



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

Кафедра метеорологических прогнозов

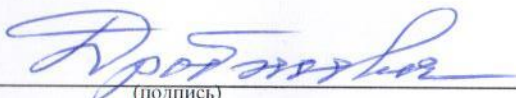
**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему Анализ циркуляционных условий, вызывающих аномальные осадки  
в районе г. Туркменабад

Исполнитель Базарова Малика Махтумовна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук  
(ученая степень, ученое звание)  
Ефимова Юлия Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

  
(подпись)

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

Дробжева Яна Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

«27» мая 2018 г.

Санкт-Петербург  
2018

## Содержание

Введение.....	3
1. Климатические особенности Средней Азии	
1.1 Основные понятия, влияющие факторы и характеристики климата.....	4
2. Особенности погодных условий Туркменистана	
2.1 Оценка явлений погоды в Туркменистане. Туманы.....	20
2.2. Метели.....	27
2.3. Грозы.....	32
2.4. Град.....	35
3. Анализ циркуляционных условий вызывающие аномальные осадки в районе города Туркменабад	
3.1 Введение в работу.....	37
3.2 Анализ многолетних изменений сумм осадков в городе Туркменабаде.....	37
3.3 Оценка условий, сопутствующих аномальному количеству осадков в Туркменабаде.....	41
3.4 Оценка синоптических условий, сопутствующих аномальному количеству осадков в Туркменабаде. ....	45
Заключение .....	50
Список использованной литературы.....	51

## ВВЕДЕНИЕ

Целью бакалаврского проекта является анализ циркуляционных условий, вызывающие аномальные осадки в районе города Туркменабад.

Для выполнения поставленной цели предполагаются создать архив данных по суточному количеству осадков в Туркменабаде за период с 1956 года по 2017 год. Проанализировать годовой и сезонный режим осадков, а также выделить аномальные суточные суммы осадков и исследовать синоптические условия, сопутствующие им.

Область в которой располагается Туркменабад относится к аридной зоне поэтому анализ фоновых условий характерных высоким суммам осадков является задачей несомненно практически значимой.

В первой главе бакалаврского проекта предполагается рассмотреть климатические особенности Туркменистана, особое внимание будет уделено району, в котором располагается Туркменабад.

Во второй главе будут рассмотрены циркуляционные условия над Средней Азией.

Третья глава бакалаврской работы посвящена анализу режима экстремальных осадков в районе Туркменабада.

## 1. Климатические особенности Средней Азии.

### 1.1 Основные понятия, влияющие факторы и характеристики климата

Климат — это, сформировавшийся в течение десятков лет, режим закономерной смене типов погоды, существующих в этой местности.

Под климатом обычно подразумевают усредненное значение погоды за несколько последних десятилетий. Погода – это ежесекундное состояние метеорологических характеристик. Средняя Азия окружена высокими горами, вытянутыми в широтном направлении. Меж горами находятся многочисленные долины и глубочайшие межгорные котловины.

Климат области резко континентальный, в низменной части аридный. По этой причине круглый год сухих континентальных воздушных масс осадков в степных частях Средней Азии выпадает всего лишь 75-200 мм в год. В летнее время отмечается изобилие света и очень высокая радиация (до 160 ккал/см<sup>2</sup>). Характерна меридиальная циркуляция воздуха для этой территории, как и для Казахстана, которая вызывает резкие колебания температуры. Также высокую температуру, сухость и запыленность обуславливают тропические континентальные воздушные массы.

В зимний период перемещается полярный фронт из Ирана и усиливается циклоническая функционирование. Согласно этому устанавливается пасмурная погода. Зимой в Среднее Азии, за исключением южных районов владычествует отрицательные температуры. Из-за обильного света и тепла и тепла при условии полива делает возможным культивирование хлопчатника, риса и другие теплолюбивые растения.

В летнее время высота солнца в широтах Среднее Азии достигает 76 градусов, а в декабре в полдень оно опускается ниже 30 градусов.

Совокупными чертами климата Средней Азии служит большое излучение, сухость климата, резкая континентальность, жаркое лето и холодная зима, большие суточные колебания температур, многократные изменения, а также пыльные туманы.

Предгорья Средней Азии отличается резкой континентальностью климата, сухостью, частой сменой ветров, изменением температуры, высокоинтенсивной весной и жарким летом, вторящими частыми пыльными туманами. Осень в Средней Азии сухая, тихая и теплая. Зима ветреная, холодная и относительно облачная.

В режиме горных осадков выражаются черты субтропического климата. Наиболее заметно на западных склонах горных цепях Таджикистана, где выпадает более 1000 мм осадков. Зима в этой территории теплее, чем в предгорьях, с более ровным суточным ходом индивидуальных климатических элементов. Колоссально сформированы горнодолинные ветры и изменение температур. Такие особенности горного климата расстилаются предположительно до высот 2500 м и сходятся с верхней гранью древесной растительности. В следствии недостатка осадков в высокогорных районах, а также из-за мощных ветров представляют безлесную степь. В этих районах климатическими особенностями являются большие суточные колебания температуры воздуха, сильные ветры, холодные зимы. В зимнее время года для Средней Азии главенствующим является северо-восточные и восточные ветры, а в летнее время года северные и северо-западные. Однако топографические свойства этих районов формируют среду, при которых зачастую преобладание перемещается к ветрам местного значения. Зачастую ветры сменяются абсолютным затишьем. Более 40% времени занимают штили.

## 1.2 Климатические особенности Туркмении

Туркменская ССР занимает территорию, расположенную между Каспийским морем на западе и р. Амударьей на Востоке. Относительно небольшой участок территории лежит на правобережье Амударьи. Самая южная точка Туркмении (урочище Чильдухтаран близ Кушки) является одновременно самой южной точкой Советского Союза.

Большая часть поверхности рассматриваемой территории занята равнинами с высотами 50-200м. Крайняя западная часть равнины- Прикаспийская низменность-представляет собой довольно узкую полосу вдоль побережья Каспийского моря, расположенную ниже уровня океана. В восточной части Краснодарского полуострова начинается сильно пересеченное Краснодарское плато с средней высотой 220м. К северу-запада и западу Краснодарское плато снижается, переходя в низменную равнину, покрытую песками, а ближе к морю- солончаками. С севера Краснодарский полуостров граничит с заливом Кара-Богаз-Гол.

На севере Туркмении имеются обширные впадины, наибольшие из них Акчакая (ниже уровня океана на 81 м) и Сарыкамышская (ниже уровня океана на 38 см). В годы большими поводками Сарыкамышская впадина заполняется водами р. Амударьи. Юго-западнее Сарыкамышской впадины тянется полоса солончаковой топи Гурлук-Куль (плоская равнина, изрезанная многочисленными ложбинами). Некоторые из ложбин, соединившись, образуют старое русло- Узбой, которое некогда несло воды р. Амударьи в Каспийское море.

К югу-востоку от Сарыкамышской впадины находится довольно ровная песчаная возвышенность Ишек-Анкрендыр. На восток и на юго-восток от нее тянутся Заунгузские Каракумы- пространства желтых барханных песков на красноцветных песчаниках и глинах.

