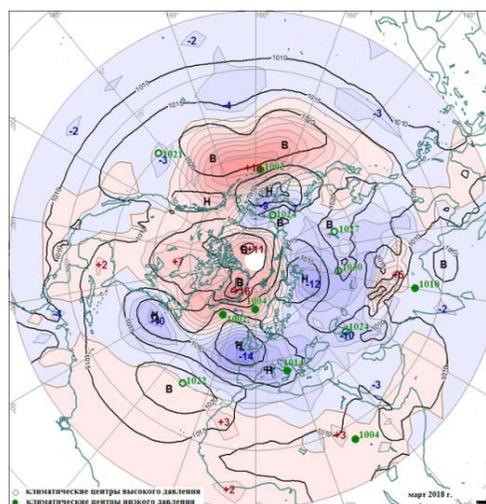


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Март 2018 г.

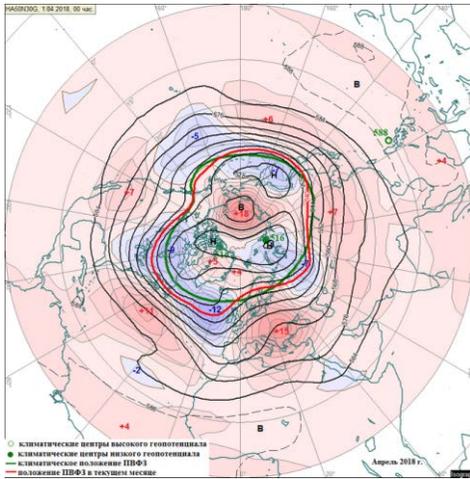


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Апрель 2018 г.

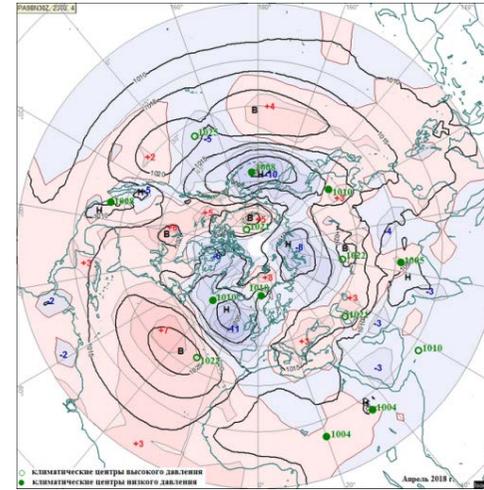


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Апрель 2018 г.

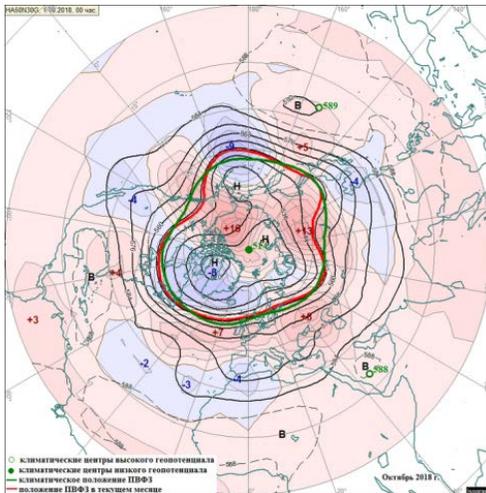


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Октябрь 2018г.

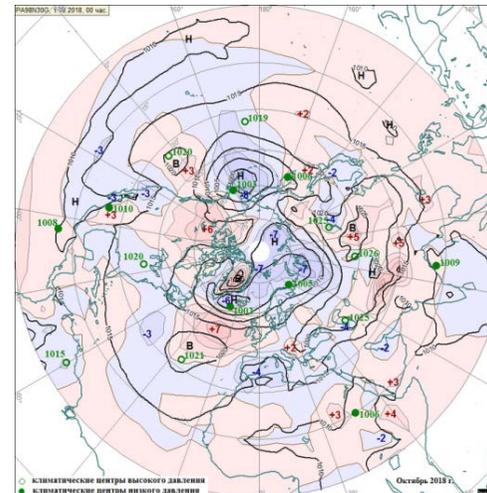


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Октябрь 2018 г.

