



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

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Ветровой режим восточного побережья Камчатки»

Исполнитель Кунчи Екатерина Сергеевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

« 5 » июня 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Физико-географическое описание и климатическое описание региона.....	5
1.1 Общие сведения	5
1.2 Рельеф местности.....	7
1.3 Климатическое описание региона.....	14
Глава 2. Описание процесса формирования архива данных.....	17
2.1 Источник архива данных зондирования атмосферы	17
2.2 Конвертирование и формирование архива данных для скорости ветра.....	17
Глава 3. Обработка сформулированного архива и анализ полученных данных.....	24
3.1 Планетарный пограничный слой атмосферы.....	24
3.2 Система обработки данных.....	27
3.3 Анализ полученных данных.....	29
Заключение.....	59
Список литературы	61

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе изучается ветровой режим восточного побережья Камчатского полуострова. Камчатка - уникальный регион, являющийся восточным и приграничным районом страны. Она омывается несколькими морями: Беринговым на северо-востоке, Охотским на западе и Тихим океаном на востоке. Остров очень растянут вдоль меридиан, общая протяженность с юга на север и максимальная ширина острова составляют 1200 км и 440 км соответственно. Площадь полуострова - 270000 км². Из-за большой площади и меридиональной протяженности Камчатка попадает под влияние нескольких типов климата. На большей территории преобладает умеренный, муссонный, в центре – континентальный, на побережьях – морской. Камчатка входит в состав тектонического пояса – «Огненное кольцо», чем и обязано большим количеством и разнообразием вулканов. В этих местах твердая оболочка земли гораздо тоньше и поэтому совершаются частые выходы подземных горячих масс наружу. Камчатка очень живописный регион и является одним из самых уникальных регионов страны.

Актуальность работы заключается в более подробном изучении Камчатского полуострова с метеорологической точки зрения. Предметом исследования является Камчатка. А объектом была выбрана одна из самых главных климатообразующих характеристик – скорость ветра.

Цель работы определяется как исследование ветрового режима восточного побережья полуострова и оценка особенностей вертикального распределения скорости ветра в приземном слое.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Изучение мною общего описание физико-географических и климатических характеристик
- Сбор измерений, полученных с помощью зондирования атмосферы

- Формирование необходимой базы данных измерений для скорости ветра
- Обработка базы данных

В данной работе были исследованы измерения со станции Петропавловск-Камчатский. Скорость ветра изучалась в приземном слое на высоте от 0 до 1000 м. Были рассмотрены четыре вредных месяца каждого квартала 2021 г., а именно: январь, апрель, июль, октябрь, благодаря чему удалось описать ветровой режим за холодный и теплый период.

1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ И КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕГИОНА.



Рис. 1.1 Карта Камчатского полуострова

1.1 Общие сведения

Территория, которую мы рассматриваем, включает в себя сам Камчатский полуостров, речные бассейны, которые впадают в Пенжинскую губу (от м.Тайгонос на западе до Рекиннинской губы на

востоке) и Берингово море (от устья р. Анапки на юго-западе до м. Пятнистого на северо-востоке)[10]

В данных пределах располагаются Камчатская область (472,3 тыс. км²) и небольшая часть Магаданской области (восточная часть п-ва Тайгонос и бассейна верхнего течения р. Парень – площадь 18,5 тыс. км²). Общая площадь территории всей территории – 490,8 тыс. км²

Территория Камчатки представляет собой вытянутую сравнительно узкую полосу в северо-восточном направлении на 1200 км. Самая большая ширина п-ва не больше 470 км, протяженность материковой части на севере (с северо-запада на юго-восток) составляет примерно 600 км. Камчатский п-ов и материковая (северная) часть соединены небольшим, узким перешейком, он же Парапольский дол, который в ширину около 100 км.

На территории Камчатки сочетается большое число разных условий природы. Восточная и северная (материковая) части заняты, по большей части, горными системами, где отчетливо заметна вертикальная зональность климата, почвенный и растительный покров. Иногда, в местах, среди хребтов, имеют место быть впадины иногда с плоской, иногда с заболоченной поверхностью (Центральная Камчатская депрессия, Парапольский дол, Пенжинская низменность). В западной части преимущественно Холмисто-Увалистая равнина и Западная прибрежная низменность.

Юго-восточная часть представляет собой вулканическое нагорье, которое сильно разделено и где находятся почти все функционирующие вулканы Камчатки. Здесь, на данной территории достаточно много выходов горячих и термальных источников, в том числе гейзеров.

Северная, она же материковая часть территории, которую мы рассматриваем, сильно отличается природными условиями от остальной территории. Например, в речных бассейнах Пенжины и Таловки преобладает, в основном, арктическая тундра, а в бассейне р. Камчатки

широко распространены хвойные леса из лиственницы и ели. Холодные морские массы оказывают, в свою очередь, большое влияние на природные условия восточного побережья и западного.

Полуостров омывается с запада Охотским морем, а с востока – Тихим океаном и Беринговым морем. Линия западного берега Камчатки имеет вид плавной и нерезкой кривой с небольшими и слабовыражающимися мысами (Утхолок, Пенсепель и др.). Береговая линия восточного побережья, наоборот, сильноизвилистая, с многочисленными гористыми полуостровами и заливами фиордового типа. На берегу обширной Авачинской бухты расположен административный центр области и порт Дальнего Востока – г. Петропавловск-Камчатский.

1.2 Рельеф местности

Камчатка – очень богатый горами район с достаточно сложным и необычным рельефом, изменяемый от высоких хребтов, а также вулканических гор, до широких впадин, размещающихся между гор, до предгорных равнин и береговых низменностей.

Черты рельефа, в основном, объясняются тектонической структурой, тем не менее, большое влияние на сформировавшийся поверхностный слой оказали вулканические процессы, именно они имеют полное отношение к общему строению Камчатки и обуславливают тип ее рельефа преимущественно вулканический. В более позднее время происходили речные и ледниковые эрозии региона, они изрезали как горные области, так и низменности, и равнины. Данному явлению поспособствовало неровное распределение горных пород, а также, непрерывное чередование отдельных форм рельефа с большой амплитудой высотных отметок.

В настоящее время, Камчатка является районом вулканов, не просто вулканов, а современного вулканизма, на ее территории насчитывается около 20 активно действующих вулканов, расположенных более плотно в

юго- восточном и восточном направлениях региона. Появление вулканов на полуострове обязано выходам термальных источников и деятельности гейзеров, в том числе. Слой земной коры в данном месте является достаточно тонким, что позволяет горячим внутренним потокам вырываться наружу. Но то, что мы наблюдаем сегодня, нельзя сравнивать с более мощными вулканическими процессами, которые происходили здесь в много ранее время. О невероятно сильной активности вулканов свидетельствует огромное распространение эффузивных пород и количество вулканов, считающихся потухшими, но, в большинстве своем, сохранившими свою внешнюю форму по сей день

Основные орографические объекты распространяются в вытянутом направлении на северо-северо-восток вдоль основной оси направления полуострова. Сравнительно более сложное распространение горных хребтов и междугорных впадин характерно для материковой (северной) части полуострова. В пределах области выделить можно 11 орографических района (рис 1.2):

- Срединный хребет I
- Восточный хребет II
- Центральная Камчатская равнина III
- Восточно- вулканический район IV
- Восточный приморский район V
- Западная Камчатская равнина VI
- Парапольский дол -
- Корякское нагорье -
- Пенжинский хребет -
- Пенжинская низменность -
- Ичигемская горная сиситема -

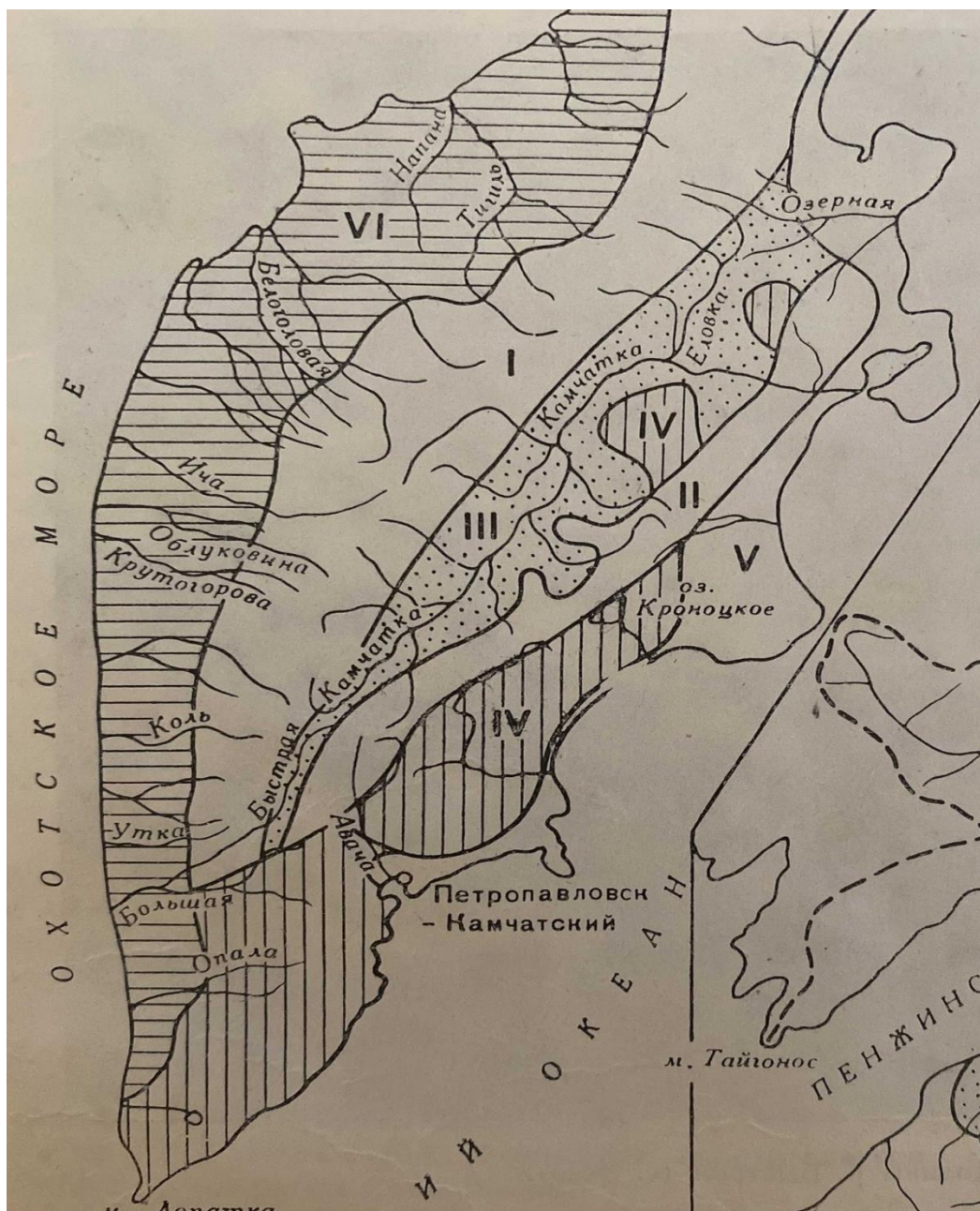


Рис. 1.2 Орографическая карта Камчатского полуострова[1].

Подробнее рассмотрим районы исследования:

Восточный хребет (Вх) граничит с Центральной Камчатской равниной на востоке, по отношению к которой, он обрывается очень крутым уступом. Низменность Восточного хребта в этом месте резко исчерчена и, в основном, направление здесь прямолинейное. Противоположный склон напротив имеет широкую полосу предгорий, верхний слой которой покрыт слоем застывшей лавы от Восточного вулканического района. Восточный хребет располагается в направлении

северо- востока, по одной параллели со Срединным хребтом. Сам Восточный представляет собой несколько горных цепочек:

- Ганальские Востряки
- Валагинский
- Тумрок
- Кумроч
- Маимлянские горы



Рис. 1.3 Ганальские Вострякий, Восточный хребет[3]

Горная система, состоящая из 6 хребтов, узко растягивается примерно на 500 км. Примерно в середине Вх мягко, в виде дуги, окутывает территорию, на которой располагается небольшое количество вулканов, относящиеся к стратовулканам (вулканы, внутренний состав которых состоит из слоев окаменевшей лавы, внешне напоминают конус, к таким вулканам относятся Фудзияма, Ключевская сопка и т.д). Именно в районе этой территории присутствует частичное покрытие поверхности

лавовыми породами, и поэтому часто их приписывают к Восточному вулканическому району.

Если говорить о строении Вх, то можно отнести его к сравнительно молодому складчатому поднятию глыбового типа, которое изрезано многочисленными группами рек. По средней высоте Вх не больше 1200-1400 м, самая высокая точка хребта – г. Шиш(2412 м). Присутствует большое разнообразие рельефа, большую площадь которых занимают, соответственно, альпийский высокогорный и среднегорный типы рельефа. Что касается вулканического типа рельефа, то тут он не сильно выражается. На хребте, в разных его частях, есть следы и обломки когда-то действующих вулканов, но, на одном из входящих в состав хребтов(х. Тумрок), находится активный в настоящее время вулкан – Щапинская сопка(2485 м), последние извержения были зафиксированы в 2011 и 2013 годах.

Восточный вулканический район также как и Вх проходит широкой линией от южной части полуострова до его континентальной части, вдоль восточного побережья. Данная местность является горным районом, здесь основная форма рельефа это нагорные плато и долины, среди которых располагаются многочисленные вулканы, активные и неактивные, имеющие самую разнообразную форму и строение. Кроме этого достаточное количество речных долин, которые находятся в мелких трещинах, впадинах и разломах, тектонического происхождения. Имеют место быть и ущелья, похожие на небольшие каньоны, они расходятся по всему району.

Большое количество нагорных плато представляют собой, в основном, плоскогорья небольшой высоты, в северной части их высота составляет, в среднем 850 м. и 450 м. в южной. В срединной части поверхность каменистая, без какой-либо растительности, по большей части ее покрывает вулканический песок. Местность, наполненная

жизнью, наблюдается на участках, приближенных к морю или в речных долинах. Там растительность покрывает плато, которое похоже на небольшие возвышенности, имеющие плоские вершины.

Именно Восточный вулканический район имеет большое количество руин старых, разрушенных вулканов. Так же множество действующих или просто спящих вулканов, . Все они имеют разную форму и вид, есть правильные конусообразные, есть те, которые входят в составы хребтов и почти не отличаются от обычных гор. Почти все вулканы, которые на сегодняшний день считаются активными, находятся именно в пределах данного района, среди них более известны:

- Ключевская сопка(4750м)
- Авачинская сопка(2741м)
- Корякская сопка(3456м)
- Жупановская сопка(2958м)
- Кроноцкая сопка(3528м)

Благодаря вулканическим формам, можно определить каким образом они извергались. Например, т.к. вулкан Ключевская сопка имеет правильную форму конуса и является стратовулканом, то на поверхность извергались лавовые потоки вперемешку с твердыми, рыхлыми породами. Если же при извержении выпускалась лава более жидкая и вязкая, то вулкан, впоследствии, приобретает форму купола, например – Плоская сопка. Старые и потухшие вулканы имеют изрезанные ущельями склоны из-за времени и эрозии. Нельзя сказать и о не менее интересных строениях вулканов, которые имеют вид кальдеров, такая форма приобретается во время опустошения очагов магмы. Они напоминают форму кратеров, образованных после падения метеоритов. Более

интересный вид они приобретают, когда внутри по новой начинается извержение, тогда там снова появляется конусообразная возвышенность. Такую же форму имеет известная всем гора Сомма-Везувий. На Камчатке же таких вулканов не мало, в качестве примера можно привести Авачинскую сопку(рис1.4)



Рис.1.4 Авачинская сопка[4]

Восточный приморский район представляет собой узкую вытянутую полосу, простирающуюся по побережью. В районе примыкающих островов ширина достигает 70км, а по побережью не превышает 30км. Основными видами рельефа являются низменности, равнины и участки гор низкой высоты.

Горный рельеф присущ территориям полуостровов, высота которых колеблется от 500м до 1300м в некоторых районах. Внешне относятся к высокогорному альпийскому типу. По понятным причинам, склоны сильно изрезаны и покрыты у вершин ледниками, так же можно встретить следы древнего оледенения. Почти на всех полуостровах горы резко

обрываются в море и имеют немало рифов, находящихся под водой. Но так же существует полуостров, который сильно изрезан небольшими бухтами, его строение более похоже на фиордовое (п-ов Шипунский).