К югу от Заунгузских Каракумов расположена полоса глубоких впадин, носящих название Унгуз и считающихся одним из древних русел р. Амударьи. На юг от Унгуза расстилаются Центральные Каракумы, представляющие собой монотонный ландшафт бугристых песков. Эти песчаные скопления в средней части каракумов переходят в область такыров тянувшихся широкой полосой до предгорий Копетдага. На юге, между реками Теджен и Мургаб, Каракумы переходят в возвышенность Бадхыз, а к востоку от р. Мургаб- в возвышенность Карабиль. В этом районе расположены лучшие пастбища скота в Туркмении. Период травостоя наблюдается в

весеннее время, но к середине мая- началу июня трава выгорает и становится желтой. По берегам рек и других водных объектов произрастают древесные насаждения, создающие в непосредственной близости более благоприятный режим увлажнения. [1]

На юге рассматриваемой территории располагаются горы Копетдаг и Парапамиз. Горные массивы являются активными аккумуляторами влаги, питающей сеть стекающих с гор рек, создающих благоприятные условия для поливного земледелия. Героическими усилиями труда человека за последнее десятилетие проведен Каракумский канал, который несет воды Амударьи от пос. Головного до предгорий Копетдага, орошая окружающие поля. По ходу Каракумского канала, на реках Мургаб, Теджен создан ряд водохранилищ (Келифское, Хауз-Ханское, Йолотанское и др.).

Обилие света и тепла при большой длительности вегетационного периода позволяет на землях, обеспеченных поливной водой, культивировать такие теплолюбивые культуры как виноград, персики, рис, хлопок, в том числе тонковолокнистый (в южных районах Туркмении).

В связи с достаточным разнообразием природных ландшафтов велико и разнообразие в распределении характеристик облачности и атмосферных явлений на рассматриваемой территории.

Облачность.

Средний многолетний режим облачности формируется под влиянием циркуляционных процессов, определяющих преобладающее направление воздушных масс и их влагосодержание, а также под влиянием воздействия подстилающей поверхности.

Горный рельеф в значительной мере способствует видоизменению циркуляции воздушных масс. Система хребтов Копетдага, Парапамиза с их долинами, ущельями и котловинами создает сложную циркуляцию внутри гор, способствующую образованию местной облачности или ее разрушению. Известное влияние на характер режима облачности оказывает Каспийское море. Под влиянием перечисленных факторов складывается более или менее

аналогичный годовой ход различных характеристик облачности (повторяемость отметок по градациям, число ясных и пасмурных дней, средняя облачность).

В связи с разнообразием атмосферной циркуляции характер облачности и ее количество в холодное и теплое время года значительно различаются. Так, в силу интенсивной циклонической циркуляции волновой деятельностью в Туркмении больше всего пасмурных дней наблюдается в холодный период. Повторяемость пасмурного состояния неба на рассматриваемой территории уменьшается с севера на юг, составляя 60-65% на севере и 45-55% на юге. [1]

Наименьшая повторяемость пасмурного состояния неба наблюдается на юго-западе (Бугдайли, Бикибент), над Юго-Восточными Каракумами и составляет по общей облачности здесь в январе 45-50%.

Горные цепи, расположенные на юге Туркмении, являясь барьером для вторгающихся с севера воздушных масс, создают условия для вынужденного подъема воздуха и, следовательно, способствуют увеличению пасмурности в предгорьях в январе до 60%.

В горах на количество облачности большое внимание оказывает форма рельефа и экспозиция склонов, а также высота места над уровнем моря. Так, в защищенных от северо-западных ветров долинах, на высотах 1000-1500 м повторяемость пасмурного состояния неба в январе составляет 35-40%, увеличиваясь на открытых склонах на высотах 2000 м и более до 45%.

В результате увеличения в нижних слоях влагосодержания воздуха зимой заметно увеличение повторяемости низкой облачности слоистых форм.

Фронтальная облачность в виде сплошного покрова слоистообразных форм наблюдается в основном в холодный период. Летом с развитием интенсивных процессов трансформации воздушных масс, большой сухости воздуха, а, следовательно, и высокого уровня конденсации облачный покров образуется очень редко с преобладанием высококучевых и перистых форм. Кроме того, с марта по август наблюдается увеличение облаков



вертикального развития, которые образуются в основном также при прохождении холодных фронтальных разделов. В холодный период над Туркменией преобладает юго-западная периферия отрога сибирского антициклона с северо-западными, западными вторжениями холодного воздуха. При юго-западной периферии антициклона обычно наблюдается ясная погода, но при определенных условиях на рассматриваемой территории могут наблюдаться подынверсионные низкие слоистые облака или туманы; по предгорьям Копетдага при наличии здесь волновой деятельности наблюдается фронтальная облачность слоистообразных форм, а в ряде случаев и облака вертикального развития.

В теплый период года увеличение притока солнечной радиации над пустынями способствует трансформации континентального воздуха в тропический и его высушиванию, вследствие чего облачность здесь мала. Преобладающим синоптическим процессом летом является термическая депрессия с центром над Таджикистаном, которая также не способствует образованию облачности. Даже холодные фронтальные разделы часто не влекут за собой облачного покрова. Преобладающей формой облаков также, как и зимой, являются высоко кучевые при некотором увеличении повторяемости по сравнению с зимой облаков вертикального развития, развивающихся преимущественно на холодных фронтах. С поднятием в горы количество облачности несколько возрастает, что особенно заметно с высоты 2000 м и более. [2]

Изолинии повторяемости пасмурного состояния неба в июле в среднем имеют меридиональное направление. На карте повторяемости пасмурного неба по общей облачности в июле наибольшая повторяемость пасмурного неба отмечается на крайнем юго-западе Туркмении (Гасан-Кули, Кизил-Атрек) и на побережье Каспия, где она составляет 20-30%.

На увеличение облачности в этом районе сказывается влияние западных потоков влажного воздуха со Средиземного и Каспийского морей и

близость горных хребтов, вызывающих вынужденное восхождение воздуха и неравномерность нагрева почвы.

С продвижением в глубь континента в центральных Каракумах повторяемость пасмурного неба уменьшается до 10-15%, а над Юго-Восточными Каракумами она составляет, а в июле всего лишь 2-4%. Следовательно, в районах, удаленных на значительное расстояние от моря, при смещении воздушных масс по просторам обширных пустынь воздух настолько иссушается, что влаги для образования облачности становится недостаточно и небо практически все лето безоблачно.

На распределение облачности в горах и предгорьях значительное влияние оказывает направление ветра. Например, станция Небит-Даг расположена в предгорьях хребта Б.Балхан с южной стороны и подвержена воздействию теплых, относительно сухих воздушных масс. Повторяемость пасмурного неба в Небит-Даге в январе на 25% меньше, чем в Ашхабаде, подверженном беспрепятственному вторжению холодных воздушных масс. Влияние рельефа на образование и распределение нижней облачности сказывается в большей степени, чем на распределение общей.

Зимой над Туркменией преобладает континентальный туранский воздух. В зоне Копетдагского хребта на высотах 1500 м и более преобладает юго-западный перенос воздуха. Так как в зимнее время вершины хребта находятся выше уровня конденсации, то и облачность здесь в это время меньше, чем на более низких высотах.

Наибольшее количество нижней облачности наблюдается на северо-западе, над побережьем Каспийского моря, где повторяемость пасмурного неба достигает в январе 40-50%. Несколько меньше (40-45%) повторяемость нижней облачности в предгорьях Копетдага, по склонам которого воздух вынужденно поднимается вверх, способствуя образованию облачности.

В Заунгузских Каракумах в связи с большим влиянием юго-западной периферии антициклона повторяемость пасмурного неба зимой невелика и составляет в январе 30-40%, а в Юго-Восточных Каракумах еще меньше-25-

35%. Наименьшая повторяемость пасмурного неба по нижней облачности зимой приходится на туркменские субтропики, где она достигает в январе 20-25%. Этот район отличается наиболее высокими температурами воздуха зимой, так как он защищен от вторжений холодного воздуха отрогами Копетдага-хребтами Б. Балхана и М. Балхана, вследствие чего арктический воздух, как правило, сюда не попадает. [1]

Кроме того, при выходе южно-каспийских циклонов здесь продолжительное время циркулирует тропический иранский воздух, отличающийся высокими температурами и большой сухостью даже в зимнее время.