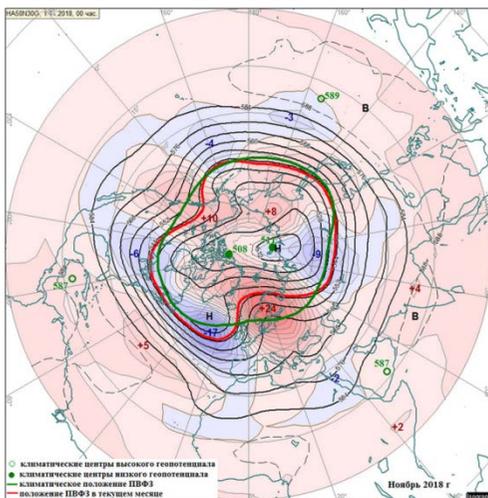


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Ноябрь 2018г.

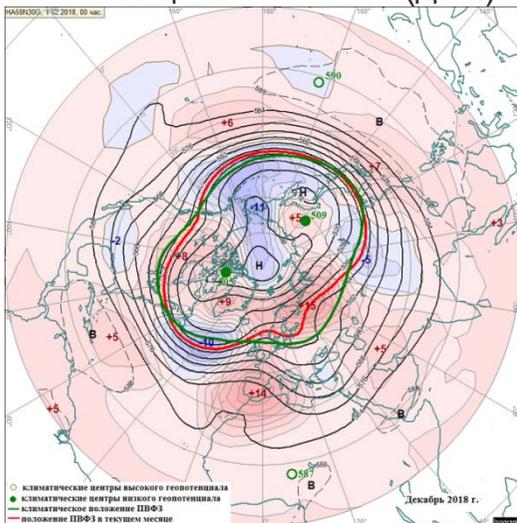


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Декабрь 2018г.

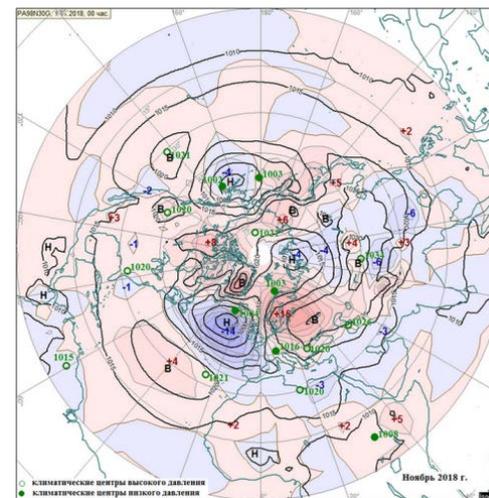


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Ноябрь 2018 г.

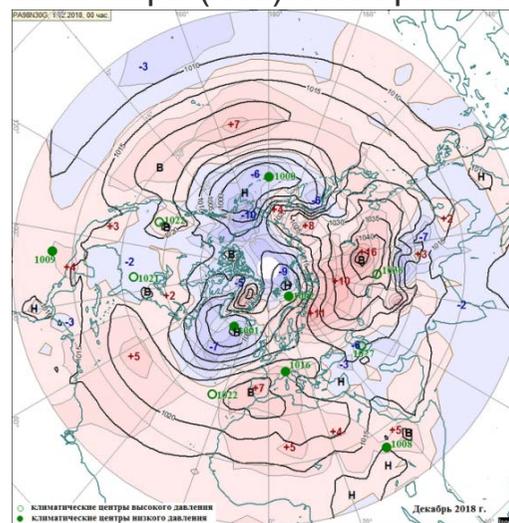


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Декабрь 2018 г.

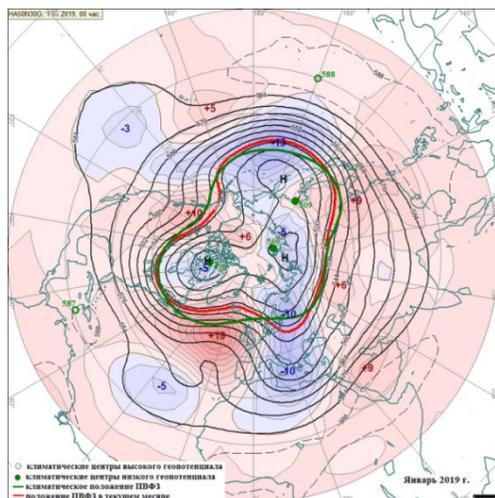


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Январь 2019г.