Низменности часто являются долинами крупных рек, из устьями, они похожи на болотные боля. Также имеют порезы в виде старых озер или рек. Береговая линия не является идеально пологой, у самой границы с водой она имеет древние береговые валы, которые появились за счет волновых движений воды. Два береговых вала могут образовывать узкую косу, где, между валами, располагается небольшая лагуна.

Вдоль побережья встречаются равнины с поверхностью небольших холмов. Среди этих холмов встречается большое количество озер, чье происхождение является ледниковым.

1.3 Климатическое описание региона

Камчатский полуостров находится под влиянием не одного типа климата из-за большой протяженности острова вдоль меридиан, также существенный вклад вносит то, что, почти со всех сторон, он омывается морями. На северо-восточном побережье – Берингово море, Тихий океан на восточном и на западном побережье – Охотское море. Таким образом, интересное географическое положение полуострова и рельеф, совместно с преобладающими здесь ветрами, сформировали здесь разнообразный тип климата.

Начнем с того, что с обеих сторон, взаимодействующих с водой, имеются черты, характерные морскому климату, глубоко в середине, а также у материковой части острова – континентальный климат. Здесь на побережьях очень частые туманы, вызванные испарением, сильные ветры из-за барической разности, частое выпадение осадков в виде дождей летом и снега зимой, а также метели.

Продолжительность туманов, в среднем, 70-115 дней в прибрежной зоне и около 30-40 в центральной. Туманы образуются, в основном, в летний период, но на территории Центрально – Камчатской равнин они

появляются преимущественно зимой. Скорость ветра на побережьях достигает скорости 30-40 м/с.

Одну из главных ролей в формировании климата на полуострове играет влияние циклонов. В зимнее время года циклоны приносят с Желтого и Японских морей влажный и теплый воздух, что приводит к обильным снегопадам и метелям, температура воздуха повышается, при этом, на 6-10 градусов.

Если говорить о центральной части полуострова, то она защищена горными хребтами, которые не пропускают воздушные массы, принесенные циклонами с моря. Поэтому климат Центрально – Камчатской низменности отличается. В зимнее время погода здесь малооблачная, морозная и почти без осадков.

Наибольшее количество осадков выпадает на восточном побережье, а также наветренные горные склоны. Максимальный показатель в этих районах – около 2500 мм в год. В глубине острова показатель составляет примерно 400 мм в год, а на восточной материковой части побережья до 500-600 мм в год. Континентальная часть полуострова, северо-западная получает осадков меньше всех – до 300 мм в год.

Самым холодным районом полуострова является Центрально – Камчатская низменность. Зимой средняя температура около -22 градусов. Самая минимальная температура, зарегистрированная на Камчатке -64 градуса. Отмечена она была на местном полюсе холода в поселке Верхне-Пенжино. Также зимой на полуострове часто наблюдаются оттепели, где температура может подняться до +5 градусов.

Наибольшие значения температур регистрируются на побережье в августе, в центральной части – в июле. Максимальная зафиксированная температура составляет +37 градусов. Измерение было сделано в июле, в селе Долиновка, расположенное в центральной части региона.

Лето на Камчатке относительно теплое. Если рассматривать количество дней с отметкой выше +20 градусов, то в центре это 20-30 дней, на побережье гораздо меньше, в среднем, около 6 дней. [6]

Петропавловск – Камчатский находится на восточном побережье полуострова, его климат относится к умеренному, муссонному. Зима в городе достаточно продолжительная, но солнечная. Выпадает большое количество снега. Если сравнивать мягкость зимы, то примерно похоже на московскую или петербургскую зиму. Снежный покров лежит здесь на протяжении 7 месяцев, с ноября по май. Осадки в виде снега выпадают продолжительностью около 100 дней. Средняя температура воздуха зимой здесь колеблется от 0 до -7 градусов, иногда снижаясь до -20 градусов. Самым холодным зимним месяцем является январь.

Период с мая по сентябрь является самым влажным. В среднем, туманы появляются здесь 12 раз в месяц, а дожди идут около полумесяца. Самый теплый месяц в Петропавловске-Камчатском – август, со средней температурой +17 градусов. Лето непродолжительное и недостаточно теплое, в отличие от центральных регионов страны.

Осенние месяцы сентябрь и октябрь наиболее сухие и ясные, но не такие теплые, как влажные летние. Средняя температура колеблется от +5 до +10 градусов, средний максимум +14 градусов. [7]



Рис. 1.5 Климатограмма Петропавловска – Камчатского [8]

2. ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИВА ДАННЫХ

В данной главе рассматривается способ формирования базы данных для необходимого нам метеорологического показателя ветра – его скорости. В качестве источника будем рассматривать сайт университета Вайоминга, подробно опишем последовательность действий для конвертирования и формирования материала для дальнейшего анализа.

2.1 Источник архива данных зондирования атмосферы

Вайомингский университет – национальный исследовательский центр в области защиты окружающей среды и природных ресурсов, со специализацией на агрокультуре, геологии и гидрологии. В данной работе будут использоваться данные измерений скорости ветра с сайта учебного заведения.

В качестве инструмента воспользуемся одним из методов исследования атмосферы – зондированием. Зондирование атмосферы – определение вертикального распределения метеопараметров таких как температура, влажность, давление, скорость и направление ветра с помощью радиозондов.

2.2 Конвертирование и формирование архива данных для скорости ветра

Для формирования и конвертирования архива данных, исходя из которых, будем анализировать скорость ветра, воспользуемся следующим алгоритмом:

- 1) Для начала необходимо перейти на сайт источника, у нас это - <http://weather.uwyo.edu/>

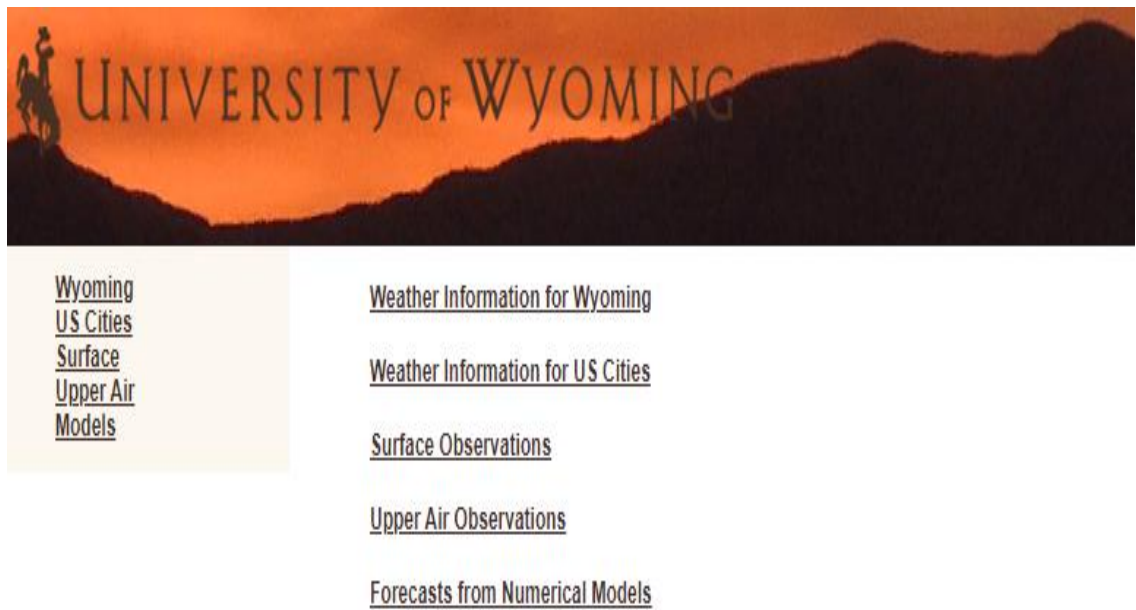


Рис.2.1 Титульная страница сайта: <http://weather.uwyo.edu/>

- 2) Переходим во вкладку «Upper Air Observations» (наблюдение верхних слоёв атмосферы)
- 3) Далее выбираем «Sounding» (зондирование)
- 4) Затем в предложенных полях выбора устанавливаем нужные нам характеристики. В разделе регион выбираем арктический район, вводим год, месяц, за какой срок нам необходимы данные и номер станции.

В данной работе используются измерения за 4 центральных месяца каждого квартала, а именно: январь, апрель, июль, октябрь. Измерения берем 2 раза в сутки, за 00 и 12 UTC, итого за месяц получаем 60 – 62 измерений. Номер станции Камчатский 32540 (UHPP)

После выбора станции на карте нам открываются данные измерений:

32540 UHPP Kamchatskij Observations at 00Z 01 Jan 2021

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1000.0	-214									
963.0	84	-3.5	-9.5	63	1.94	0	6	272.6	278.1	272.9
948.0	208	-2.5	-9.3	59	2.00	325	19	274.8	280.5	275.1
945.0	233	-2.3	-9.3	59	2.01	326	20	275.3	281.0	275.6
925.0	403	-3.3	-11.3	54	1.75	330	25	275.9	281.0	276.2
923.0	420	-3.4	-11.4	54	1.74	330	25	276.0	281.1	276.3
874.0	850	-5.3	-15.0	47	1.38	350	16	278.4	282.5	278.6
864.0	940	-5.7	-15.7	45	1.31	359	16	278.9	282.8	279.1
851.0	1059	-7.0	-16.1	48	1.29	10	17	278.7	282.6	278.9
850.0	1068	-7.1	-16.1	49	1.29	10	17	278.7	282.6	278.9
785.0	1674	-12.3	-19.1	57	1.08	45	19	279.6	282.9	279.8
744.0	2082	-15.7	-21.2	63	0.95	60	17	280.1	283.0	280.3
700.0	2546	-19.7	-23.5	72	0.83	55	21	280.6	283.2	280.8
666.0	2913	-23.7	-26.4	78	0.67	69	30	280.2	282.3	280.3
663.0	2946	-23.9	-26.9	76	0.64	70	31	280.4	282.4	280.5
642.0	3180	-25.0	-30.1	62	0.49	65	33	281.7	283.2	281.8
625.0	3375	-25.9	-32.9	52	0.39	62	32	282.8	284.1	282.9
562.0	4138	-29.9	-37.9	46	0.26	52	29	286.8	287.7	286.8
500.0	4960	-36.5	-45.5	39	0.13	40	25	288.5	288.9	288.5
490.0	5099	-37.6	-46.6	38	0.12	30	23	288.8	289.3	288.9
487.0	5141	-37.9	-46.9	38	0.12	28	24	288.9	289.4	289.0
461.0	5516	-38.1	-47.1	38	0.12	15	35	293.2	293.7	293.3
447.0	5727	-38.2	-47.2	38	0.12	20	29	295.7	296.1	295.7
437.0	5882	-38.3	-47.3	38	0.12	40	26	297.5	298.0	297.5
427.0	6038	-39.5	-48.0	40	0.12	60	23	298.0	298.4	298.0
400.0	6480	-42.9	-49.9	46	0.10	80	21	299.2	299.5	299.2
355.0	7264	-48.5	-55.5	44	0.06	110	10	302.1	302.3	302.1
333.0	7684	-51.4	-58.4	43	0.04	95	8	303.6	303.7	303.6
300.0	8370	-56.3	-63.3	41	0.03	110	21	305.9	306.0	305.9
289.0	8607	-57.5	-63.5	46	0.03	116	23	307.4	307.6	307.5
267.0	9107	-59.3	-65.3	46	0.02	130	25	311.9	312.0	311.9
258.0	9322	-59.2	-65.7	42	0.02	135	29	315.1	315.2	315.1
250.0	9520	-59.1	-66.1	40	0.02	140	25	318.1	318.2	318.1

Рис.2.3 Фрагмент данных аэрологического зондирования в текстовом виде на сайте источника сроком за 00z, 01.01.21

Теперь нам необходимо создать базу данных для дальнейшего анализа, в данном случае мы действовали следующим образом:

1) Копируем полностью исходные данные с сайта источника и вставляем их в блокнот:

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка						
32540 UHPP Kamchatskij Observations at 00Z 01 Jan 2021										
PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1000.0	-214									
963.0	84	-3.5	-9.5	63	1.94	0	6	272.6	278.1	272.9
948.0	208	-2.5	-9.3	59	2.00	325	19	274.8	280.5	275.1
945.0	233	-2.3	-9.3	59	2.01	326	20	275.3	281.0	275.6
925.0	403	-3.3	-11.3	54	1.75	330	25	275.9	281.0	276.2
923.0	420	-3.4	-11.4	54	1.74	330	25	276.0	281.1	276.3
874.0	850	-5.3	-15.0	47	1.38	350	16	278.4	282.5	278.6
864.0	940	-5.7	-15.7	45	1.31	359	16	278.9	282.8	279.1
851.0	1059	-7.0	-16.1	48	1.29	10	17	278.7	282.6	278.9
850.0	1068	-7.1	-16.1	49	1.29	10	17	278.7	282.6	278.9
785.0	1674	-12.3	-19.1	57	1.08	45	19	279.6	282.9	279.8
744.0	2082	-15.7	-21.2	63	0.95	60	17	280.1	283.0	280.3
700.0	2546	-19.7	-23.5	72	0.83	55	21	280.6	283.2	280.8
666.0	2913	-23.7	-26.4	78	0.67	69	30	280.2	282.3	280.3
663.0	2946	-23.9	-26.9	76	0.64	70	31	280.4	282.4	280.5
642.0	3180	-25.0	-30.1	62	0.49	65	33	281.7	283.2	281.8
625.0	3375	-25.9	-32.9	52	0.39	62	32	282.8	284.1	282.9
562.0	4138	-29.9	-37.9	46	0.26	52	29	286.8	287.7	286.8
500.0	4960	-36.5	-45.5	39	0.13	40	25	288.5	288.9	288.5
490.0	5099	-37.6	-46.6	38	0.12	30	23	288.8	289.3	288.9
487.0	5141	-37.9	-46.9	38	0.12	28	24	288.9	289.4	289.0
461.0	5516	-38.1	-47.1	38	0.12	15	35	293.2	293.7	293.3
447.0	5727	-38.2	-47.2	38	0.12	20	29	295.7	296.1	295.7
437.0	5882	-38.3	-47.3	38	0.12	40	26	297.5	298.0	297.5
427.0	6038	-39.5	-48.0	40	0.12	60	23	298.0	298.4	298.0
400.0	6480	-42.9	-49.9	46	0.10	80	21	299.2	299.5	299.2
355.0	7264	-48.5	-55.5	44	0.06	110	10	302.1	302.3	302.1
333.0	7684	-51.4	-58.4	43	0.04	95	8	303.6	303.7	303.6

Рис. 2.4 . Фрагмент данных аэрологического зондирования в текстовом формате после копирования в «Блокнот»

2) Данные с файла формата «txt» конвертируем в excel с помощью функции «импортирование внешних данных». В возникнувшем интерактивном окне выбираем «Начать импорт со строки» записываем номер строки, с которой начинаются сведения о станции и сроках измерения, выбираем «Далее», удостоверяемся, что все столбики корректно обозначены вертикальными линиями и нажимаем «Готово». Рисунки 2.5, 2.6, 2.7 – этапы импортирования сведений аэрологического зондирования.