Некоторое увеличение (на 3-6%) повторяемости пасмурного неба в этом районе наблюдается в береговой зоне Каспийского моря, но эта зона очень узка и уже на расстоянии 50 км от берега повторяемость достигает минимальных значений. Наветренные склоны гор по отношению к северо-западным и северным ветрам характеризуются повышенной по сравнению с подветренными склонами. Таковы, например, Кизил-Арват, Бахарден, Ашхабад. Наоборот, в районах, находящихся в орографической тени по отношению к северо-западным, северным ветрам, повторяемость пасмурного неба по нижней облачности резко уменьшается. К таким районам следует отнести район Гаудана, Сайвана, Кара-Кала, Небит-Дага и др.

В теплый период год распределение повторяемости нижней облачности в общих чертах похоже на распределение повторяемости общей, но по величине значительно меньше. Так, наибольшая повторяемость наблюдается на крайнем юго-западе и равна в июле всего лишь 10-15%. По мере продвижения на север по побережью Каспия, в Заунгузских и Центральных Каракумах, пасмурность убывает до 2-8%, а в Юго-Восточных Каракумах даже до практически полного отсутствия облаков нижнего яруса. В горах Копетдага с увеличением высоты наблюдается некоторое увеличение повторяемости пасмурного неба (6-8%) по сравнению с предгорьями, где его повторяемость летом невелика и составляет всего 1-4%.

Как для общей, так и для нижней облачности круглый год характерна небольшая повторяемость полу ясного неба. Особенно мала она по нижней облачности. Так, повторяемость полу ясного неба по общей облачности в переходные периоды (апрель, май, ноябрь) на равнинной территории составляет 15-20%, в горах и предгорьях 15-25%, уменьшаясь в остальное время года до 5-15% на равнинах, 8-18%- в горах и предгорьях Копетдага и до 10-20% на побережья Каспия.

Повторяемость полу ясного неба по нижней облачности в переходные периоды (апрель, май, ноябрь) в Каракумах пустынях составляет 5-10%, в предгорьях Копетдага-10-15%, уменьшаясь в остальной период года до 1-7% в Каракумах, до 5-10%- в предгорьях Копетдага и несколько больше (5-15%) в горах.

На побережье Каспийского моря наибольшая повторяемость полуясного неба по нижней облачности наблюдается зимой, с ноября по март, и составляет 6-10%, а в теплый период, с апреля по октябрь- всего лишь 4-6%. На крайнем юго-западе, в Гасан-Кули, Кизыл-Атреке, полуясное небо наблюдается чаще всего летом, с мая по август, и составляет 10-20%; с октября по апрель его повторяемость уменьшается до 5-10%.

Годовой ход пасмурного неба по общей облачности в основном имеет вид одновершинной кривой с максимумом в январе и минимумом в августе. Южнее примерно 40-й параллели появляется еще один максимум- в марте, который можно объяснить наиболее интенсивной и продолжительной циклоничностью в этих широтах весной (март, апрель).

В соответствии с более высокими температурами в Юго-Восточных Каракумах основной минимум в годовом ходе повторяемости пасмурного неба более продолжителен, чем на севере Туркмении, и длится с июля по сентябрь, когда облачность практически отсутствует.

Амплитуда годового хода пасмурного неба наиболее резко выражена на юго-востоке Туркмении и постепенно затухает к побережью Каспийского моря. Наименьшая амплитуда наблюдается в горах и на юго-западе

рассматриваемой территории. Годовой ход повторяемости ясного неба является почти зеркальным отражением годового хода пасмурного неба. Амплитуда годового хода повторяемости ясного неба по величине очень близка к амплитуде повторяемости пасмурного неба.

Годовой ход пасмурного неба по нижней облачности в основном аналогичен годовому ходу пасмурного неба по общей облачности.

Максимум наблюдается в январе (на севере Туркмении в декабре), а минимум-летом, с июня по август. На юге рассматриваемой территории, примерно южнее 38-39-й параллели наблюдается также второй мартовский максимум, распространенный на несколько меньшую территорию, чем по общей облачности. [2]

Кроме годового хода, облачность имеет также и суточные колебания. В холодное полугодие ад территорией Туркмении максимальная повторяемость пасмурного неба наблюдается в утренние и дневные часы, наименьшая-в ночные, лишь в горах Копетдага максимум приходится на дневные часы, а минимум на полночь (1 час).

В теплый период года в предгорьях Копетдага и над Юго-Восточными Каракумами наибольшая облачность наблюдается в утренние и вечерние часы, а минимальная-ночью (1 час) и днем (13 час).

На побережье Каспия максимум облачности отмечается в утренние часы, а минимум –в первую половину ночи. В горах Копетдага максимум облачности летом сдвигается на вечерние часы, а минимум на ночные. В долинах южных склонов Копетдага наибольшая облачность наблюдается в утренние часы, а минимальная-ночью и в дневные часы (ст. Ходжа-Кала и Кара-Кала). Минимум облачности в дневные часы летом можно объяснить значительным повышением уровня конденсации при большой сухости в этот период суток.

Распределение средней облачности также тесно связано с физико-географическими особенностями местности (близость моря, ориентировка

склонов по отношению к влагонесущим ветрам, высота места). Наибольшая общая средняя облачность наблюдается на побережье Каспийского моря.

На севере Каспия она составляет в январе 6.9 балла (ст. Кара-Богаз-Гол), уменьшаясь до 6.0 баллов в центральной части побережья. Летняя средняя облачность в Туркмении значительно уменьшается. Так в июле она изменяется от 3.0 на севере побережья до 2.8 в центральной части побережья. Наибольшие значения среднего годового количества облаков отмечаются на севере территории (4.5—4.8 балла), а также в предгорьях и горах Копетдага (4.3—4.7 балла), наименьшие значения в Юго-Восточных Каракумах (2.8—3.7 балла).

Средняя годовая нижняя облачность изменяется от 2.4 балла в северной части побережья до 1.1 в Юго-Восточных Каракумах. В годовом ходе как общей, так и нижней средней облачности отмечается в основном один максимум и один минимум. На равнинной территории, на побережье Каспия и предгорьях Копетдага наибольшие значения отмечаются в холодное время года, наименьшие — летом, в июле — августе. На высокогорных плато, в долинах и предгорьях хребта Парапамиз, на юге Каспия наибольшие значения наблюдаются весной, в марте — апреле, наименьшие — Осенью, в сентябре. Лишь на юго-западе отмечается два максимума средней облачности — основной в марте — апреле и вторичный в июле. Наименьшая средняя облачность здесь отмечается осенью, в октябре — ноябре, а также в июне. Число пасмурных дней существенно дополняет данные о повторяемости ясного, полу ясного и пасмурного неба, так как оно дает возможность судить в какой-то мере об устойчивости в течение суток того или иного состояния неба. Представление об устойчивости ясной или пасмурной погоды для общей или нижней облачности можно получить при помощи соотношения, где  $K_n$  и  $K_p$  — коэффициент устойчивости ясной или пасмурной погоды (в %),  $P(0—2)$  и  $L(8—ю)$  — повторяемость ясного или пасмурного неба (в %),  $n_j$  и  $n_p$  — число ясных и пасмурных дней (в %).

Число ясных и пасмурных дней приводится в процентах от числа всех дней в месяце для сравнимости с повторяемостью отметок облачности, также выраженной в процентах от общего числа наблюдений в данном месяце. Умножив отношения на 100, получим коэффициенты устойчивости в процентах.