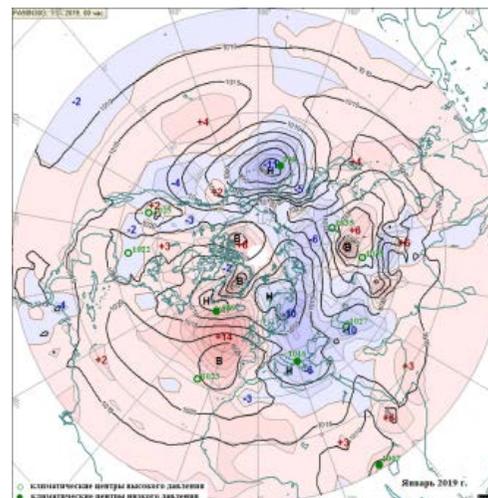


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Январь 2019 г.

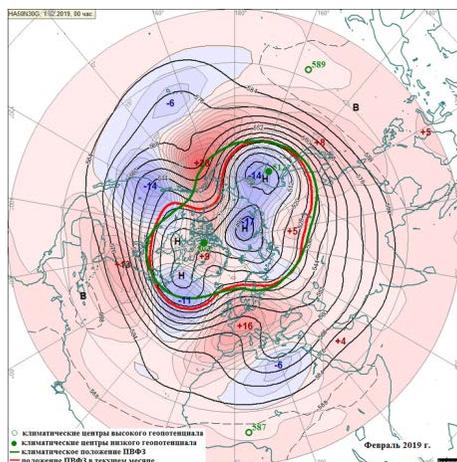


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Февраль 2019 г.

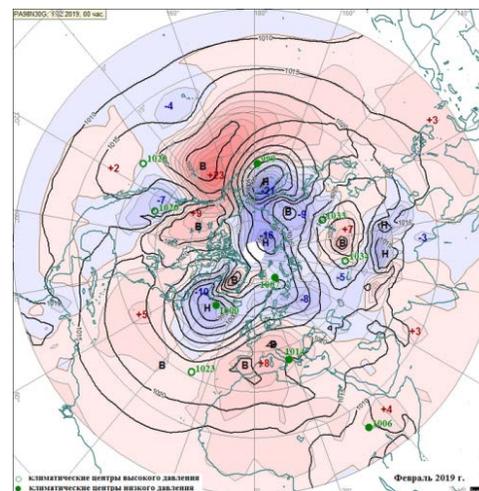


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Февраль 2019 г.

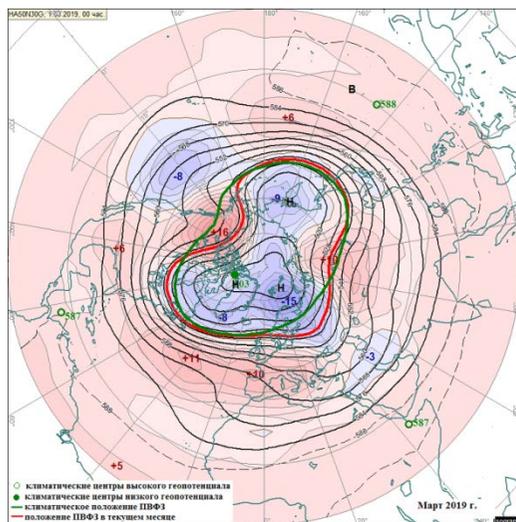


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Март 2019г.

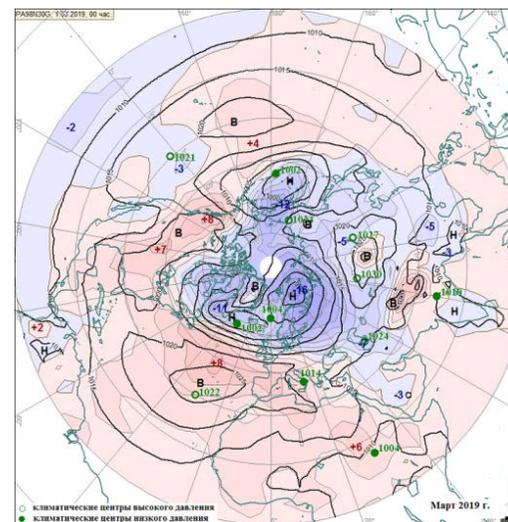


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Март 2019 г.