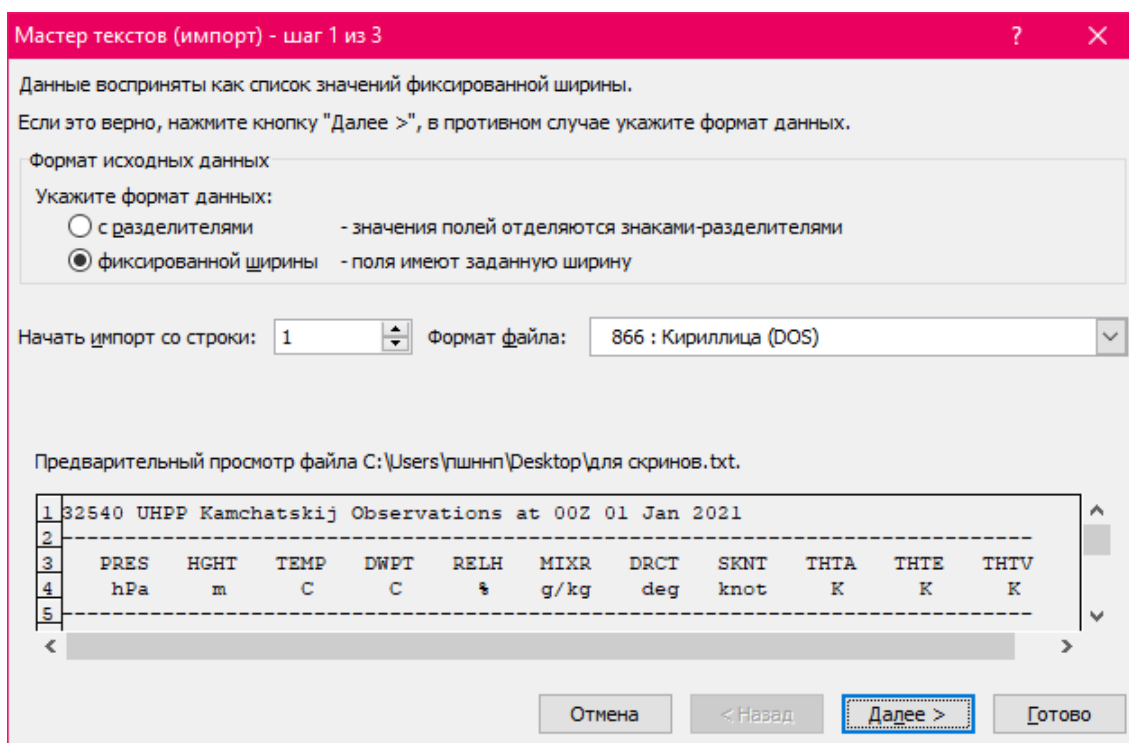


Рис. 2.5

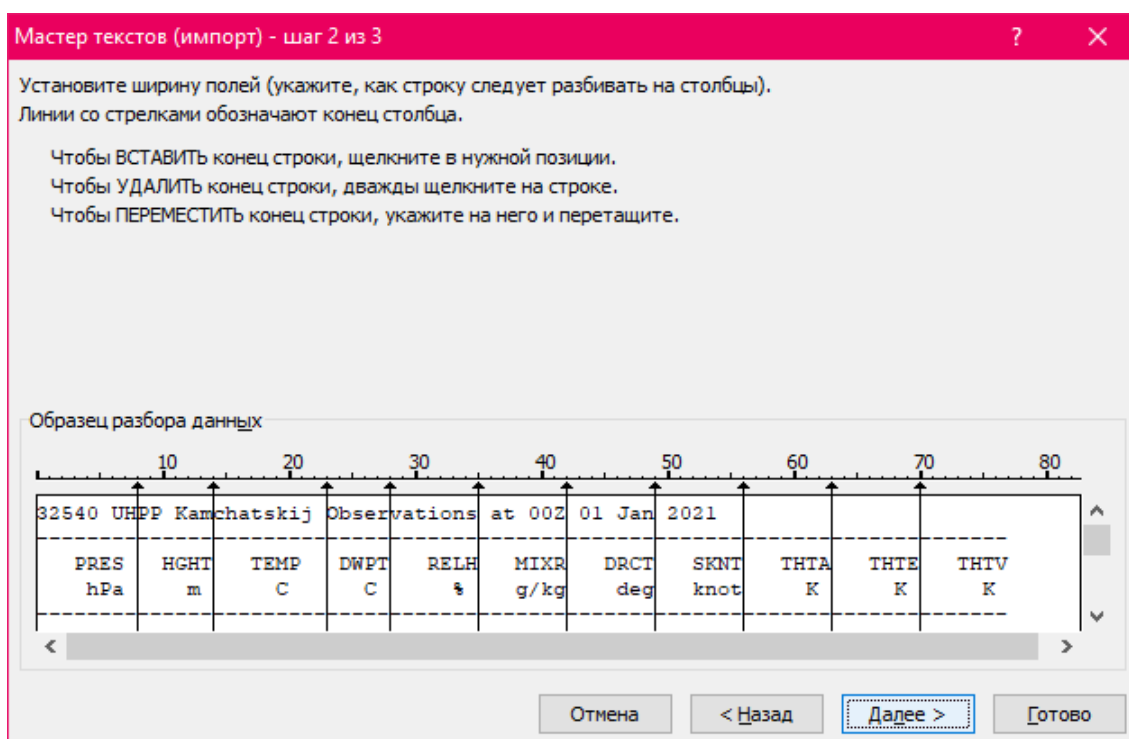


Рис. 2.6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	32540 UH PP Kam	chatskij	Observations	at 00Z	01 Jan	2021					
2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3	PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
4	hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
6	1000	-214									
7	963	84	-3,5	-9,5	63	1,94	0	6	272,6	278,1	272,9
8	948	208	-2,5	-9,3	59	2	325	19	274,8	280,5	275,1
9	945	233	-2,3	-9,3	59	2,01	326	20	275,3	281	275,6
10	925	403	-3,3	-11,3	54	1,75	330	25	275,9	281	276,2
11	923	420	-3,4	-11,4	54	1,74	330	25	276	281,1	276,3
12	874	850	-5,3	-15	47	1,38	350	16	278,4	282,5	278,6
13	864	940	-5,7	-15,7	45	1,31	359	16	278,9	282,8	279,1
14	851	1059	-7	-16,1	48	1,29	10	17	278,7	282,6	278,9
15	850	1068	-7,1	-16,1	49	1,29	10	17	278,7	282,6	278,9
16	785	1674	-12,3	-19,1	57	1,08	45	19	279,6	282,9	279,8
17	744	2082	-15,7	-21,2	63	0,95	60	17	280,1	283	280,3
18	700	2546	-19,7	-23,5	72	0,83	55	21	280,6	283,2	280,8
19	666	2913	-23,7	-26,4	78	0,67	69	30	280,2	282,3	280,3
20	663	2946	-23,9	-26,9	76	0,64	70	31	280,4	282,4	280,5
21	642	3180	-25	-30,1	62	0,49	65	33	281,7	283,2	281,8
22	625	3375	-25,9	-32,9	52	0,39	62	32	282,8	284,1	282,9
23	562	4138	-29,9	-37,9	46	0,26	52	29	286,8	287,7	286,8
24	500	4960	-36,5	-45,5	39	0,13	40	25	288,5	288,9	288,5
25	490	5099	-37,6	-46,6	38	0,12	30	23	288,8	289,3	288,9
26	487	5141	-37,9	-46,9	38	0,12	28	24	288,9	289,4	289
27	461	5516	-38,1	-47,1	38	0,12	15	35	293,2	293,7	293,3

Рис. 2.7

3) Шагом, завершающим формирования базы данных будет перенос на каждый новый лист файла сведения одного срока измерений, итого должно получится 60 – 62 листа не включая главного с общей базой данных.

3. ОБРАБОТКА СФОРМИРОВАННОГО АРХИВА И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

3.1 Планетарный пограничный слой атмосферы

Как известно, подстилающая поверхность играет важную роль в формировании процессов, происходящих в атмосфере, как правило, за счет сил трения. Но есть определенная высота, после которой влияние сил трения незначительно. В данной работе будем рассматривать именно этот слой, что позволит охарактеризовать скорость ветра на поверхности земли. За границу будем принимать среднюю высоту пограничного слоя - 1000м.

Так что же представляет планетарный пограничный слой?

Планетарный пограничный слой (ППС) – слой, который прилегает к поверхности земли, высота которого, в среднем, достигает 1000м. Его свойства, чаще всего, закладываются за счет динамического и температурного состояния подстилающей поверхности. Преобладающее количество явлений погоды, наблюдаемые нами, начинаются именно в проявлении и изменении в ППС.[5] Так же, не стоит забывать о том, что данный слой рассеивает энергию, которая приходит из атмосферы выше. Выше, чем ППС находится свободная атмосфера. (рис3.1)

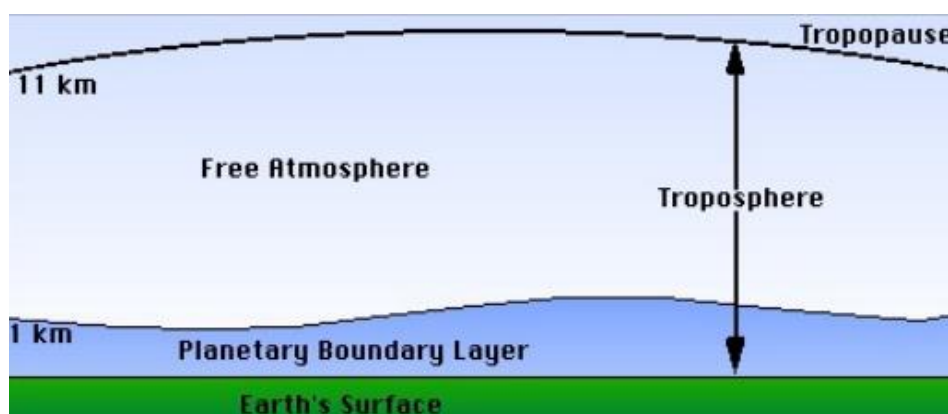


Рис.3.1. Строение атмосфера[5]

Как мы видим, исходя из рисунка, подстилающая поверхность может оказывать максимальное воздействие именно на приближенный к ней слой. Но стоит не забывать о том, что свободная атмосфера хоть и зависит от ППС, она так же имеет с ним большую разницу, их характеристики заметно отличаются (таб.3.1):

Таблица 3.1 – Характеристики ППС и свободной атмосферы[5]

Параметр	ППС	Свободная атмосфера
Трение	Существенное трение по земной поверхности. Сильная диссипация энергии (за счет трения)	Слабое трение. Слабая диссипация энергии(за счет почти полностью отсутствующего трения)
Турбулентность	Непрерывная турбулентность во всем слое	Турбулентность только вблизи конвективных облаков и струйных течений
Толщина	От 100 до 3000м, суточные вариации над земной поверхностью.	8-18 км, слабые вариации между ППС и тропопаузой
Перемешивание	Быстрое горизонтальное и вертикальное турбулентное перемешивание	Быстрое горизонтальное перемешивание, слабая молекулярная диффузия

Мы выяснили, что слой свободной атмосферы имеет мало общего и очень отличается от ППС. Все, что происходит там более монотонно и без особо резких изменений. Нас интересует ППС, но он тоже состоит из

нескольких частей, в его состав входят самый нижний и соприкасающийся с земной поверхностью слой – поверхностный слой. Далее идет устойчивый слой, зона перемешивания и остаточный слой, а также высота перемешивания (рис. 3.2)

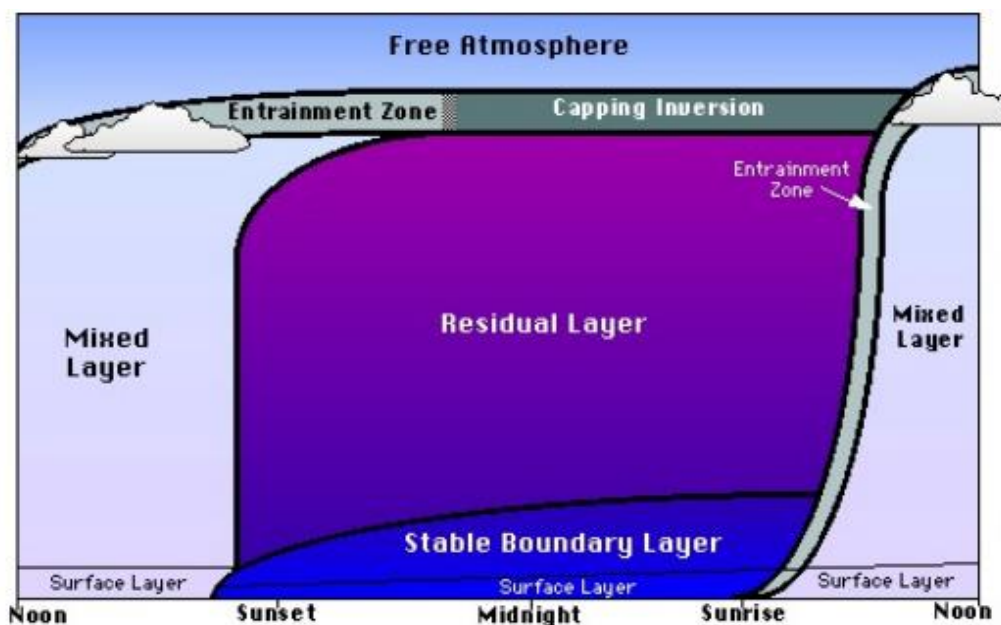


Рис.3.2 Структура планетарного пограничного слоя[5]

Самый низкий слой – поверхностный (Surface layer) составляет от всего ППС приблизительно 10%, он отличается значительными и постоянными показателями турбулентного перемешивания. Существует также очень маленький слой, который имеет толщину всего несколько сантиметров, в нем преобладает вязкость между молекулами больше, чем движения, вызванные турбулентностью.[5]

Далее могут идти устойчивый слой (Stable boundary layer) или слой перемешивания (Mixed layer), также можно назвать конвективный слой. Первый, соответственно, принято называть ночным пограничным слоем из-за того, что в темное время суток, когда заходит солнце, поверхность земли, нагретая за весь день, начинает отдавать тепло и воздействовать на ближнюю атмосферу до его границы. В этом слое наблюдается относительно слабый ветер и за счет него слабое турбулентное перемешивание. Высота ППС ночью становится ниже. Во втором случае

характерно активное турбулентное перемешивания и конвективное перемещение воздушных масс днем, когда поверхность земли нагревается.

Остаточный слой напрямую не зависит от земной поверхности и находится над устойчивым слоем. Этот слой принимает продукты перемешивания из нижней атмосферы и его свойствами можно считать свойства остатков слоя конвекции. Он не стремится подстроиться под другие слои, он скорее сохраняет нейтралитет.[5]

3.2 Система обработки данных.

Данные, из сформированной базы были обработаны с помощью сплайн - программы «Средний профиль векторов» в excel. С помощью данной программы были рассчитаны среднемесячные значения скорости ветра, наложение их на высотную сетку от 0 до 1000м, с шагом 20м, а также среднеквадратическое отклонение. Кроме того была проведена описательная статистика и рассчитан коэффициент корреляции.

Среднее арифметическое значение () описывает центральные значения определенной характеристики или равновесное значения при возможных колебаниях. [9] Формула для расчета среднего арифметического:

$$X_{\text{cp}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad (1)$$

где N – количество позиций временного ряда.

Среднеквадратическое отклонение это показатель рассеяния значений рассчитанной величины от тех значений, которые от них ожидали. Разница реальных показателей от предполагаемых. Среднеквадратическое отклонение программа рассчитывала по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{D}, \quad (2)$$

где, D – дисперсия.