На всей территории Туркмении ясная погода очень устойчива в течение всего года, а в пустынях с мая по сентябрь пасмурной погоды вообще не бывает. Даже в горах в холодную половину года устойчивость пасмурной погоды значительно меньше устойчивости ясной погоды. На рассматриваемой территории годовое число пасмурных дней по общей облачности колеблется от 45 до 80. Наиболее пасмурными являются побережье Каспийского моря и предгорья. Наименьшее годовое число пасмурных дней отмечается в восточной части Туркмении, в глубине континента и вдали от гор рисунок 1.1.

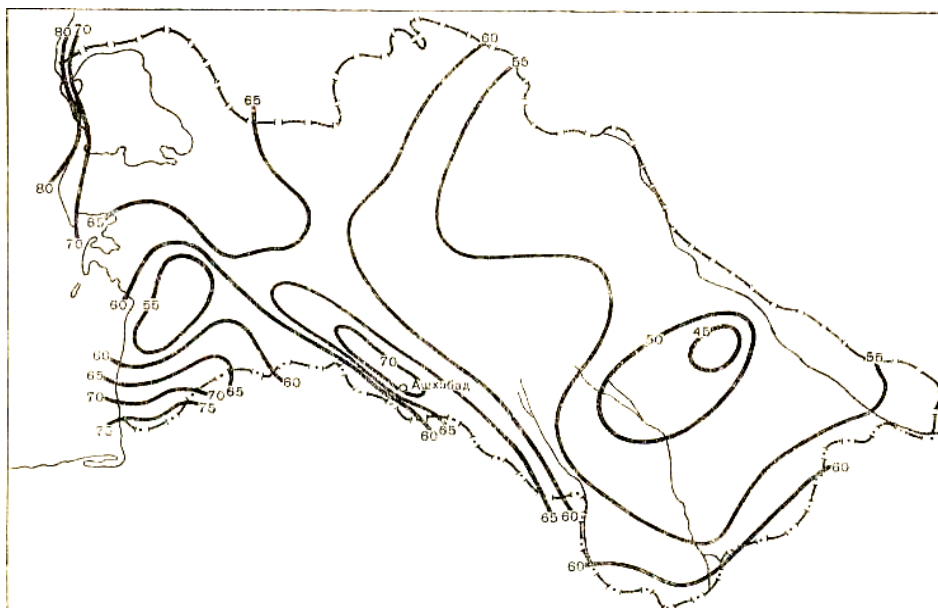


Рисунок 1.1 - Число пасмурных дней по общей облачности. Год

Годовое число ясных дней в Юго-Восточных Каракумах составляет 166-185, уменьшаясь в Заунгузских Каракумах до 122-132 дней.

На побережье Каспия их бывает от 112 в центральной части до 100 дней на северном и южном побережье (Кара-Богаз-Гол, Гасан-Кули).

В годовом ходе числа пасмурных дней по общей облачности в Юго-Восточных Каракумах наблюдается два максимума—в марте и январе, а минимум — с июля по сентябрь, вторичный минимум, незначительный— в феврале. Подобный ход сохраняется и в Центральных Каракумах и в предгорьях Копетдага. Разница лишь в том, что мартовский максимум здесь менее глубокий, чем январский. В горах Копетдага наибольшее число пасмурных дней отмечается в марте, а наименьшее в конце лета, в августе — сентябре. Интересен годовой ход числа пасмурных дней по общей облачности на Каспийском побережье.

В его средней части отмечается три максимума в году: в январе, марте и третий, менее значительный, в июле. Соответственно наблюдается и три минимума: в августе, июне и феврале. В южной части побережья (Гасан-Кули и Кизыл-Атрек) наблюдается два максимума: основной в марте — апреле и вторичный в июле.

Минимумы числа пасмурных дней здесь отмечаются в августе и июне. Лишь над северной частью побережья Каспия (Бекдаш) наблюдается один максимум в январе и один минимум числа пасмурных дней в августе

рисунок 2.1

Годовой ход числа ясных дней противоположен годовому ходу пасмурных. В пустынях Каракумов наибольшее число ясных дней отмечается в августе и феврале, наименьшее — в январе и в марте. На возвышенностях Карабиль, Бадхыз и в восточных предгорьях Копетдага отмечается один максимум в августе и один минимум в марте.

В западных предгорьях Копетдага максимум числа ясных дней также отмечается в августе, а минимум сдвигается на январь.



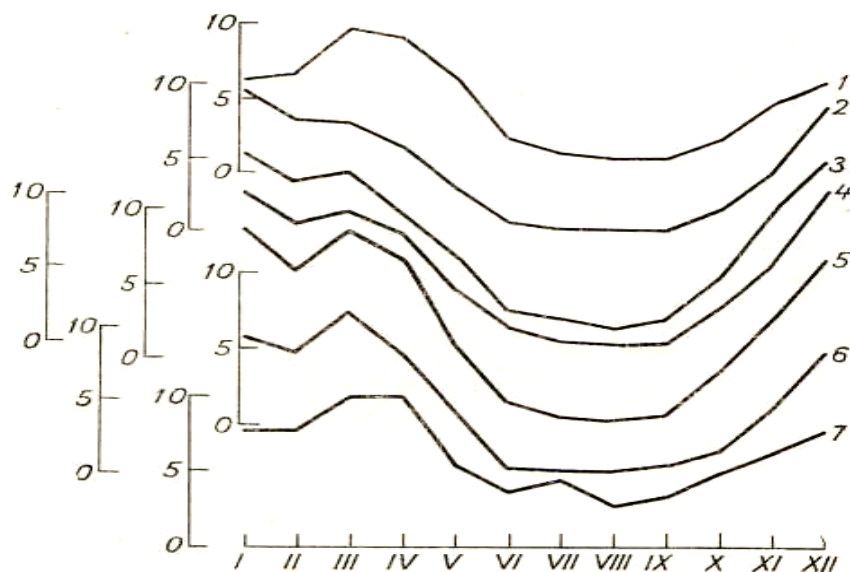


Рисунок 2.1- Годовой ход числа пасмурных дней по общей облачности.  
 1 — Хейрабад, 2 — Ташауз, 3 — Кара-Богаз-Гол, 4 — Кизыл- Арват, 5 —  
 Ашхабад, Кеши, 6 — Иолотань, 7 — Гасан-Кули.:

В горах Копетдага наибольшее число ясных дней наблюдается в июле, наименьшее - в марте, а с увеличением высоты до 1500 м и более минимум сдвигается на апрель.

На Каспийском побережье, севернее ст. Куули-Маяк, наибольшее число ясных дней наблюдается в августе, наименьшее — в январе; южнее ст. Куули-Маяк на побережье Каспия максимум отмечается в сентябре, а минимум в марте.

Число ясных и пасмурных дней по нижней облачности имеет почти аналогичное распределение.

Наибольшее годовое число пасмурных дней отмечается в предгорьях Копетдага и на побережье Каспия (25-40 дней), а наименьшее - на юго-западе (Бугдайли, Молла-Кара) и на юго-востоке (Байрам-Али, Иолотань), где эта величина достигает всего лишь 10-12 дней в год.

Наибольшее годовое число ясных дней по нижней облачности наблюдается в Юго-Восточных Каракумах (Байрам-Али, Серахс, Керки) и достигает 285-290 дней, а наименьшее — на крайнем юго-западе, в районе Гасан-Кули и на

северо-западе в районе Кара-Богаз-Гола (190-200 дней). [1]

В годовом ходе наибольшее число пасмурных дней по нижней облачности севернее линии Куули-Маяк - Бохордок-Дарган-Ата наблюдается в январе, южнее этой линии — в январе и в марте, а в туркменских субтропиках в марте - апреле. В горах Копетдага отмечается четко выраженный максимум в марте. Наименьшее число пасмурных дней почти повсеместно наблюдается летом — в августе, сентябре, лишь в Юго-Восточных Каракумах и в восточной части предгорий Копетдага, кроме августа, отмечается и вторичный минимум в феврале.