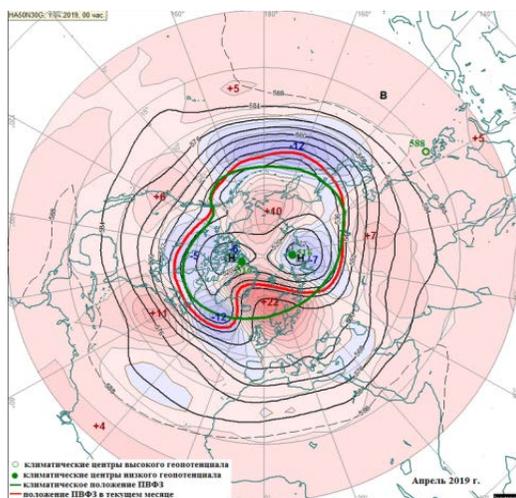


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Апрель 2019г.

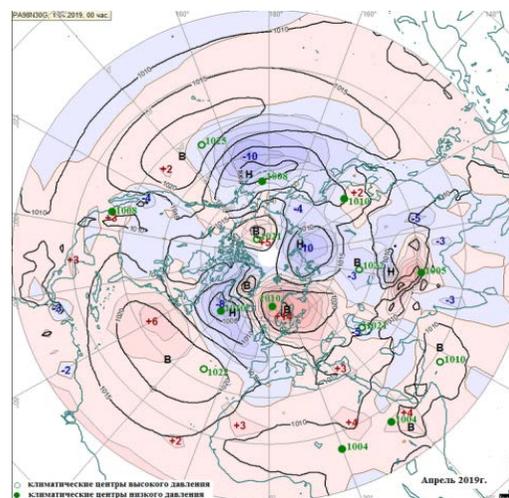


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Апрель 2019 г.

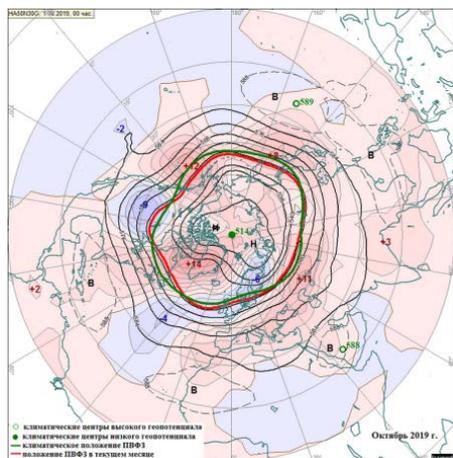


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Октябрь 2019г.

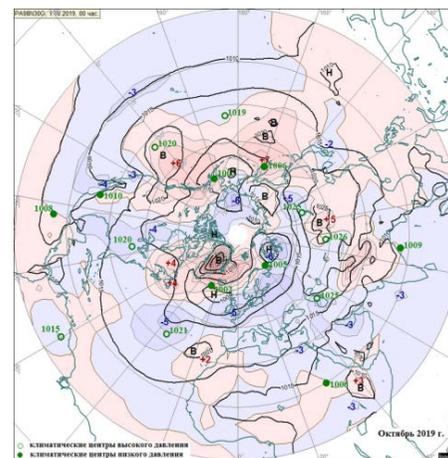


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Октябрь 2019 г.

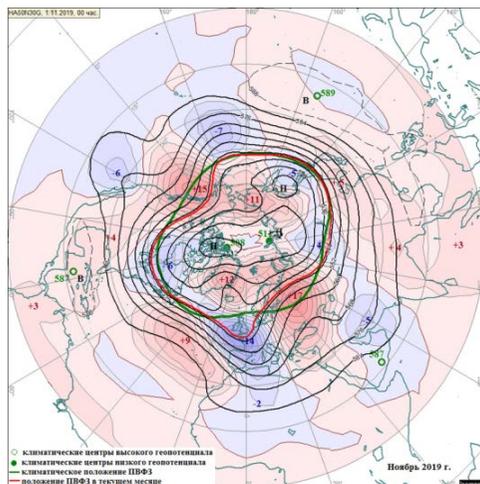


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Ноябрь 2019г.

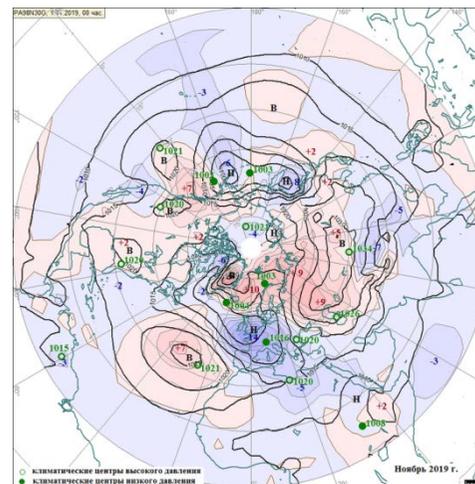


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Ноябрь 2019 г.