Как и σ дисперсия характеризует рассеивание значений ряда от ряда значений средней арифметической величины. Без дисперсии мы не сможем посчитать среднеквадратическое отклонение, поэтому рассчитываем сначала ее:

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_{cp})^2 \quad (3)$$

После расчета мы получаем средние значения и значение среднеквадратического отклонения, наложенные на нашу высотную сетку:

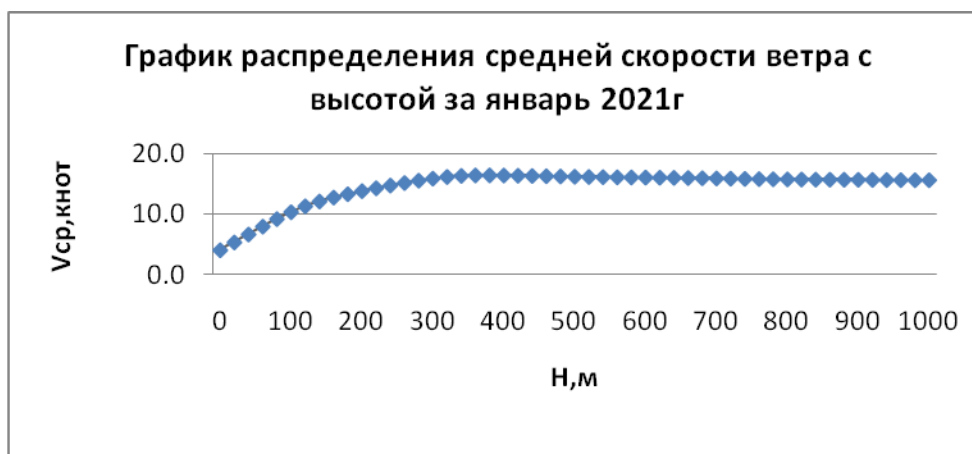
	A	B	C
4	60	8,0	3,48
5	80	9,2	4,14
6	100	10,3	4,76
7	120	11,3	5,28
8	140	12,1	5,71
9	160	12,7	6,08
10	180	13,3	6,43
11	200	13,8	6,78

Рис. 3.3 Фрагмент высотной сетки с рассчитанными данными. Столбец А-высота, В-средние значения, С-СКО

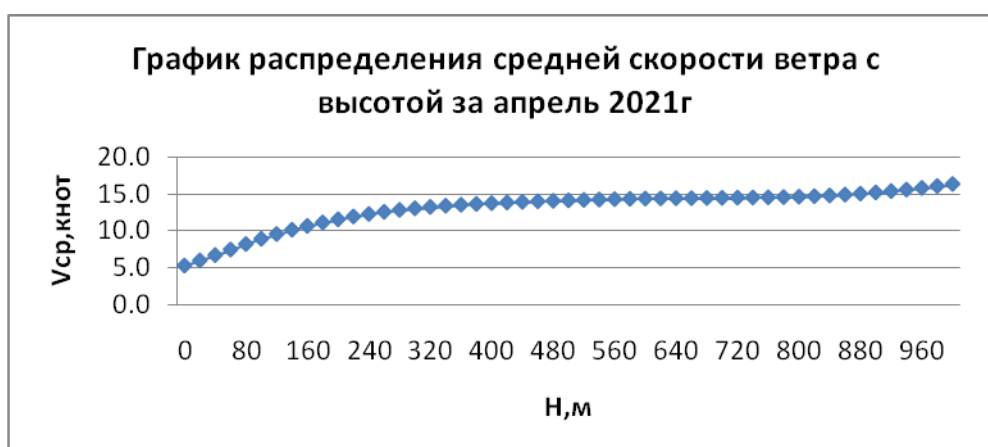
Далее с помощью функций «Работа с данными» рассчитываем описательную статистику и коэффициент корреляции за каждый месяц. Результаты приведены в пункте 3.3

3.3 Анализ полученных данных.

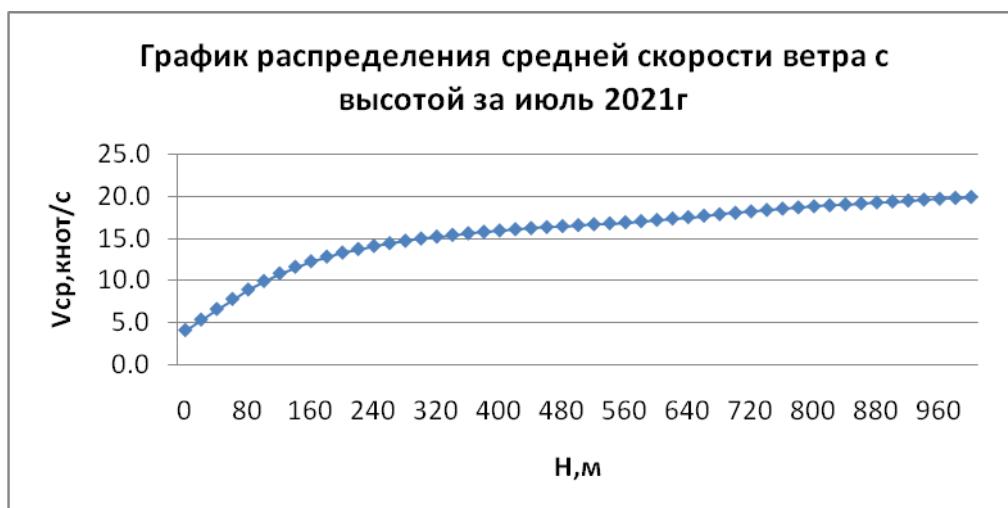
После обработки мы имеем средние значения для скорости ветра за 4 месяца 2021 года (январь, апрель, июль, октябрь). Благодаря исходным числовым данным мы строим графики нескольких категорий, для начала рассмотрим профили распределения средних значений ветра с высотой:



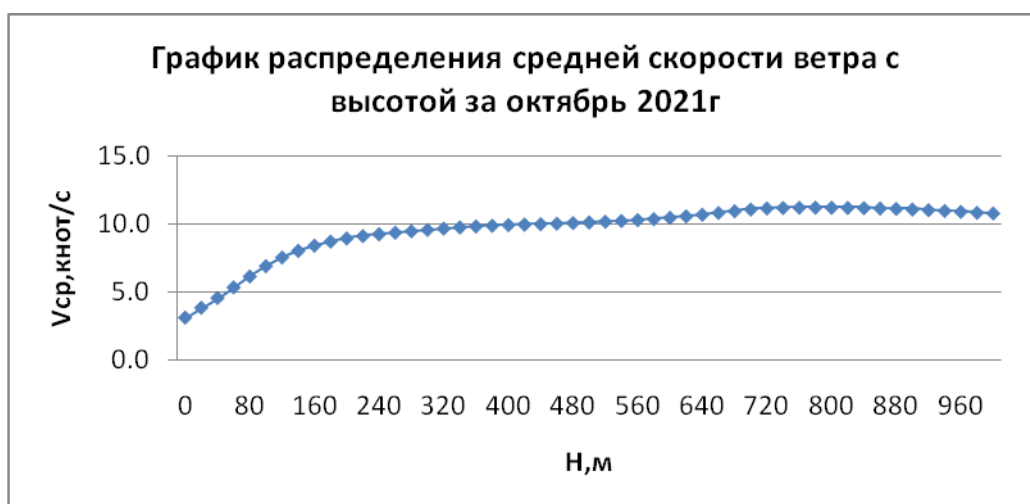
На графике представлено распределение средних показателей скорости ветра в слое от 0 до 1000м. Можно наблюдать, что с высотой скорость увеличивается в быстром темпе до приблизительно высоты 360м, далее скорость остается стабильной без резких изменений. Максимально зафиксированное среднее значение – 16,4 кнот (8,4 м/с), минимальное – 4 кнот (2,1 м/с)



В данной ситуации мы видим волнообразную кривую. Скорость активно увеличивается до высоты 200м, далее до высоты 860м значения стабильны у показателя 14 кнот. После отметки 860м значения характеристики стремительно увеличиваются. Максимальное среднее значение – 16,3 кнот (8,4 м/с), минимальное значение у поверхности – 5,3 кнот (2,7 м/с).



Вертикальный профиль распределения скорости ветра за июль похож на график января, но здесь стремительное увеличение показателей характеристики доходит до уровня 160 м. Максимальное и минимальное значение кривая принимает на границах слоя, 19,8 и 4,1 соответственно.

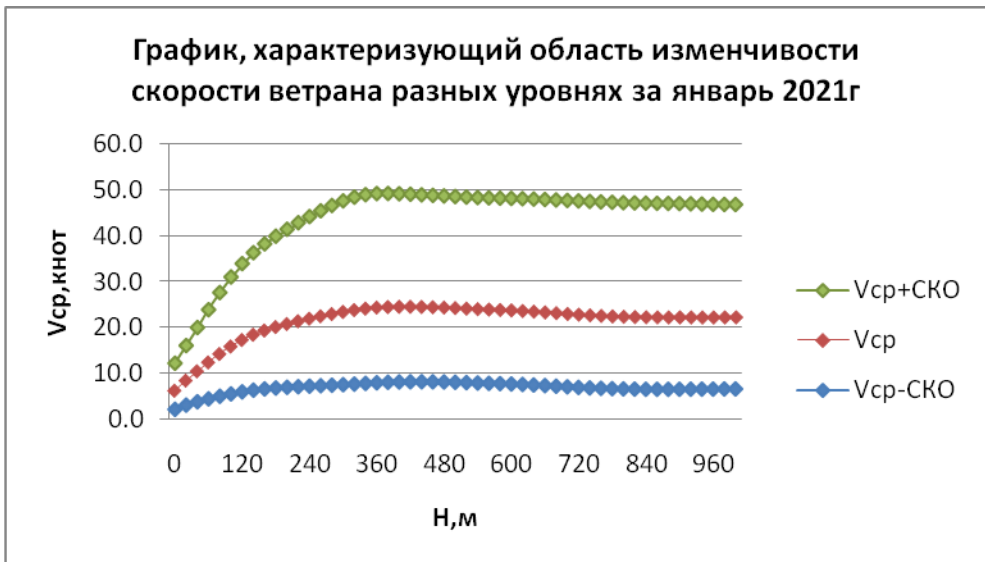


Распределение скорости ветра с высотой в октябре изменяется плавно. Опять же, более спокойный темп увеличения показателей начинается с отметки 180 м. Максимальную скорость в данном случае показывает целый слой от 740 м до 860 м – 11,2 кнот, а минимальную у земли - 3,1 кнот.

Исходя из графиков можно сделать вывод о том, что чем теплее, тем высота, на которой прекращается резкий рост скорости ветра, ниже. Так же стоит заметить, что в апреле и июле средние показатели изучаемой характеристики ни разу не уменьшались, с высотой они только увеличивались или были постоянны. Того же нельзя сказать о более холодных месяцах, в январе после преодоления отметки 360м скорость немного ослабевает, в октябре аналогичная ситуация после высоты 860м.

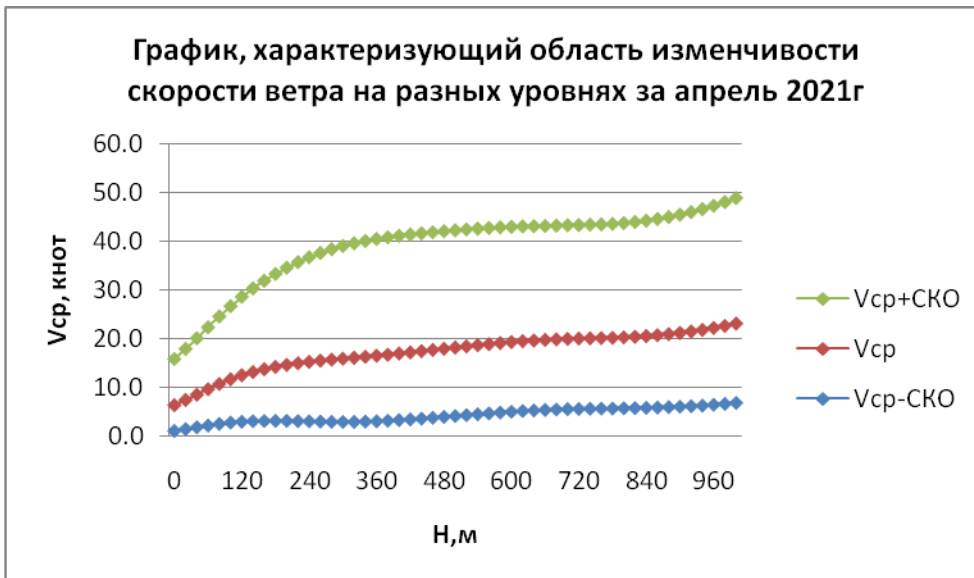
Далее рассмотрим графики СКО и графики максимального и минимального распределения скорости ветра за январь 2021г:



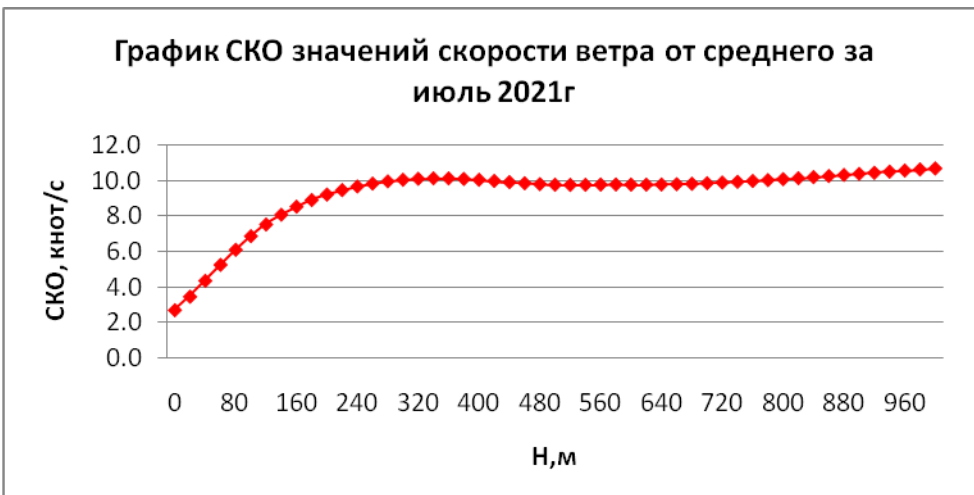


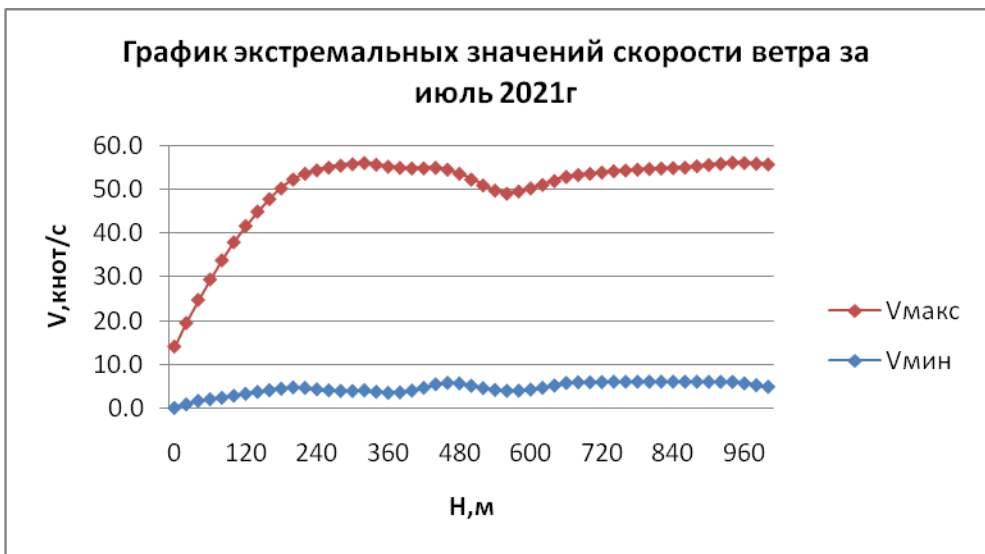
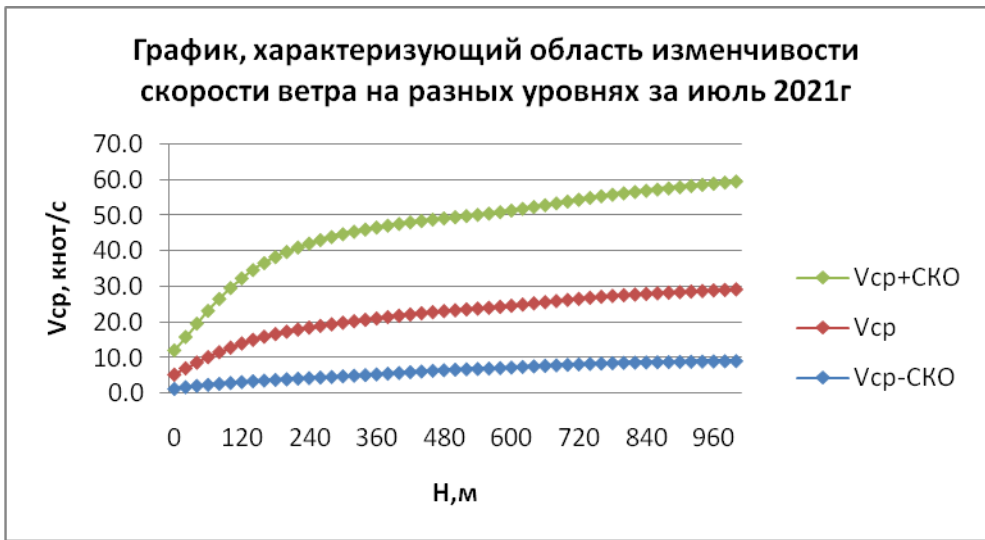
Апрель, 2021г:





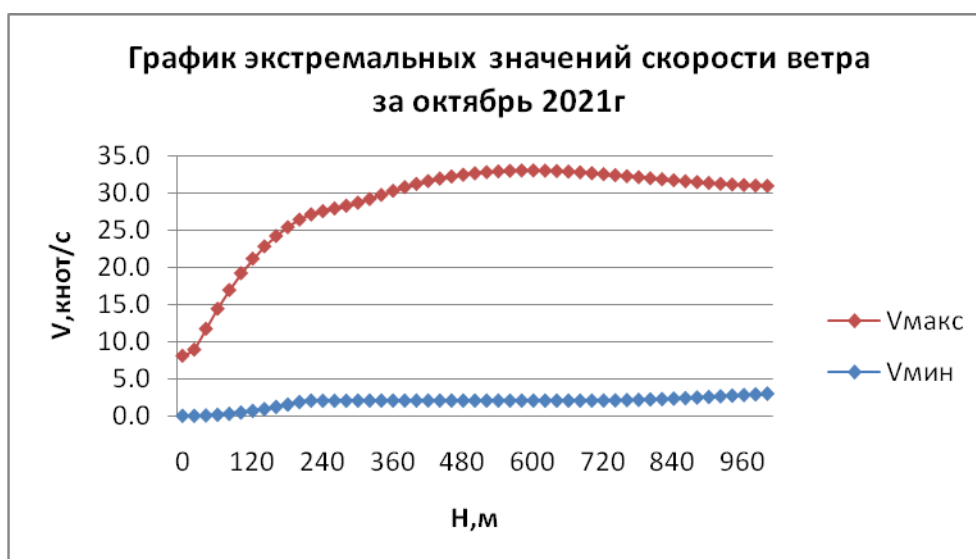
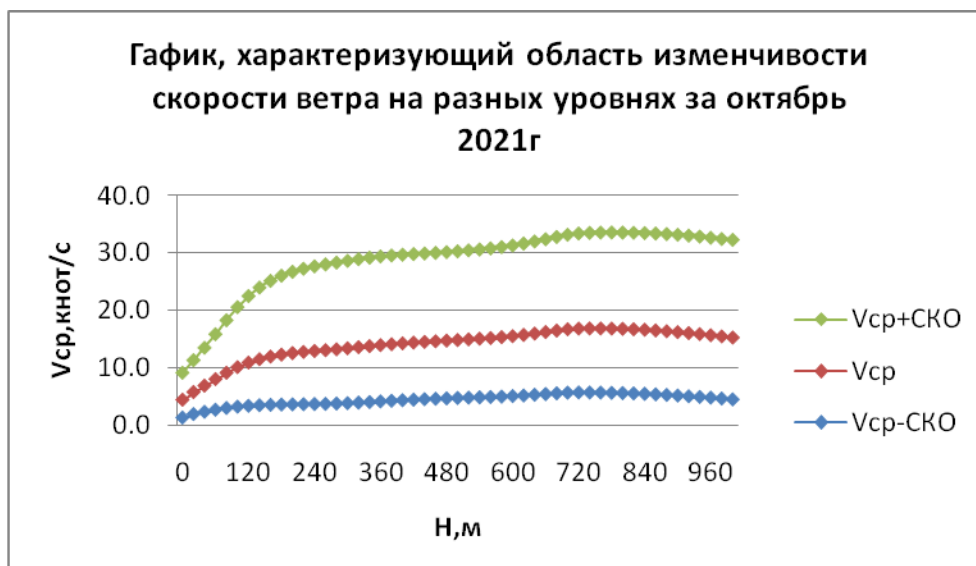
Июль, 2021г:





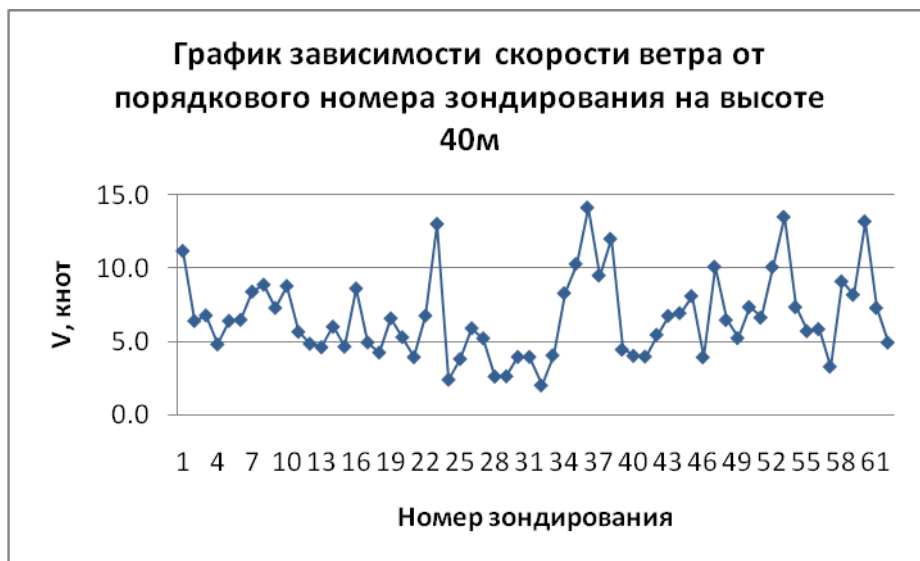
Октябрь, 2021г:





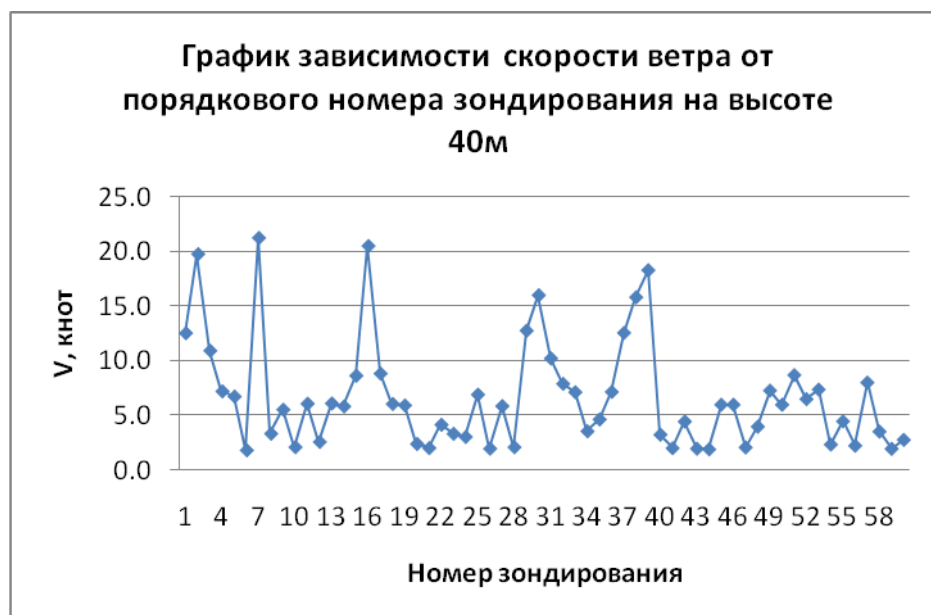
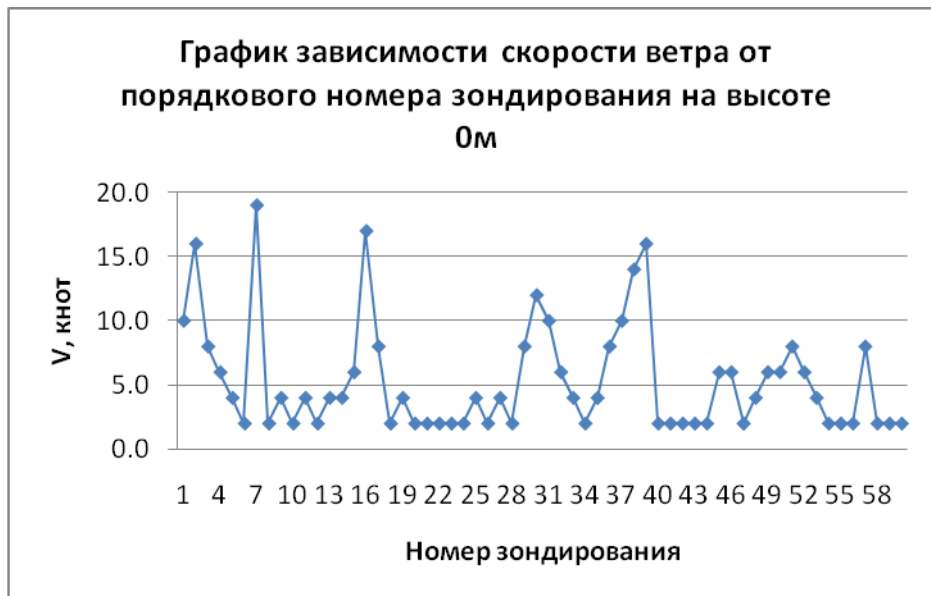
Проанализировав выше расположенные графики, можно сказать о том, что СКО в теплый период больше, чем в холодный. Это значит, что скорость ветра в октябре и январе определялась точнее. Характер изменчивости в апреле и июле растет в сторону увеличения показателей, в то время как осенью и зимой показатели стремительно растут до высот от 120м до 240м и далее остаются стабильными. Минимальные значения у всех примерно одинаковые, а вот максимальные в январе не превышают 50 кнот по всей высоте, в апреле значения больше 50 кнот в слое от 300м до 440м, в июле от 180м до 500м и от 620м, в октябре максимальная скорость не превышает 35 кнот. Это говорит о том, что в тепле время года скорость ветра на высотах гораздо больше, чем в холодное.

Далее рассмотрим график на высотах 0 и 40 м, на которых показано изменение скорости ветра в зависимости от порядкового номера зондирования. Для начала рассмотрим январь 2021г:



На графиках мы видим, что в январе на высоте 0м средние значения скорости ветра за весь срок варьируются от 0 до 10кнот, на высоте 40м от 2 до14 кнот.

Апрель 2021г:



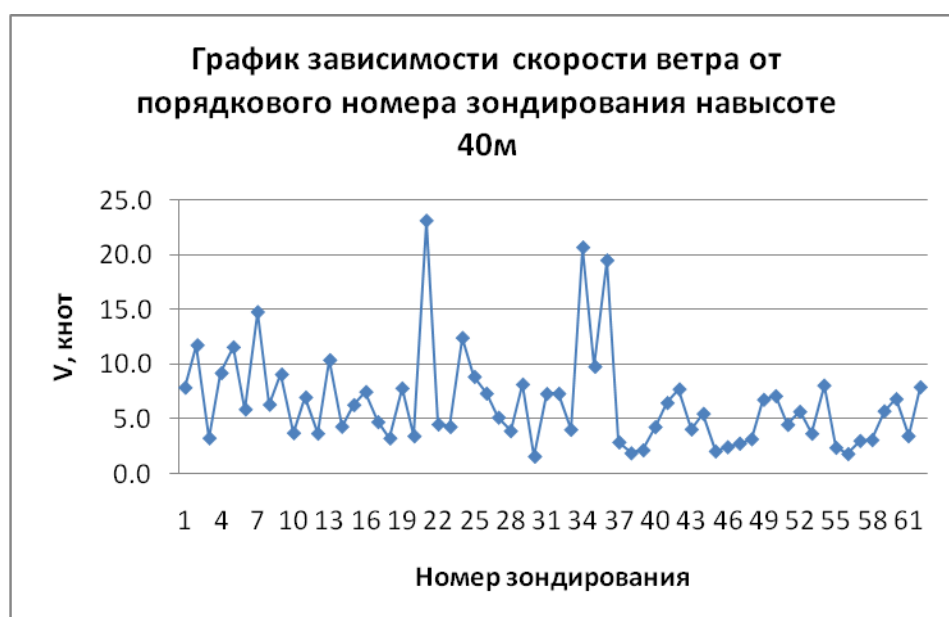
В данном случае, в апреле, на высоте 0 м, на протяжении всего срока, скорость ветра изменяется от 2 до 19 кнот. На высоте 40м – от 1,8 до 21 кнот.

Июль, 2021г:



В июле за весь срок наблюдения, на высоте 0м, значения меняются от 0 до 8 кнот. На высоте 40м – от 0 до 11.6 кнот.

Октябрь, 2021г:



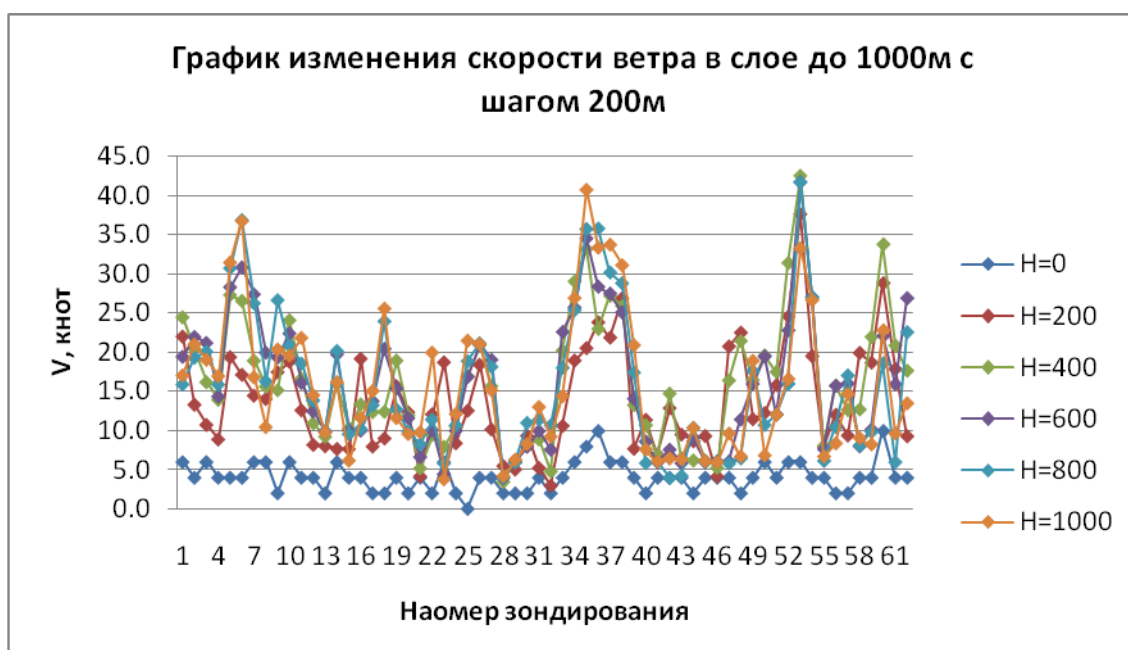
В октябре на высоте 0м скорость изменялась от 0 до 14 кнот, от 1,6 до 23,1 на высоте 40м.

На основании графиков, сделанных за весь срок наблюдения, можно сказать, что средний разброс значений на высоте 0м примерно равен 12,3 кнот, а на высоте 40 м – 13,6 кнот. Данные значения приближены друг к другу, но и разница в высоте составляет 40м.

Поэтому, у земли и на высоте 12 этажного дома скорость ветра будет всегда отличаться.