Годовой ход числа ясных дней противоположен годовому ходу числа пасмурных дней.

Наибольшее число ясных дней на большей части территории наблюдается в августе, за исключением юго-западных районов (Небит-Даг, Гасан-Кули), где отмечается два максимума: основной в августе — сентябре (в Кизыл-Атреке он сдвигается на октябрь), вторичный — в мае — июне.

Меньше всего ясных дней почти повсеместно наблюдается в январе. Лишь в горах Копетдага выше 1000 м минимум сдвинут на апрель, а на высотах 1000 м и ниже — на март.

Интересен годовой ход числа ясных дней по нижней облачности в туркменских субтропиках, где основной минимум приходится на март, а вторичный — на июль. В Юго-Восточных Каракумах меньше всего ясных дней наблюдается в феврале, а на Карабильской возвышенности — в феврале — марте.

Формы облаков в зависимости от времени года несколько различаются, но преобладающими круглый год являются высококучевые и перистые облака, что можно объяснить довольно частой адвекцией тепла на больших высотах и прохождением размытых фронтов, а также высоким уровнем конденсации водяного пара над территорией Туркмении. В холодный период, как и в другие периоды года, преобладают высококучевые и перистые облака, но замечается некоторое увеличение повторяемости облаков

слоистых форм по сравнению с теплым периодом, а весной — увеличение повторяемости облаков вертикального развития в связи с тем, что воздух в этот период еще хорошо увлажнен и поступает достаточное количество солнечной радиации, способствующей вертикальным перемещениям воздуха. С прогревом воздуха в летний период облака слоистых форм практически совершенно не наблюдаются, а преобладающей формой являются перистые облака при несколько меньшей повторяемости облаков высоко-кучевых форм рисунок 3.1.

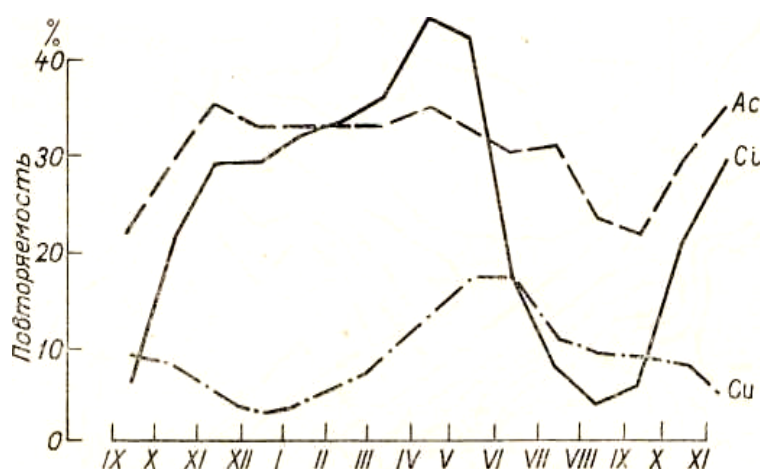


Рисунок 3.1-Повторяемость облаков высоко-кучевых, перистых и кучевых форм (процент от общего числа отметок облачности) ст. Ашхабад, Кеши.

Повторяемость различных градаций нижней облачности при одних и тех же градациях общей облачности, как правило, сильно варьирует в зависимости от района. Однако обычно при общей облачности 3—7 баллов наиболее часто наблюдается повторяемость 0—2 балла нижней облачности; при общей облачности 8—10 баллов зимой преобладает повторяемость отметок нижней облачности 8—10 баллов, а летом — 0—2 балла, за исключением гор Копетдага и крайнего юго-запада Туркмении, где в течение всего года при 8—10 баллах общей облачности преобладает повторяемость отметок нижней облачности 8—10 баллов. Из других соотношений часто наблюдается преобладание отметок 0—2 балла как по общей, так и по нижней облачности.

## 2. Особенности погодных условий Туркменистана.

### 2.1 Оценка явлений погоды в Туркменистане. Туман.

Туманом называется скопление в воздухе очень мелких, неразличимых глазом капелек воды в таком количестве, при котором в воздухе ощущается сырость, а горизонтальная видимость становится меньше 1 км.

Большое количество различных типов туманов можно свести к трем основным видам: радиационные, возникающие в результате местного выхолаживания воздуха в ночные часы, адвективные, представляющие собой результат переноса воздуха с определенными значениями температуры и влажности из одних областей в другие, смешанные, или адвективно-радиационные. Остальные виды туманов, по существу, являются частными случаями основных. Таковы, например, различные разновидности радиационных туманов, характер которых главным образом зависит от степени охлаждения и значений влажности воздуха.

Частными случаями адвективных туманов являются туманы испарения (парения), возникающие над водоемами в результате притока холодного воздуха с берега, и береговые туманы, являющиеся следствием переноса влажного воздуха с водной поверхности и охлаждения его на побережье. Известным стимулом образования туманов является наличие большого числа ядер конденсации в городах, поэтому выделяются городские туманы.

Выделяют еще орографические, фронтальные и другие туманы, которые, как и городские, всегда относятся к одному из основных видов.

На метеорологических станциях отмечаются туманы при горизонтальной видимости менее 1 км с подразделением на влажные сплошные и при просвечивающем небе, ледяные сплошные и просвечивающие, туманы испарения и поземные. Тип тумана — адвективный или радиационный не указывается.

Сплошным называется туман, при котором наблюдатель, находясь в

тумане, не видит неба. При просвечивающем тумане над наблюдателем, находящемся в тумане, просвечивает небо или видны облака.

Поземным называется туман, располагающийся невысоким слоем преимущественно над низкими местами и над водой. Высота поземного тумана может достигать 2 м. Поземные туманы возникают главным образом в ясную погоду в течение ночи и обычно рассеиваются после восхода солнца. В Справочнике приводятся данные о влажных туманах сплошных и при просвечивающем небе, а также о туманах испарения, если они возникают на станции или выносятся туда ветром. Поземные туманы не учитывались.

Распределение туманов на территории Туркмении зависит от физико-географических условий и особенностей атмосферной циркуляции.

Самые неблагоприятные условия для образования туманов складываются в Центральных и Юго-Восточных Каракумах, в местах, удаленных от водных артерий (Бохордок, Ербент, Репетек, Серахс), а также в районах с повышенными скоростями ветра северо-восточных и восточных направлений, когда приходящий из пустынь сухой воздух не способствует образованию туманов. Таковы, например, Айдин, Кизыл-Куп, Небит-Даг, где в год наблюдается всего 6—7 дней с туманом. Меньше всего туманов наблюдается на юго-западе, в долине р. Сумбар, открытой лишь с юго-запада для теплых и чаще сухих воздушных масс (ст. Кара-Кала 5 дней в году). Довольно благоприятные условия для образования туманов на рассматриваемой территории (20—30 дней в году) создаются на побережье Каспийского моря, где повышено влагосодержание воздуха.

Максимальное число дней с туманом (60 дней) отмечается в высокогорье Копетдага, в зоне образования облачности, на высотах 1500 м и более; в горах на высотах 1000 м и менее и в предгорьях Копетдага образованию тумана способствует восхождение воздуха по склонам гор, поэтому здесь число туманов значительно больше, чем на равнинах и в глубине континента, и достигает 20—30 дней в году. Особенно значительно число туманов в ущельях, узких долинах, открытых для затока холодного воздуха, как,

например, Фирюзинское ущелье, где наблюдается до 45 дней с туманом в год.