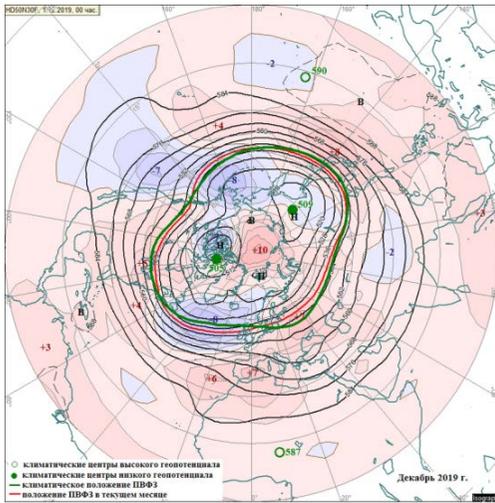


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Декабрь 2019г.

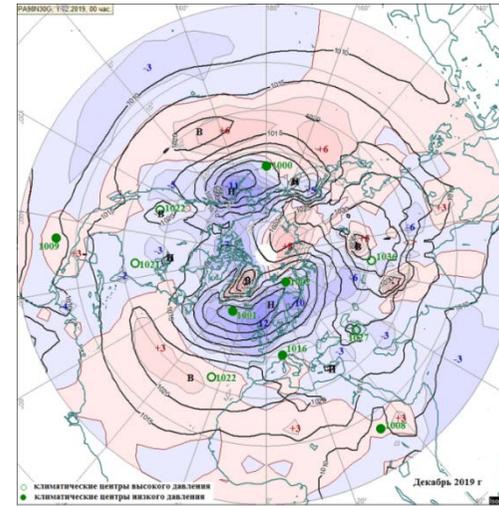


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Декабрь 2019 г.

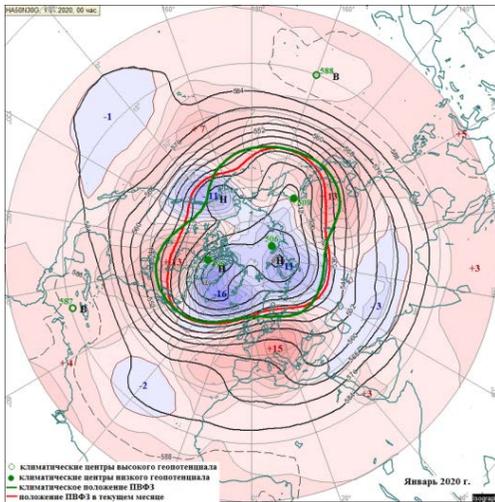


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Январь 2020 г.

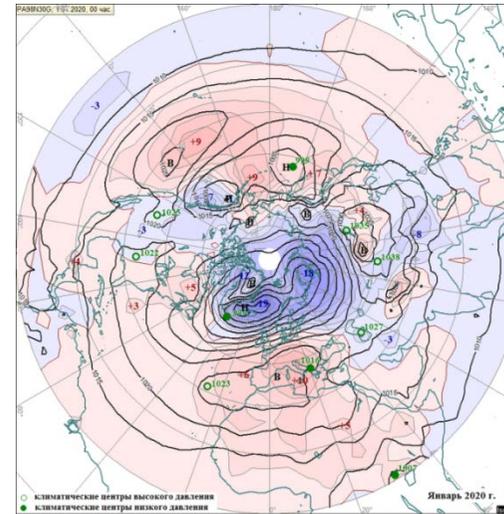


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Январь 2020 г.

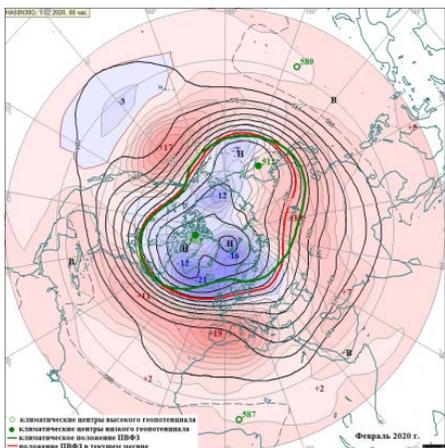


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Февраль 2020 г.