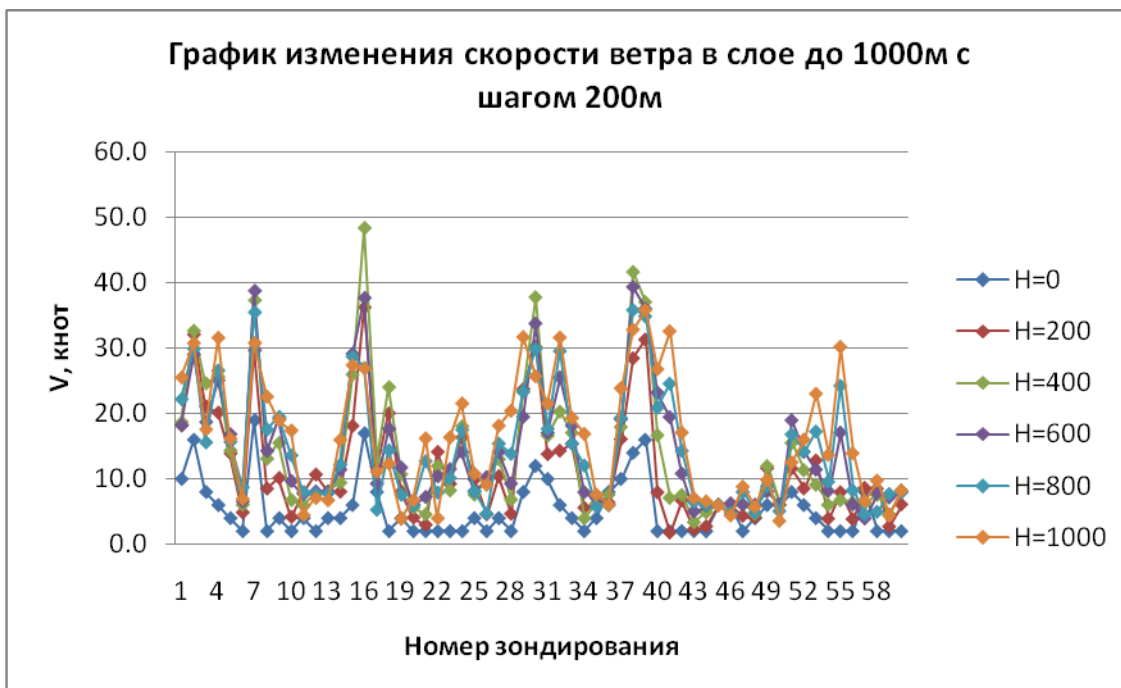
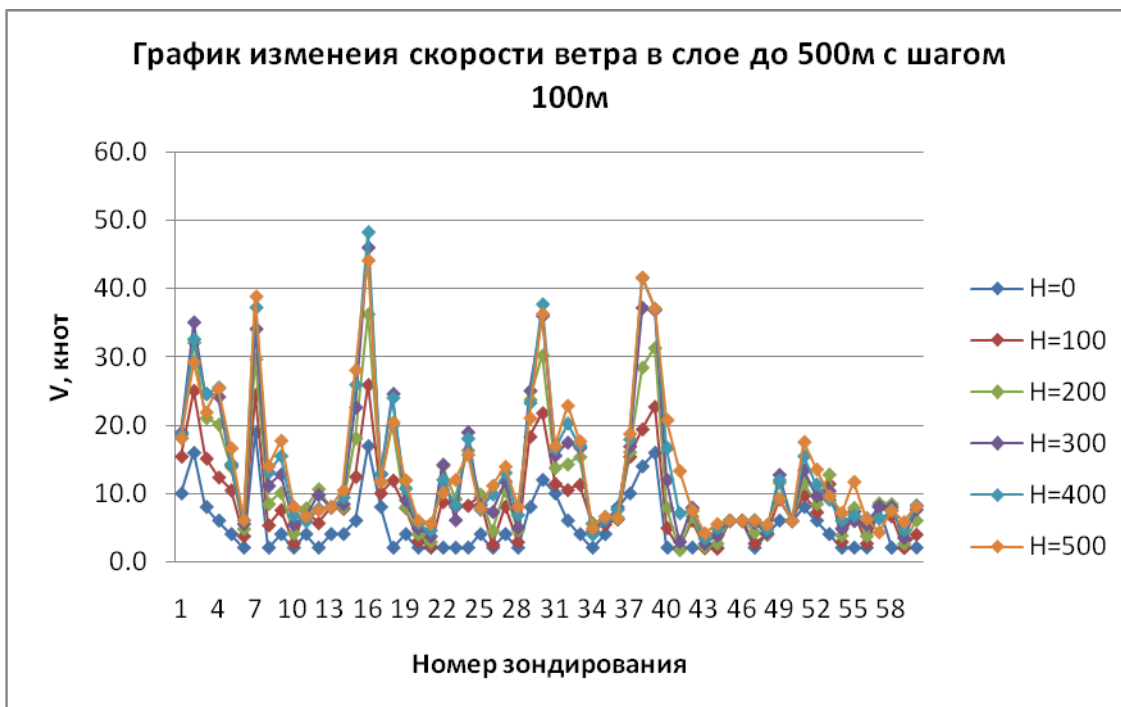
Следующим шагом рассмотрим изменение скорости ветра в слоях 0-500 и 0-1000 м с шагом 100 м и 200 м соответственно. На их основе мы сможем понять, насколько похожи скорости в нижнем и верхнем слоях в зависимости от времени года.

Январь 2021г:



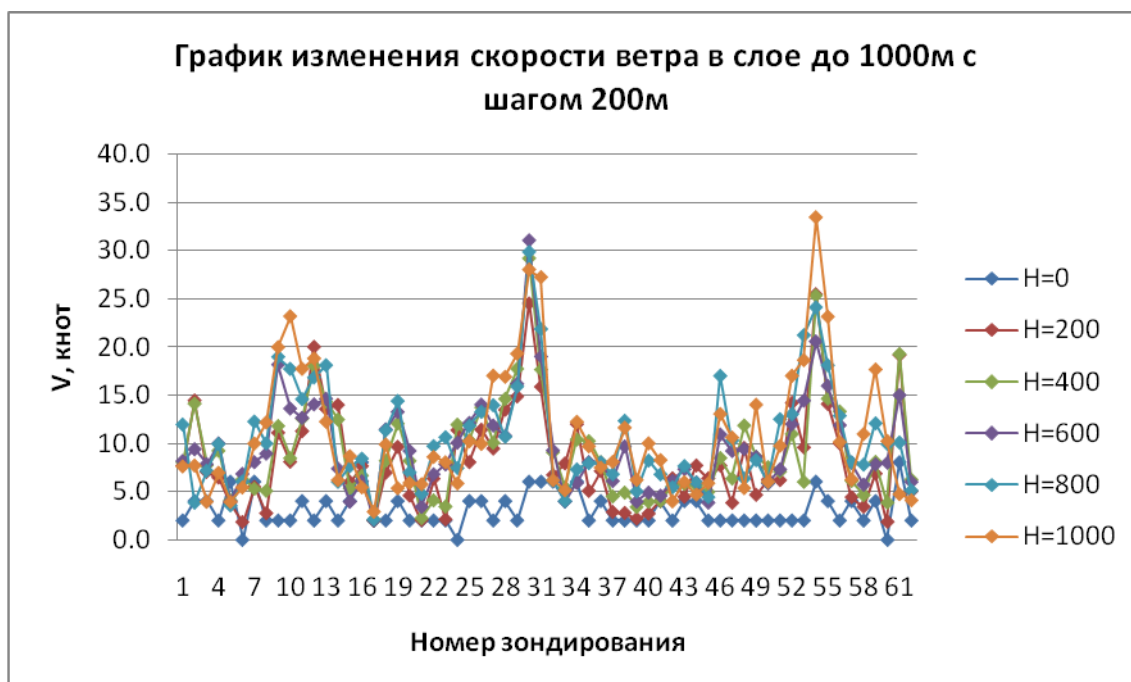
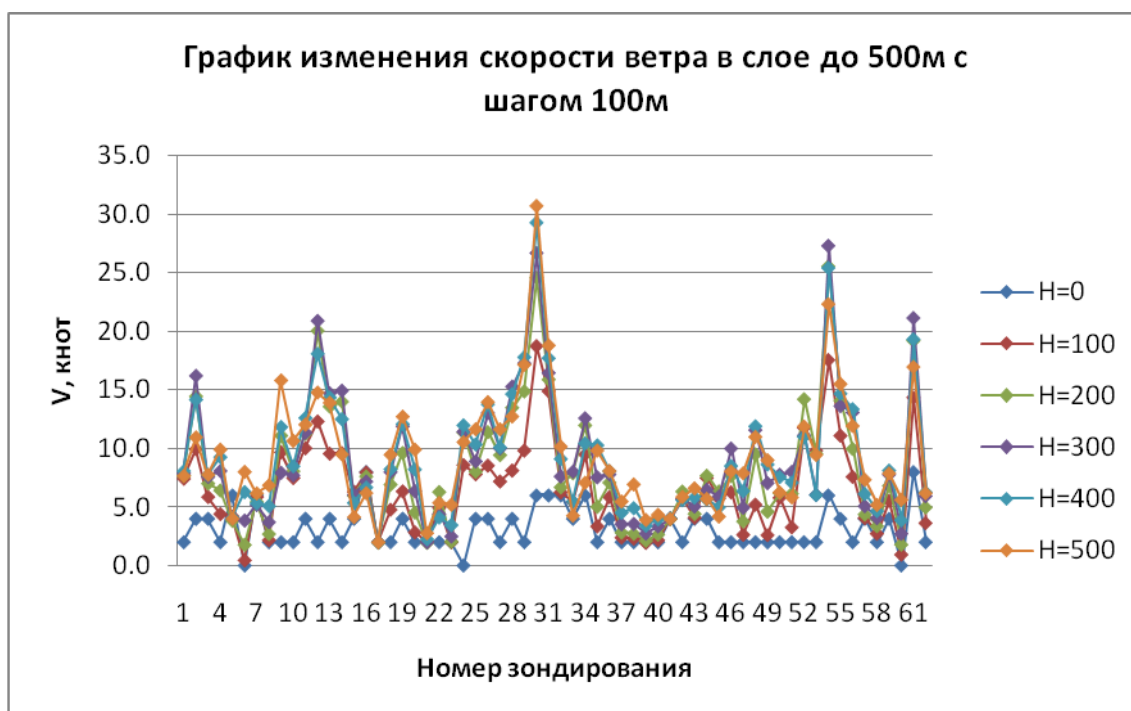
В данном случае мы видим, максимальные показатели особо не отличаются, и любые изменения прослеживаются одинаково на всех высотах.

Апрель 2021г:



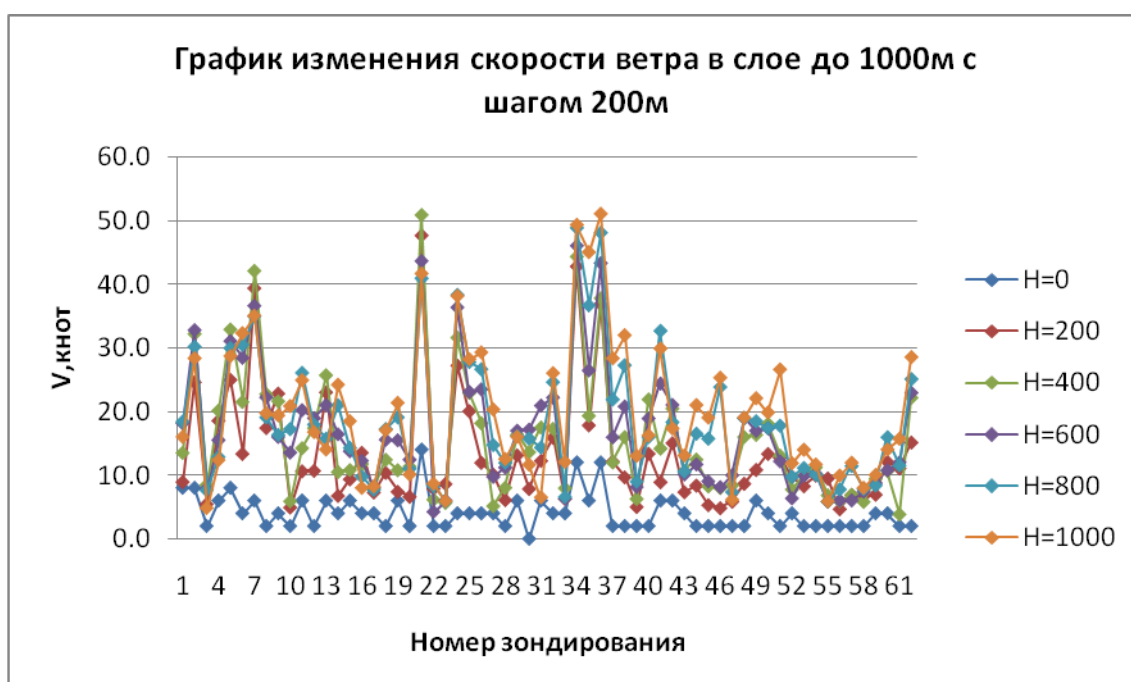
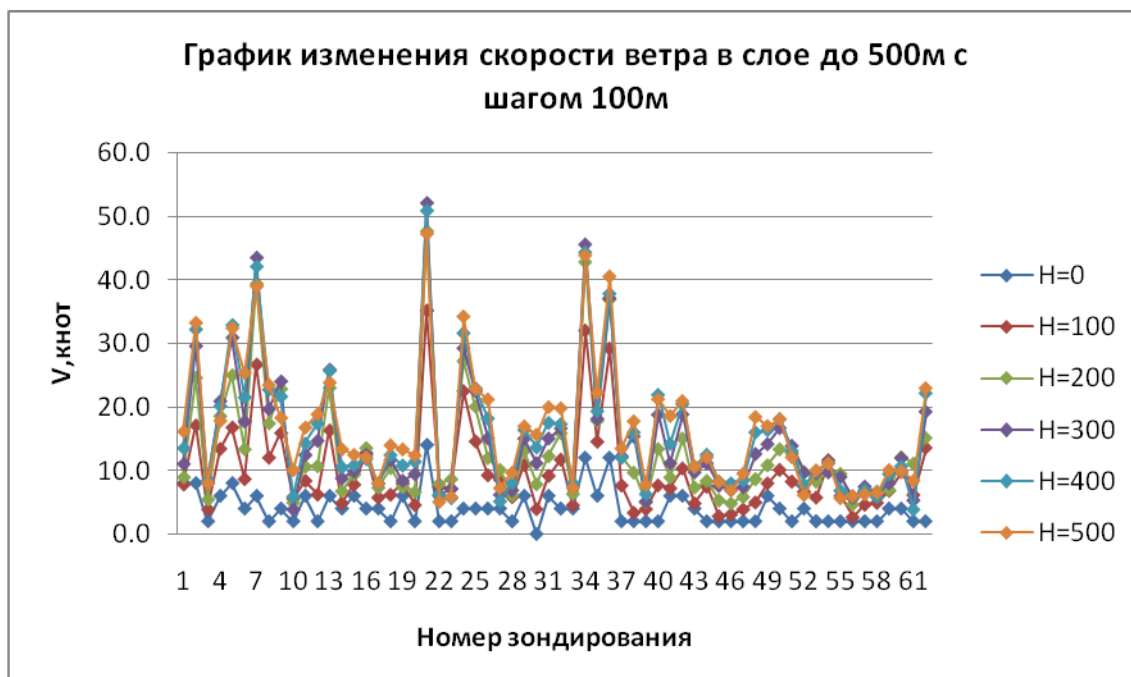
В апреле максимальная скорость, судя по обоим графикам, была зафиксирована на высоте 400м. Любое резкое изменение у поверхности передается изменениями по высоте более сильнее.

Июль 2021г:



В июле, на обоих графиках максимальные значения на границах слоев, в первом случае на высоте 500м с результатом 30,6 кнот, во втором случае – на высоте 1000м, значение на котором составило 33,4 кнот.