В сухом климате Туркмении влажные туманы свойственны лишь холодному периоду. В теплое полугодие, с апреля по октябрь, образование туманов маловероятно, за исключением возможных в отдельные годы длительных ненастных периодов в конце весны и осенью, когда туманы могут возникать при холодных вторжениях.

В предгорьях Копетдага, на возвышенностях Бадхыз и Карабиль, в Юго-Восточных Каракумах годовой ход туманов однотипен с ходом в предыдущем районе с той лишь разницей, что максимум здесь наблюдается не только в январе, но и в декабре. Максимальное число дней с туманом в предгорьях Копетдага несколько больше (6-8 дней), а на юго-востоке, наоборот, несколько меньше (2-4 дня), чем в Центральных и Заунгузских Каракумах.

В горах Копетдага на высотах 1000 м и более максимальное число дней с туманом смещается на март и составляет от 4 до 12 дней, а минимум - на июль — август, когда число дней с туманом не более одного

рисунк 1.2

Наиболее сложный и разнообразный годовой ход туманов на побережье Каспийского моря. Если в северной половине побережья максимальное число дней с туманом наблюдается летом, в июне, и составляет 4—5 дней, а минимум зимой, в декабре, и составляет около 1 дня, то в южной половине побережья Каспия

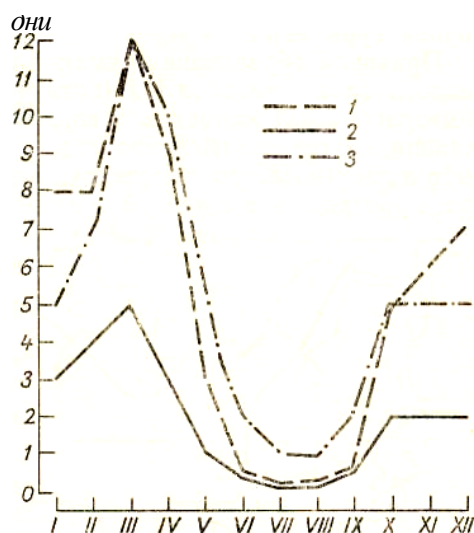


Рисунок 1.2 Годовой ход туманов в горах.  
1 — Гаудан, 2 — Сайван, 3 — Хейрабад.

наблюдается прямо противоположный годовой ход — максимум в декабре (4-6 дней) и минимум в июне — июле, когда туман наблюдается один раз в

десять лет или совсем не наблюдается. На рисунке 1.2 можно видеть, насколько разнообразен годовой ход туманов на побережье Каспия.

Над пустынями Туркмении и в предгорьях Копетдага наибольшее число дней с туманом наблюдается в холодный период и составляет в Заунгузских и Центральных Каракумах 7-15 дней, уменьшаясь в Юго-Восточных Каракумах до 5 дней. В предгорьях Копетдага в это время бывает 12-18 дней с туманом.

В горах Копетдага число дней с туманом за холодный период достигает 25-45, что является максимальным числом дней во всей Туркмении.

В северной половине побережья Каспия (на участке Куули- Маяк Бекдаш) туманы в холодный период довольно редки и составляют всего 5-7 дней, в теплый период они наблюдаются значительно чаще (15-20 дней). В южной половине побережья Каспия за холодный период наблюдается 11-12 дней с туманом, а за теплый период 3-8 дней.

Туманы в пустынях Каракумов в теплый период (с апреля по сентябрь) явление довольно редкое, а с июня по сентябрь они вообще не наблюдаются. Лишь в горах Копетдага на высотах более 1000 м число дней с туманом за теплый период достигает 15—20.[3]

На рассматриваемой территории наблюдаются в основном адвективно-радиационные, радиационные, адвективные и реже фронтальные туманы и туманы парения. Последние наблюдаются в холодный период в северной половине побережья Каспия, а также над равнинные территории Туркмении.

Причиной образования туманов в этом случае является не адвекция теплого влажного воздуха (хотя такие туманы здесь тоже бывают), а медленное натекание холодного воздуха, часто арктического происхождения, на теплую и сильно увлажненную предшествующими дождями, либо тающим снегом подстилающую поверхность. Интенсивное испарение, происходящее с теплой и влажной поверхности, приводит к увеличению влагосодержанию приземного слоя воздуха, в то же время адвекция холодного воздуха способствует быстрой конденсации водяного пара и

образованию туманов (если влагосодержание воздуха превышает 4-6 г/м<sup>3</sup>)

Туманы в Туркмении образуются при следующих синоптических ситуациях.

а). Внутримассовые радиационные туманы в условиях ясной и тихой погоды при юго-западной периферии антициклона возникают в ночные и утренние часы в холодные месяцы года.

б). Радиационные туманы образуются при северных холодных вторжениях, когда происходит медленное натекание арктическое воздуха.

в). После выпадения осадков в тылу или в центре циклона; в последнем случае туман бывает на фронтах окклюзий и, достигая большой высоты, переходит в слоистые слоистые-кучевые облака с морозящими осадками.

г). При волновых возмущениях, охватывающих южную окраину и предгорья Средней Азии. Обильные и продолжительные осадки при этом приводят к интенсивному увлажнению поверхности почвы, способствующему быстрому образованию тумана.

д). Кратковременные, продолжительностью 4-6 час., туманы холодного фронта. [4]

Годовой ход продолжительности туманов в значительной степени похож на годовой ход наибольшего числа дней с туманом. Так наибольшая продолжительность туманов в пустынях Каракумов, в предгорьях Копетдага отмечается почти всюду в январе достигает в Заунгузских и Центральных Каракумах 20-30 час. в месяц, в Юго-Восточных Каракумах -15-20 час., а в предгорьях Копетдага-45 час. В северной половине побережья Каспия наибольшая продолжительность тумана отмечается в апреле –июне и достигает 20-25 час., в южной -68 час. (ст. Гасан-Кули).

В горах на высоте 2000м и выше наибольшая продолжительность тумана (ст.Хейрабад-78 час.) наблюдается в апреле. Наименьшая продолжительность тумана в пустынях Каракумов отмечается летом. В северной половине побережья Каспия наименьшая продолжительность туманов (2-4 часа) отмечается в январе, в южной половине- в июле, когда она



составляет всего 0,1 часа. Летний максимум продолжительности туманов на побережье Каспия на участке Куули-Маяк-Бекдаш можно объяснить адвекцией холодного влажного воздуха с моря, с последующим радиационным выхолаживанием в ночные часы, способствующим образованию тумана. Для примера помещаем розу ветров станции Бекдаш и Гасан-Кули, а также таблицу продолжительности туманов по градациям за сутки. В зимний период продолжительность туманов на севере сравнительно невелика, так как воздух смещается с суши (осадков здесь выпадает около 75-85 мм в год) на море (муссонный тип циркуляции). На южную половину побережья Каспийского моря зимой воздух смещается вдоль береговой линии, и туманы парения вблизи берега в этот период довольно частое явление. Летом здесь в связи с высокими температурами воздуха даже адвекция с моря не влечет за собой частого образования туманов.

Наибольшая продолжительность туманов в году наблюдается в горах Копетдага, где на высотах 2000 м и более она составляет 341 час в год. Значительна продолжительность туманов также на севере побережья Каспия (Бекдаш) и в предгорьях Копетдага (100-125 час.). В Юго-Восточных Каракумах наблюдается наименьшая на рассматриваемой территории продолжительность туманов- всего лишь 40-50 час. в год.

В связи с тем, что в пустынях Каракумов почти все туманы наблюдаются в холодный период года, продолжительность их за этот период фактически равна общей продолжительности туманов за год. На севере побережья Каспия продолжительность туманов за теплый период в 2—4 раза превышает их продолжительность за холодный период. В высокогорье Копетдага продолжительность туманов в зоне развития облаков за холодный период несколько больше, чем за теплый период.