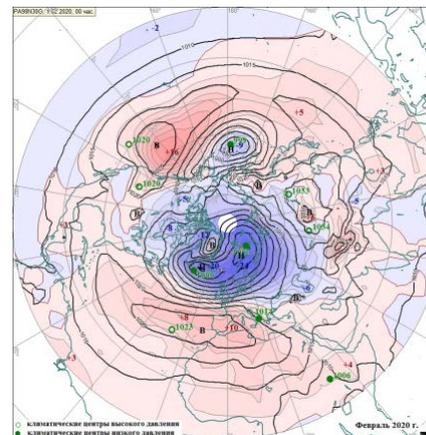


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Февраль 2020 г.

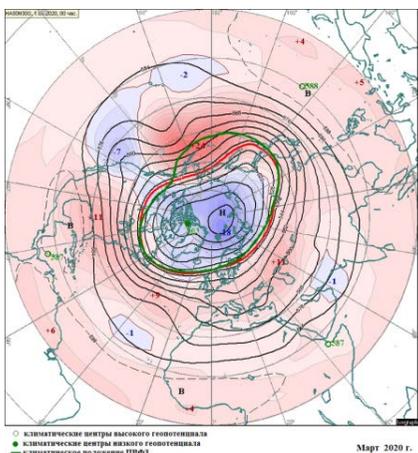


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Март 2020 г.

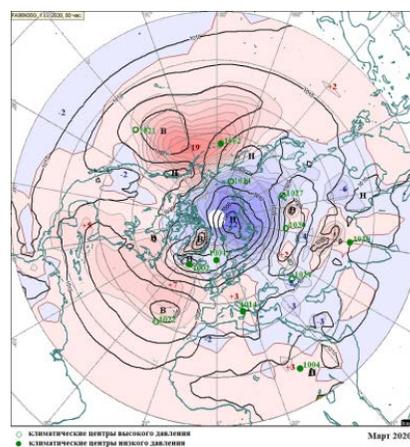


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Март 2020 г.

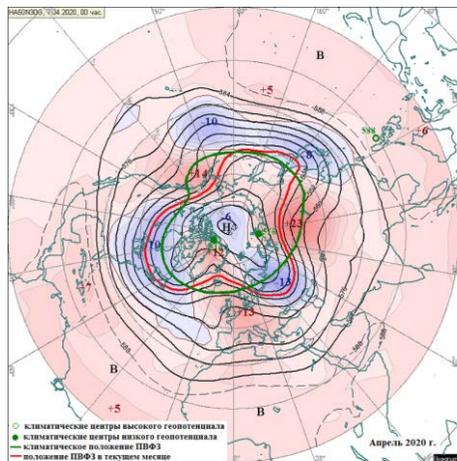


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Апрель 2020 г.

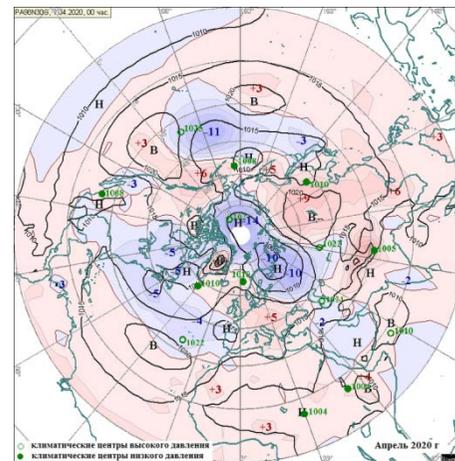


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Апрель 2020 г.

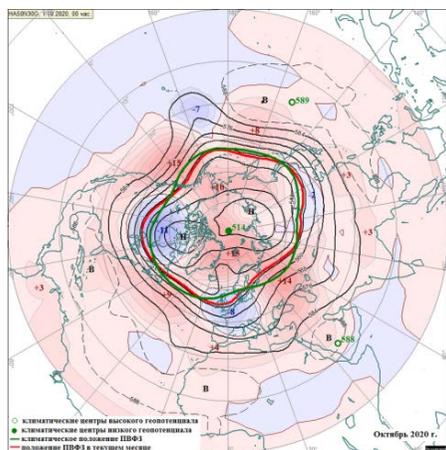


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Октябрь 2020 г.