Октябрь, 2021г:

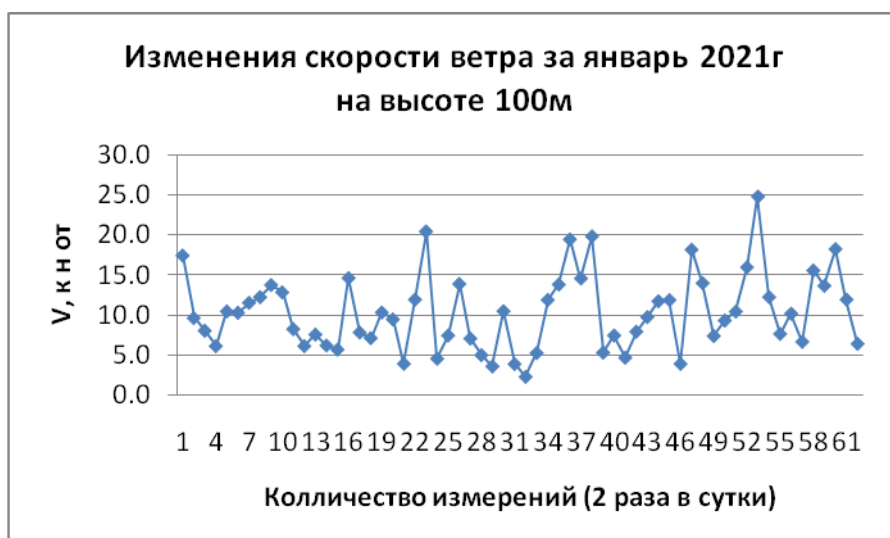


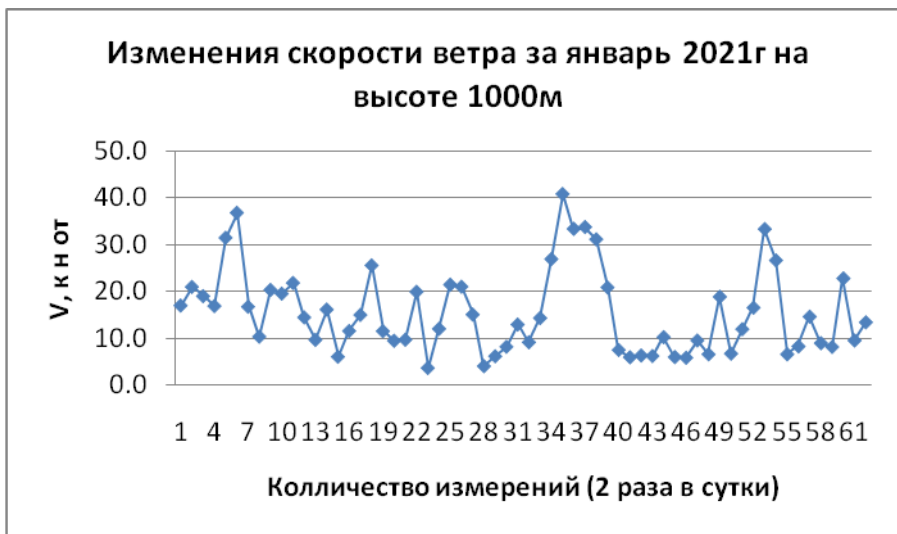
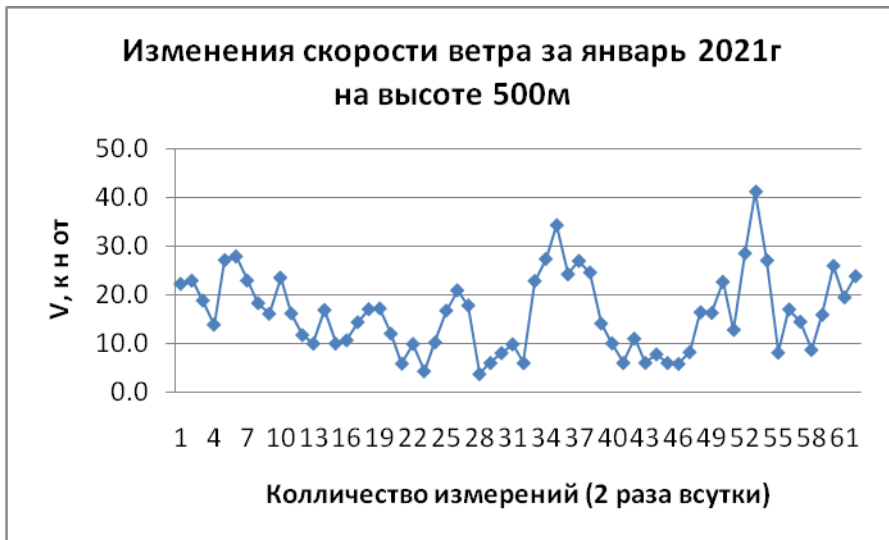
В октябре наибольшая средняя скорость ветра была зафиксирована на высоте 1000м с результатом 51 кнот, в середине срока наблюдения.

Если рассматривать связь между верхней и нижней частью пограничного слоя, то, очевидно, что присутствует большая зависимость скорости ветра на высотах от поверхности земли. Это может быть связано с рельефом местности и синоптическими ситуациями региона.

Также для описания ветрового режима необходимо рассмотреть, как изменяется скорость ветра за месяц на определенных высотах. Для этого возьмем такие высоты как 0м, 100м, 500м и 1000м.

Январь, 2021г:





Наиболее резкое и сильное увеличение скорости ветра было зафиксировано в середине месяца, примерно 15 числа, это заметно на каждой рассматриваемой высоте, кроме уровня 100м. Также хорошо прослеживается изменение в конце месяца.

Апрель, 2021г:

Изменения скорости ветра за апрель 2021г на высоте 0м

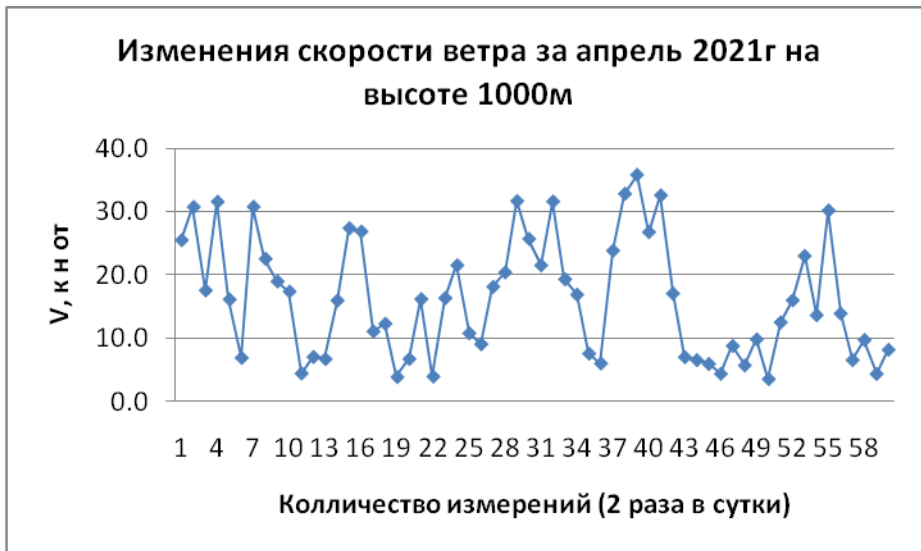


Изменения скорости ветра за апрель 2021г на высоте 100м



Изменения скорости ветра за апрель 2021г на высоте 500м





В апреле меньше наблюдаются резкие изменения скорости ветра, чем в январе. Каждое увеличение или снижение значение прослеживается по всей высоте.

Июль, 2021г:



**Изменения скорости ветра за июль 2021 на
высоте 100м**



**Изменения скорости ветра за июль 2021 на
высоте 500м**



**Изменения скорости ветра за июль 2021 на
высоте 1000м**

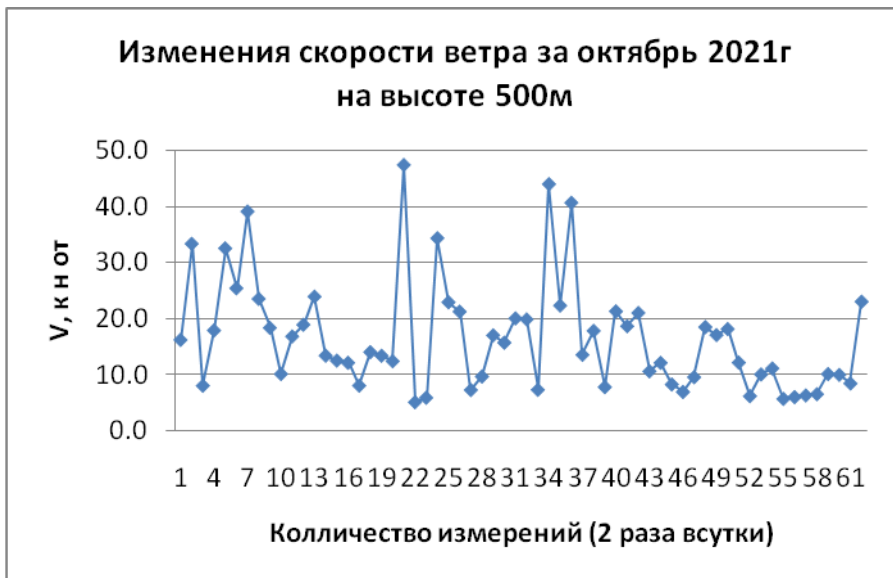


В июле скорость ветра на уровне 0 м более менее стабильная, изменяется от 0 до 8 кнот. С 23 по 27 число оставалась постоянной – 8 кнот. На высотах 100м и 500м, 15 числа заметен резкий рост

характеристики. На уровне 1000м он тоже прослеживает, но максимальное изменение на этом уровне было 27 числа, в то время как у земли она оставалась постоянной.

Октябрь, 2021г:





В октябре, на уровне 0м, амплитуда изменения скорости ветра составляет 16 кнот, на высоте 100м-35, на высоте 500м – 47, на высоте 1000м – 51. В данном случае линейный рост скорости ветра с высотой. Также ход изменения менее спокойный, чем в июле.

Проанализировав изменения значений скорости ветра за месяц, можно сказать о том, что в апреле и июле более нестабильная обстановка, чем в октябре и январе. Это связано, в первую очередь с изменением сезона.

Далее была проведена описательная статистика по высотам 0м, 100м, 500м и 1000м, благодаря чему мы можем посмотреть средние значения на этих высотах полностью за весь месяц.

Таблица 3.1 Описательная статистика для января 2021г

Строка1		Строка6		Строка26		Строка51	
Среднее	4,10	Среднее	10,34	Среднее	16,16	Среднее	15,58
Стандартн	0,24	Стандартн	0,61	Стандартн	1,03	Стандартн	1,14
Медиана	4	Медиана	9,98	Медиана	16,13	Медиана	13,89
Мода	4	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
Стандартн	1,90	Стандартн	4,80	Стандартн	8,12	Стандартн	8,99
Дисперсия	3,60	Дисперсия	23,03	Дисперсия	65,86	Дисперсия	80,84
Эксцесс	1,63	Эксцесс	0,27	Эксцесс	0,10	Эксцесс	0,21
Асимметр	0,85	Асимметр	0,72	Асимметр	0,61	Асимметр	0,94
Интервал	10	Интервал	22,47	Интервал	37,41	Интервал	37,03
Минимум	0	Минимум	2,31	Минимум	3,73	Минимум	3,70
Максимум	10	Максимум	24,79	Максимум	41,14	Максимум	40,74
Сумма	254	Сумма	641,03	Сумма	1001,81	Сумма	966,11
Счет	62	Счет	62	Счет	62	Счет	62
N=0		N=100		N=500		N=1000	

Таблица 3.2 Описательная статистика для апреля 2021г.

Строка1		Строка6		Строка26		Строка51	
Среднее	5,3	Среднее	8,802974	Среднее	14,09705	Среднее	16,30284
Стандартн	0,552498	Стандартн	0,800574	Стандартн	1,290384	Стандартн	1,21845
Медиана	4	Медиана	7,776251	Медиана	10,76847	Медиана	16,10031
Мода	2	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
Стандартн	4,279632	Стандартн	6,149322	Стандартн	9,99527	Стандартн	9,43807
Дисперсия	18,31525	Дисперсия	37,81417	Дисперсия	99,90543	Дисперсия	89,07717
Эксцесс	2,027141	Эксцесс	1,29848	Эксцесс	1,597755	Эксцесс	-1,0617
Асимметр	1,585945	Асимметр	1,325084	Асимметр	1,470069	Асимметр	0,406894
Интервал	17	Интервал	24,05732	Интервал	40,06947	Интервал	32,20333
Минимум	2	Минимум	1,907907	Минимум	4,11737	Минимум	3,614107
Максимум	19	Максимум	25,96523	Максимум	44,18684	Максимум	35,81743
Сумма	318	Сумма	519,3754	Сумма	845,8227	Сумма	978,1702
Счет	60	Счет	59	Счет	60	Счет	60
N=0		N=100		N=500		N=1000	

Таблица 3.3 Описательная статистика для июля 2021г.

Строка1		Строкаб		Строка26		Строка51	
Среднее	3,096774	Среднее	6,481144	Среднее	9,302699	Среднее	10,82746
Стандартн	0,223796	Стандартн	0,497486	Стандартн	0,635816	Стандартн	0,841895
Медиана	2	Медиана	5,840534	Медиана	8,010392	Медиана	9,186844
Мода	2	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
Стандартн	1,762168	Стандартн	3,91721	Стандартн	5,006417	Стандартн	6,629087
Дисперсия	3,105235	Дисперсия	15,34454	Дисперсия	25,06421	Дисперсия	43,9448
Эксцесс	0,576415	Эксцесс	1,13732	Эксцесс	4,561738	Эксцесс	1,73949
Асимметр	0,888335	Асимметр	1,000401	Асимметр	1,674445	Асимметр	1,403551
Интервал	8	Интервал	18,27566	Интервал	28,6358	Интервал	30,52662
Минимум	0	Минимум	0,43843	Минимум	1,998171	Минимум	2,911075
Максимум	8	Максимум	18,71409	Максимум	30,63397	Максимум	33,43769
Сумма	192	Сумма	401,8309	Сумма	576,7673	Сумма	671,3028
Счет	62	Счет	62	Счет	62	Счет	62
N=0		N=100		N=500		N=1000	

Таблица 3.4 Описательная статистика для октября 2021г

Строка1		Строкаб		Строка26		Строка51	
Среднее	4,064516	Среднее	9,901081	Среднее	16,53515	Среднее	19,87763
Стандартн	0,344075	Стандартн	0,877383	Стандартн	1,247893	Стандартн	1,364885
Медиана	4	Медиана	7,838535	Медиана	13,75107	Медиана	17,89541
Мода	2	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
Стандартн	2,709249	Стандартн	6,908524	Стандартн	9,825921	Стандартн	10,74712
Дисперсия	7,340032	Дисперсия	47,72771	Дисперсия	96,54872	Дисперсия	115,5005
Эксцесс	3,335392	Эксцесс	4,176104	Эксцесс	1,602391	Эксцесс	0,764784
Асимметр	1,657126	Асимметр	2,003305	Асимметр	1,338713	Асимметр	0,98834
Интервал	14	Интервал	32,38893	Интервал	42,19295	Интервал	46,14031
Минимум	0	Минимум	2,786512	Минимум	5,082831	Минимум	4,841897
Максимум	14	Максимум	35,17544	Максимум	47,27578	Максимум	50,98221
Сумма	252	Сумма	613,867	Сумма	1025,179	Сумма	1232,413
Счет	62	Счет	62	Счет	62	Счет	62
N=0		N=100		N=500		N=1000	

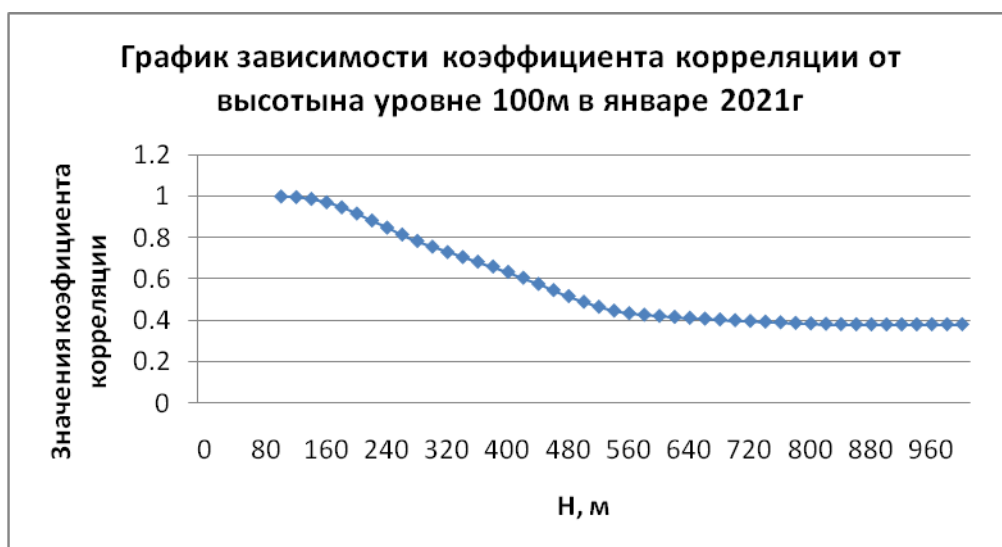
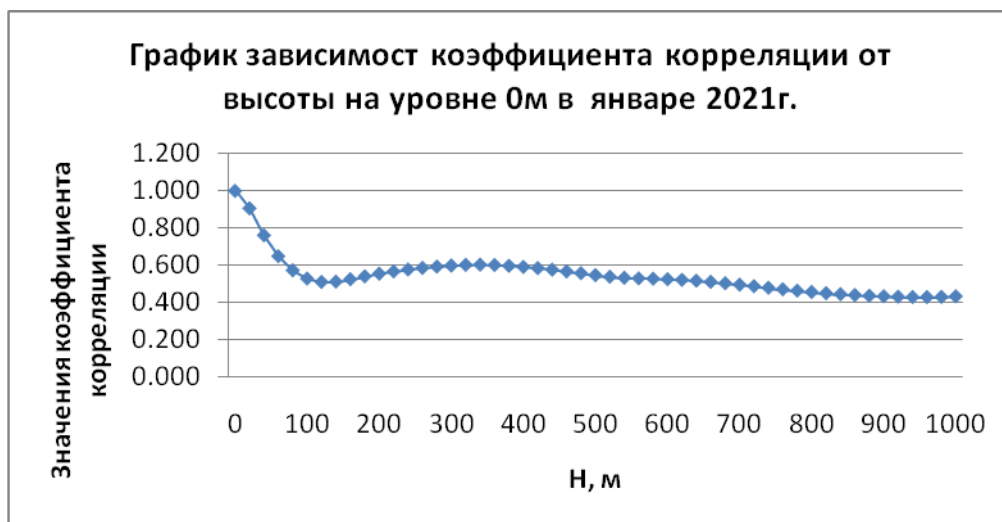
:

Из приведенной выше статистики следует, что

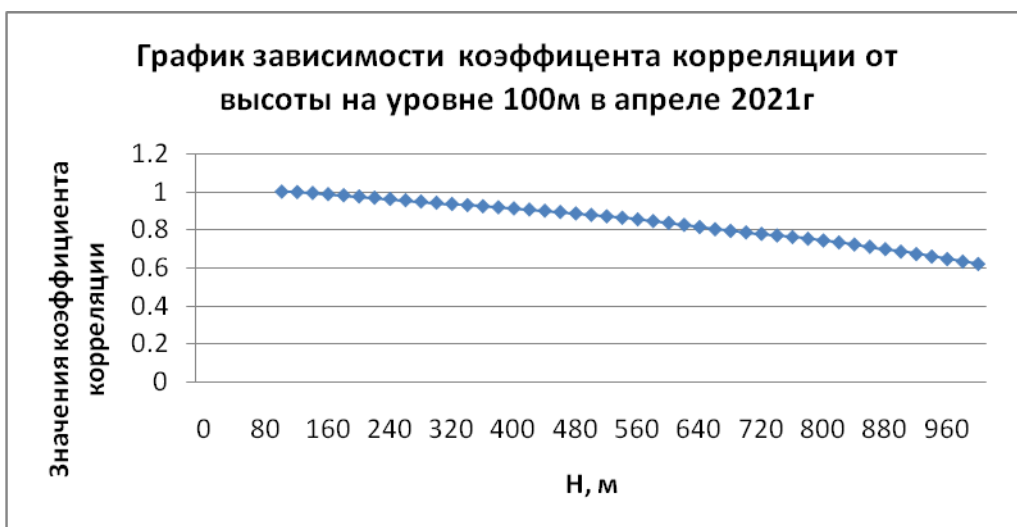
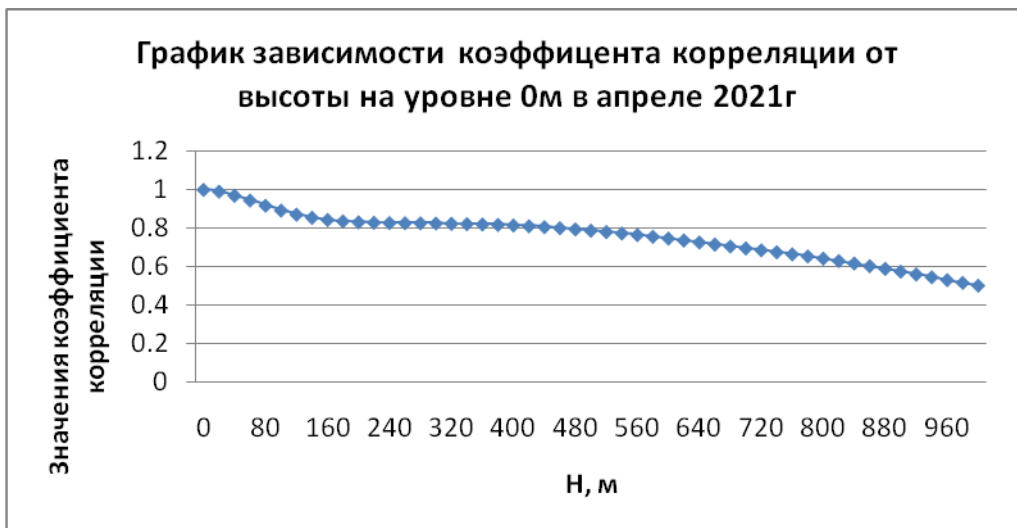
- 1) Средняя скорость зимой и осенью у земли составляет 4.1 кнот
- 2) В январе, на уровне 1000м, скорость ветра ниже, чем на уровне 500м.
Это единственный случай, когда значение выросло в обратную сторону.
- 3) Самый слабый ветер у поверхности земли зафиксирован в июле – 3,1 кнот, как и самый слабый – 10,8 кнот.
- 4) Самый сильный ветер у поверхности земли зафиксирован в апреле – 5.3, самый сильный на высоте 1000м, в октябре – 19.9 кнот.

Для того чтобы посмотреть насколько взаимодействуют скорости ветра на разных высотах, был рассчитан коэффициент корреляции на высотах 0м и 100м. На основании результатов расчетов, были построены следующие графики:

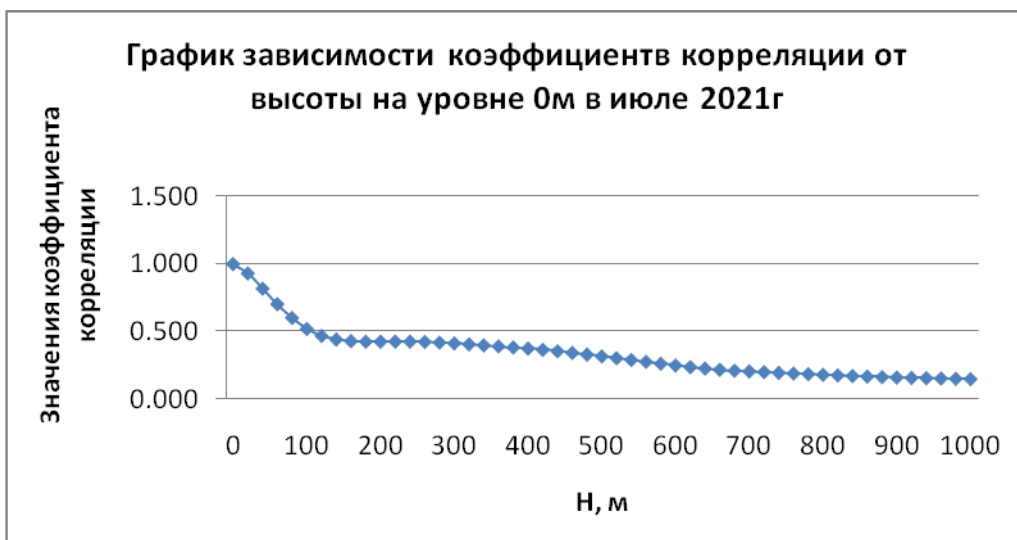
Графики зависимости коэффициента корреляции от высоты на уровне 0м и 100м для января 2021г:

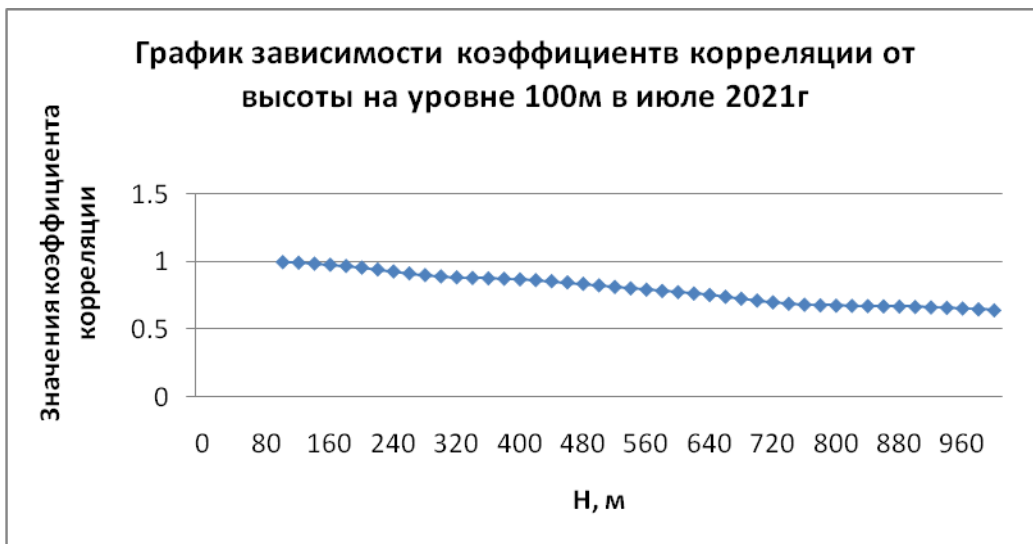


Графики зависимости коэффициента корреляции от высоты на уровне 0м и 100м для апреля 2021г:

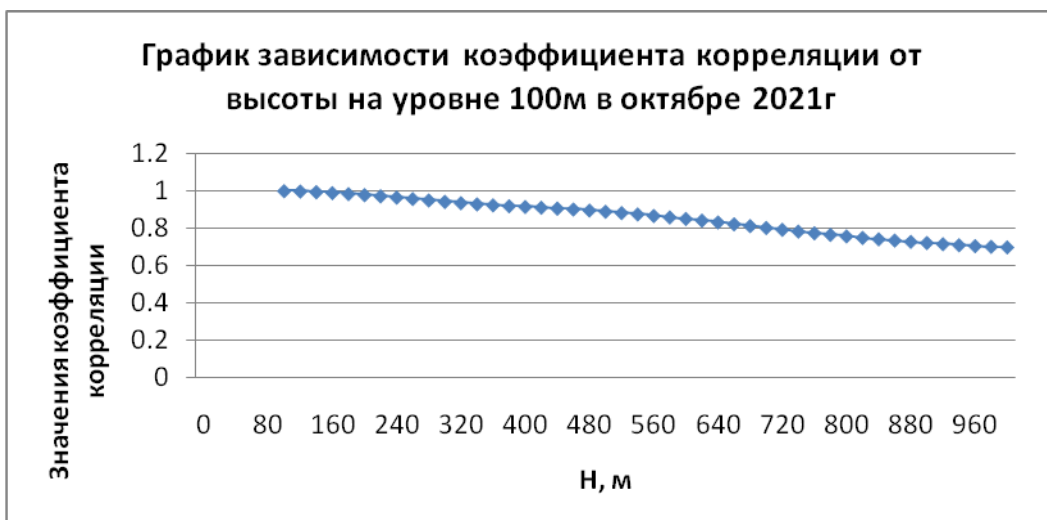
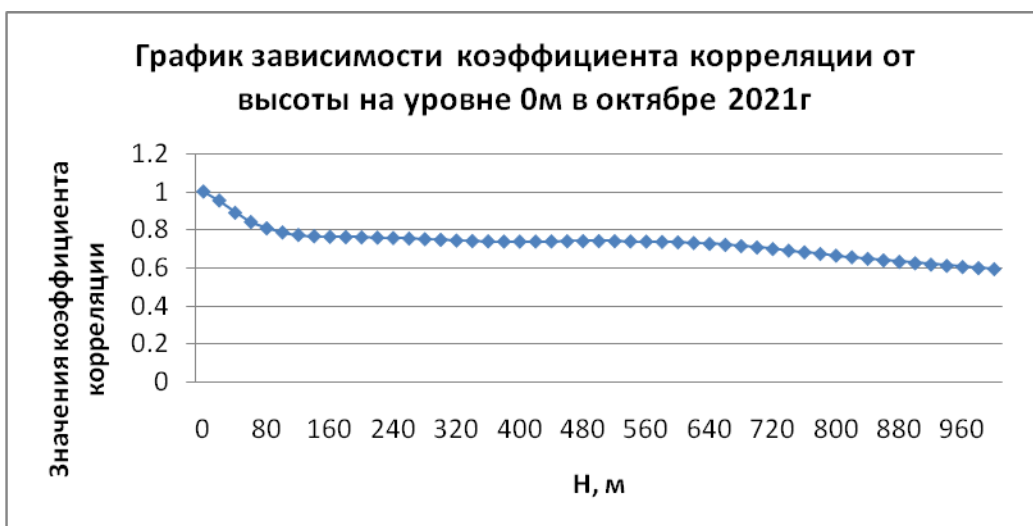


Графики зависимости коэффициента корреляции от высоты на уровне 0м и 100м для июля 2021г:





Графики зависимости коэффициента корреляции от высоты на уровне 0м и 100м для октября 2021г:



Статистическая связь между слоями присутствует у каждой высоты, в каждом месяце. В порядке увеличения коэффициента можно расположить месяцы следующим образом: январь, июль, апрель, октябрь. Таким образом, в январе скорость ветра меньше всего устойчива с высотой, больше всего в октябре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был исследован ветровой режим восточного побережья Камчатки. В ходе изучения проводился анализ над одной из главных характеристик – скоростью ветра. Были обработаны данные зондирования с обсерватории Петропавловска – Камчатского. В работе оценивались особенности вертикального распределения скорости ветра в приземном слое.

На основании проработанного материала были сделаны некоторые выводы об особенностях ветрового режима на восточном побережье Камчатки.

Начнем с того, что скорость ветра изменяется в зависимости от времени года. Ее вертикальное распределение сильно различается в холодный и теплый период. Например, чем теплее, тем ниже высота, на которой прекращается резкий рост скорости ветра. Далее она будет либо увеличиваться медленнее, либо оставаться стабильной до конца приземного слоя. Поэтому среднеквадратическое отклонение в холодный период меньше, чем в теплый.

Прогресс роста скорости ветра с высотой больше в апреле и июне, то есть, в среднем на высотах до 1000м, значения выше, чем в январе и октябре, кроме первых сотен метров, прилегающих к земной поверхности. У поверхности земли наименьшая средняя скорость за месяц в июле, а наибольшая в апреле, со значениями 3,1 кнот и 5,3 соответственно. В январе и октябре по 4,1 кнот.

Январь и апрель являются самыми нестабильными месяцами, потому что статистическая связь скорости ветра с высотой у них наименьшая. В эти месяцы на одних и тех же высотах происходит частое изменение показателей характеристики.

Ветровой режим на восточном побережье Камчатки, а именно слое до 1000м весьма нестабилен. Это связано, по большей части с рельефом

местности. Воздушные потоки сталкиваются с поверхностными объектами, за счет чего изменяют свою скорость и направление.

. Скорость ветра у поверхности земли играет важную роль в жизни человека, от нее зависят многие сферы жизни. Так как Камчатка уникальный регион, известный своей вулканической активностью, то определение скорости ветра позволит спрогнозировать перемещение вулканических выбросов в нижнем слое атмосферы, в наиболее важном слое для жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Под редакцией канд. геогр. наук М.Г. Васьковского «Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 20. Камчатка». Гидрометеиздат. Ленинград, 1973-368с.
2. презентация с кафедры ЭФА «Формирование архива данных аэрологического зондирования»
3. Интернет-портал «Fvulkan-gora». [Электронный ресурс]. – URL:<https://Fvulkan-gora.ru.html>
4. Интернет-портал «peakfinder». [Электронный ресурс].- https://peakfinder.ru/peak/view/201_avachinskaya_sopka
5. к.ф.-м.н. К.А. Шмирко «Планетарный пограничный слой».23 ноября 2010гю – 11с
6. Интрнет-портал «Fspravochnick». [Электронный ресурс]. - <https://Fspravochnick.ru>
7. Интернет-портал «Kamchatka-legends». [Электронный ресурс]. - <https://kamchatka-legends.ru/kamchatka/petropavlovsk-kamchatsky>
8. Интернет-портал «geo-globe-map». [Электронный ресурс]. -<https://geo-globe-map.blogspot.com/2020/04/9.html>
9. Учебное пособие. Восканян К.Л, Кузнецов А.Д, Сероухова О.С. «Автоматические метеорологические станции». Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций – 79с
10. Куксина Л.В «Сток взвешенных наносов рек Камчатского края»: диссертация, кандидат географических наук – Москва, 2013г
11. Интернет-портал «weather.uwyo». [Электронный ресурс]. - <http://weather.uwyo.edu/>