Наибольшая продолжительность туманов в пустынях Каракумов и предгорьях Копетдага наблюдается в период с 6 до 12 час и несколько меньше в период с 24 до 6 час. утра.

На побережье Каспийского моря наибольшая продолжительность

туманов отмечается в период с 24 до 6 час. [5]

В зимнее время (декабрь, январь) в пустынях Каракумов туманы чаще всего возникают около 1 часа ночи и рассеиваются в 10—11 час. утра, летом здесь туманов не бывает. Максимальная продолжительность непрерывного тумана в период 1951—1965 гг. отмечена: на ст. Ташауз — 24.5 часа (19 января 1959 г.), на ст. Дарваза — 28 час. (15—16 января 1957 г.), на ст. Байрам-Али — 18.5 часа (10 декабря 1954 г.). На ст. Ашхабад, пригород (предгорья Копетдага) заметно значительное увеличение продолжительности одного тумана. Максимум здесь составляет 42 часа (2 и 3 декабря 1957 г.), в Кушке-14 час. (2 декабря 1954 г.)

На побережье Каспия и в предгорьях Копетдага туманы возникают обычно несколько раньше — в среднем в 20 час. вечера и рассеиваются в 9-10 утра. Летом на юге побережья Каспия туманы чаще всего возникают в период с 4 до 7 час. (ст. Гасан-Кули), а зимой с 22 до 7 час утра.

Особенно неблагоприятные условия для образования туманов складываются в Центральных и Юго-Восточных Каракумах в местах, удаленных от водных артерий (Бохордок, Ербент, Репетек, Серахт), а также в районах с повышенными скоростями ветра северо-восточных и восточных направлений, когда приходящий из пустынь сухой воздух не способствует образованию туманов. Таковы, например, Айдин, Кизыл-Куп, Небит-Даг, где наблюдается всего 6—7 дней с туманом в год. Меньше всего туманов наблюдается на юго-западе, в долине р. Сумбар, открытой лишь с юго-запада для теплых и чаще всего сухих воздушных масс (ст. Кара-Кала — 5 дней в году). В горных долинах и ущельях, открытых для затока холодных воздушных масс (Ходжа-Кала, Сайван, Фирюза) число дней с туманом больше в 2—3 раза по сравнению с равнинной территорией. Довольно благоприятные условия для туманов на рассматриваемой территории создаются на побережье Каспийского моря, являющемся источником влажного воздуха (20—30 дней в год). Максимальное число дней с туманом (60 дней) отмечается в высокогорье Копетдага, в зоне образования

облачности, на высотах 1500 м и более. В горах на высотах 1000 м и ниже и в предгорьях Копетдага, где образованию тумана способствует вынужденное восхождение воздуха по склонам гор, число туманов значительно больше, чем на равнинах, в глубине континента, и достигает 20-30 дней. [6]

В сухом климате Туркмении влажные туманы свойственны лишь холодному периоду. В теплое полугодие, с апреля по октябрь, образование туманов маловероятно, за исключением возможных в отдельные годы длительных ненастных периодов в конце весны и осенью, когда туманы [возникают в ряде случаев при холодных вторжениях. Обратный годовой ход числа дней с туманом с максимумом в летние месяцы имеет место только на ограниченных участках побережья Каспийского моря (Куули-Маяк—Бекдаш).

## 2.2. Метели

Метели наносят большой ущерб народному хозяйству. Особенно вредны они для железнодорожного транспорта и автотранспорта, образуя большие снежные заносы на линиях железных дорог и на проезжей части дорог, нарушая движение транспорта. В районах отгонного животноводства метели часто нарушают нормальный выпас скота, а если метели сопровождаются низкими отрицательными температурами, то они нередко обуславливают часто простудные заболевания скота и отход поголовья, особенно в период окота овец. Метели обычно возникают при прохождении южно-каспийских и мургабских циклонов, когда они сопровождаются тыловыми вторжениями холодного прежнего арктического воздуха. Именно в этих случаях создаются условия для образования особенно больших барических и температурных градиентов в тыловой части циклонов, а, следовательно, и для возникновения сильных ветров с выпадением снега. Метели в отдельных случаях бывают также во время прохождения холодных фронтов при северо-западных вторжениях. Поземки в отличие от общих ме-

телей, сопровождающихся снегопадами при прохождении циклонов и фронтальных разделов, чаще наблюдаются в передней части антициклонов.

На метелевую деятельность большое влияние оказывают местные условия, особенно защищенность пункта. В целом на территории Туркмении наблюдается очень незначительное число дней с метелью, а также с позёмкам, в связи с тем, что, во-первых, в зимний период здесь наблюдаются довольно высокие температуры, во-вторых, очень редко выпадает снег, а если и выпадает, то быстро тает, покрывая поверхность земли всего лишь на несколько дней (на 1-2, реже на 7-10 дней). Так, на рассматриваемой территории на равнине среднее число дней с метелью не превышает 0.3 дня за зиму. Несколько интенсивнее и продолжительнее метели бывают на открытом побережье залива Кара-Богаз-Гол, где чаще всего дуют сильные ветры. Число дней с метелью за зиму здесь достигает 1—2.5. В предгорьях Копетдага, на участке Кизыл-Арват—Казанджик и на северо-западе Туркмении число дней с метелью за зиму также относительно увеличено и достигает 1—2. Наибольшее число дней с метелью в Туркмении наблюдается в горах, на открытых склонах, на высоте 2000 м и более, и достигает 17 дней за зиму (ст. Хейрабад). В то же время на несколько меньшей высоте в закрытой долине число дней с метелью достигает всего лишь 0.2 дня за зиму, т. е. практически метелей там не бывает (ст. Гаудан). Наибольшее число дней с метелью наблюдается в январе и феврале, несколько меньше их в декабре и марте. В ноябре они бывают лишь на побережье Каспия, на севере территории, но не ежегодно, а в октябре и апреле только в Хейрабаде, причем тоже не ежегодно. [7]

В отдельные годы число дней с метелью может отклоняться от средней многолетней величины. Некоторое представление о возможных колебаниях числа дней с метелью могут дать наибольшее и наименьшее число дней с метелью по станциям, расположенным в разных частях территории за 30-летний период наблюдений таблица 2.2.

Как видно из таблицы 2.2, эти отклонения невелики, что

подтверждается также таблицей повторяемости различного числа дней с метелью в отдельные годы.

***Наибольшее и наименьшее число дней с метелью за 30-летний период.***

Число дней с метелью	X	XI	XII	I	II	III	IV	Сумма за зиму
Ташауз								
Наибольшее			1	2	1			2
Наименьшее			0	0	0			0
Бекдаш								
Наибольшее		2	4	6	3	1		7
Наименьшее		0	0	0	0	0		0
Кизыл-Арват								
Наибольшее			2	2	2	5		5
Наименьшее			0	0	0	0		0
Хейрабад								
Наибольшее	1	3	10	12	11	10	5	34
Наименьшее	0	0	0	0	1	0	0	1

На территории Туркмении, за исключением высокогорных районов, метели- чрезвычайно редкое явление. На большей части равнинной территории повторяемость метелей невелика. Так, в январе, в самом «метелевом» месяце, они наблюдаются в большинстве районов один раз за 10 лет, а в ряде мест метелей вообще не бывает. В местах, где метели наблюдаются, наиболее вероятное их число менее 5 дней в году. Более пяти дней с метелью в году наблюдается лишь на очень ограниченных территориях (Кургузул, Казанджик), причем вероятность их составляет лишь около 10%.

Большой практический интерес представляет продолжительность метелей.