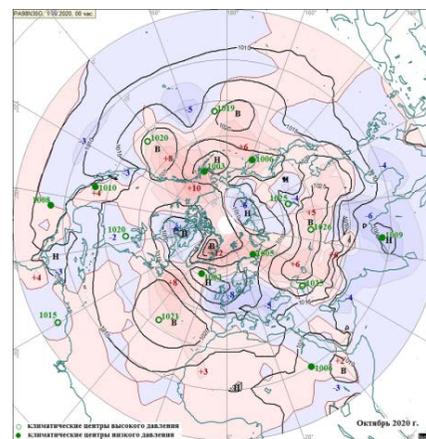


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Октябрь 2020 г.

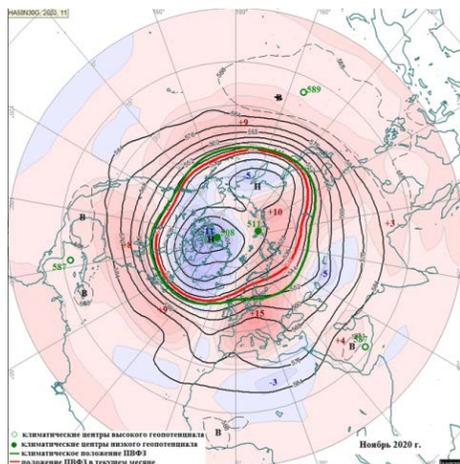


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Ноябрь 2020 г.

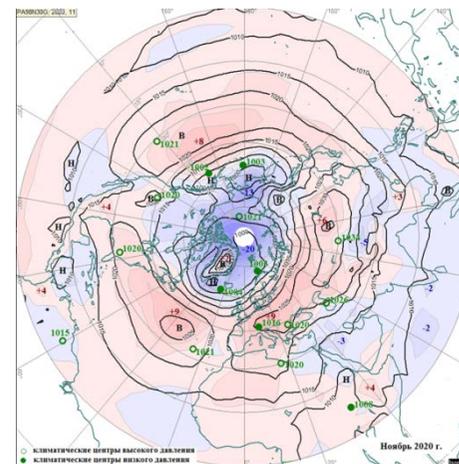


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Ноябрь 2020 г.

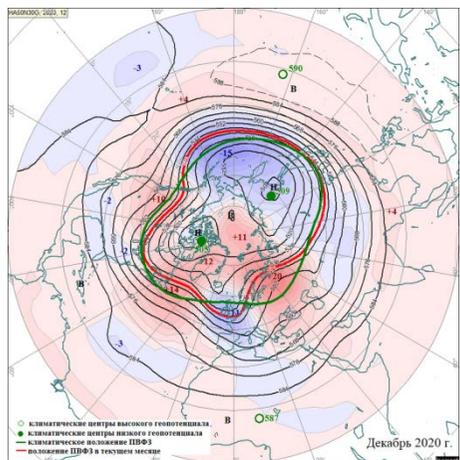


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Декабрь 2020 г.

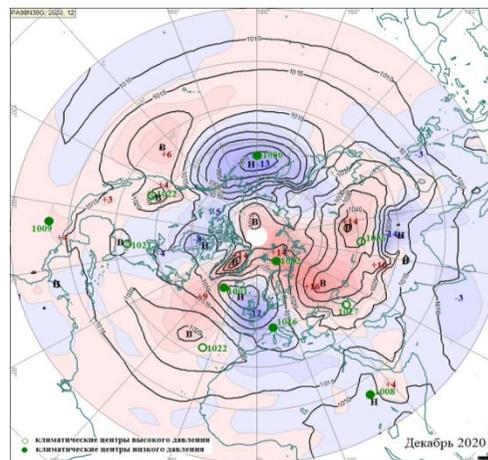


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Декабрь 2020 г.

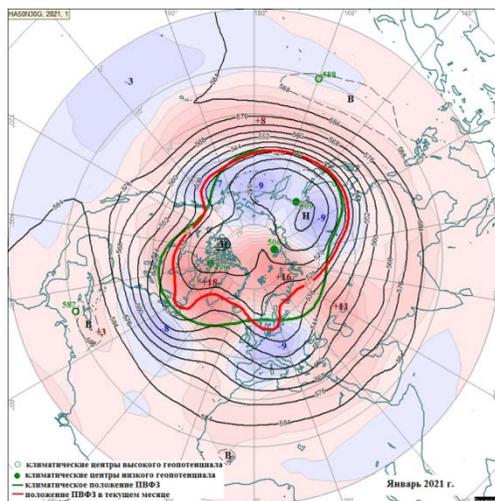


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Январь 2021 г.

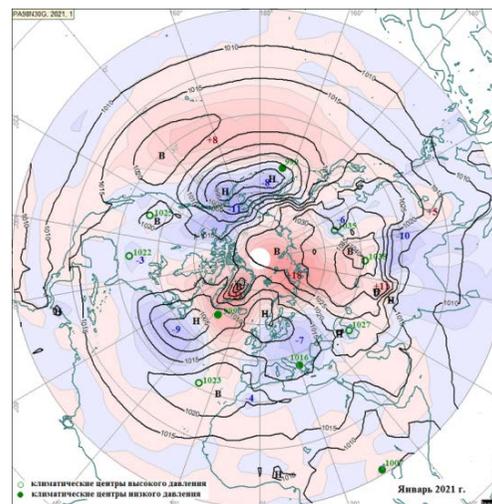


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Январь 2021 г.

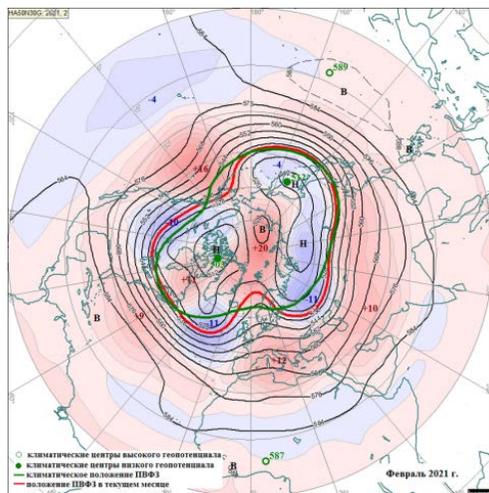


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Февраль 2021 г.

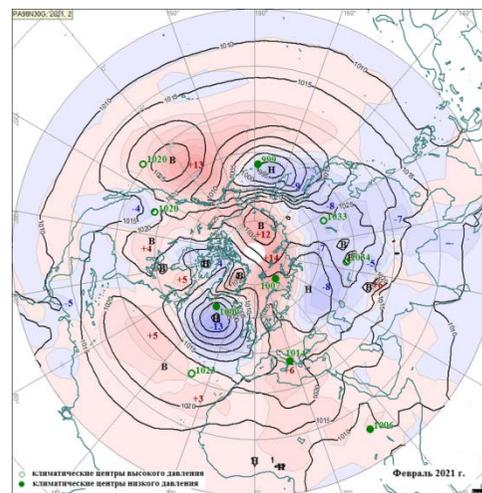


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Февраль 2021 г.

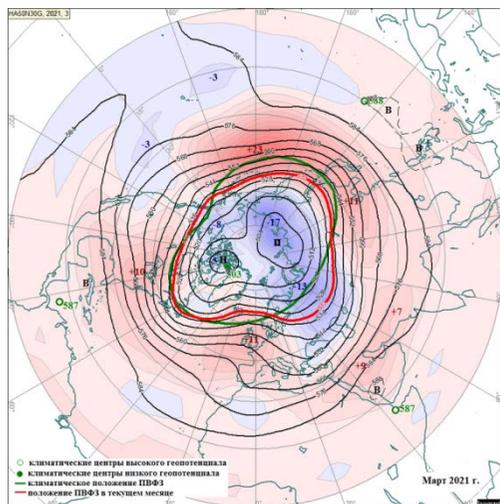


Рис.1. Карта геопотенциала и аномалий геопотенциала АТ-500 (дам). Март 2021 г.

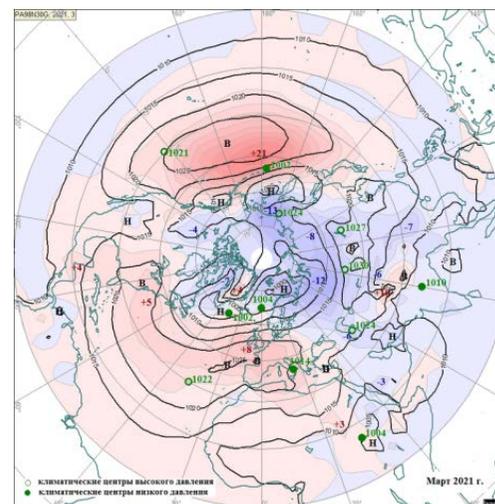


Рис.2. Карта давления и аномалий давления на уровне моря (гПа). Март 2021 г.