На данной территории общая продолжительность метелей за год составляет в среднем в Центральных, Заунгузских Каракумах 1—3 часа, а в

Юго-Восточных Каракумах всего лишь около получаса, увеличиваясь на Карабильской возвышенности до 1 часа. На побережье Каспийского моря и в местах, где есть условия для орографического усиления ветра, продолжительность метелей за год несколько больше и возрастает до 5—8 час. В горах, на высотах 2000 м и более, на открытых склонах продолжительность метелей резко возрастает и составляет 142 часа за год. Средняя продолжительность метели в день с метелью в большинстве случаев составляет 3—6 час., увеличиваясь в предгорьях Копетдага и в Хейрабаде до 6—8 час. В годовом ходе наибольшая продолжительность метелей, также как и число дней с метелью, наблюдается в январе и феврале. [5]

Практически важным является также направление и скорость ветра при метелях. Под влиянием орографии местности направление преобладающего при метелях ветра в отдельных пунктах может несколько отклоняться от характерного для района направления. Так, в пересеченном рельефе увеличивается повторяемость ветров, направленных вдоль долины, а на побережьях она зависит от направления береговой черты.

Почти на всей рассматриваемой территории метели чаще всего отмечаются при северо-западных и северных ветрах. Лишь в Заунгузских Каракумах и в Хейрабаде метели наблюдаются при юго-западных и южных ветрах. В предгорьях Копетдага, на участке Айдин — Кизыл- Арват, метели отмечаются при восточных ветрах. В качестве примера приводятся розы ветра при метелях для отдельных пунктов рисунок 3.2.

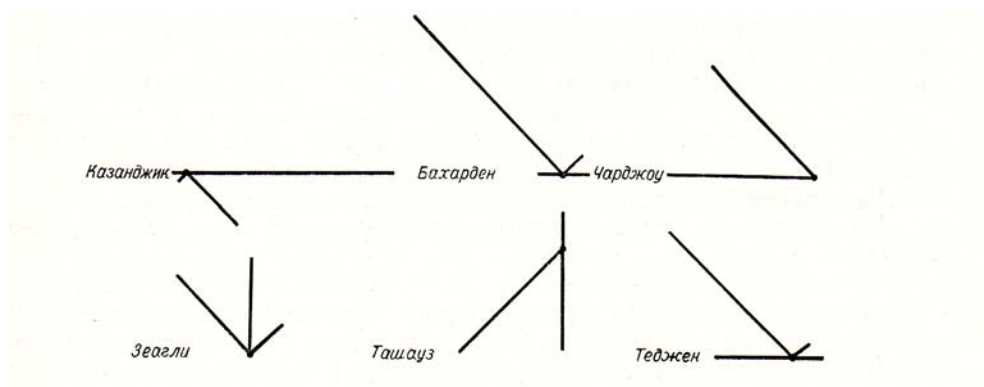


Рисунок 3.2 - Повторяемость направления ветра при метелях

На большей части территории Туркмении в 40—80% всех случаев метели отмечаются при скоростях ветра 6—9 м/сек, в 30—65% при скоростях 10—13 м/сек, в 20—50% —при скоростях 14—17 м/сек-, на побережье Каспия и в предгорьях Копетдага при таких скоростях метели наблюдаются в 5—15%. В ряде мест в 25% случаев метели наблюдаются при скоростях ветра 18—20 м/сек. В отдельных случаях метели в Кара-Богаз-Голе, Кизыл-а при метелях для отдельных пунктов Арвате, Кара-Кала и Хейрабаде наблюдаются при скорости 20 м/сек. Однако при скорости более 17 м/сек метели отмечаются редко, что отчасти связано с небольшой повторяемостью скоростей ветра  $> 15$  м/сек на исследуемой территории. В качестве примера на рис. 21 приводится

повторяемость скоростей ветра при метелях для отдельных пунктов, расположенных в различных физико-географических условиях. В юго-западной части Туркмении метели не наблюдаются совсем.

Большой интерес представляет вопрос о температурах, которые бывают при метелях. Особенно опасны метели при низких температурах, когда снег наиболее сухой и обычно легче поддается переносу ветром. При оттепелях снег уплотняется и теряет свою подвижность. [4]

Ввиду большой изменчивости температур на рассматриваемой территории даже в ноябре и марте в отдельных районах (Бекдаш, Кизыл- Арват, Бахарден) могут наблюдаться метели при температурах ниже  $10^{\circ}$  мороза, хотя в остальных пунктах в ноябре метели наблюдаются при температурах в пределах от 0 до  $-4,9^{\circ}$  (Кара-Богаз-Гол, Казан-джик). Наибольшая повторяемость метелей в декабре — марте (50— 100%) наблюдается при температурах от 0 до  $-10^{\circ}$ , по чаще всего от 0 до  $-5^{\circ}$ .

В декабре — феврале в предгорьях и Центральных Каракумах метели наблюдаются также при температурах от  $-10$  до  $-15^{\circ}$ . Здесь их повторяемость в это время достигает 20—60%. В среднем за год наиболее вероятны метели при температуре воздуха от 0 до  $-5^{\circ}$  (на большей части

территории 50—70%, на юго-востоке 100%), немного меньше (повторяемость 20—50%) при температуре от —5 до —10° и в 15—40% при температуре от —10 до —15°. При температурах ниже —20° и выше 0° метели наблюдаются очень редко, за исключением ст. Бекдаш, где в феврале 40% метелей наблюдается при температурах выше 0°. Поземки в Туркмении наблюдаются еще реже, чем метели.

На равнинной части территории больше всего поземков отмечается в местах с усиленным ветровым режимом (Кургузул, Кара-Богаз-Гол, Кошоба, Айдин, Казанджик), в горах (Сайван) и на возвышенности Карабиль (Леккер). Но и здесь среднее годовое число дней с поземком не более 0.9, за исключением Кошобы, где это число достигает 1.3 дня.

В горах Копетдага, на открытых склонах годовое число дней с позёмком с увеличением высоты резко возрастает и на высоте около 2000 м достигает 27. На большинстве территории Юго-Восточных Каракумов поземки не наблюдаются совсем.

### 2.3. Грозы

Несмотря на то, что Туркмения находится в сравнительно низких широтах, грозовая деятельность над ней развита слабо, что является результатом исключительной сухости воздуха в нижней тропосфере и очень высокого уровня конденсации. Наименьшей повторяемостью гроз выделяется побережье Каспия, где за год бывает всего 3—5 дней с грозой. В Заунгузских, Центральных и Юго-Восточных Каракумах число дней с грозами несколько больше (6—8 дней в год). По мере приближения к горам число дней с грозой несколько возрастает и в предгорьях достигает 10—12 в год. Незначительное увеличение гроз наблюдается и в горах Копетдага, на высотах 1500—2000 м, где их число в году достигает 12—15 дней.

Насколько незначительно число дней с грозой на рассматриваемой территории, видно из таблицы 4.2, где помещено наибольшее годовое число



дней за весь использованный период наблюдений на станциях, расположенных в различных условиях.

*Наибольшее годовое число дней с грозой*

Станция	Число дней	Местоположение станции
Байрам-Али	9	Равнина, юго-восточные Каракумы
Дарваза	11	Равнина на юге Заунгузских Каракумов
Чаршанга	12	Равнина на юго-востоке
Бекдаш	14	Северо-запад, побережье Каспийского моря
Кизыл-Арват	17	Предгорья Копетдага
Ташауз	18	Равнина на северо-востоке Заунгузских Каракумов
Гасан-Кули	21	Юг, побережье Каспийского моря
Ходжа-Кала	22	Долина в горах Копетдага, высота 409 м
Гаудан	29	Долина в горах Копетдага, высота 1500м
Хейрабад	30	Северные склоны Копетдага, высота 2000м

Если не считать отдельных случаев гроз, возможных в зимние месяцы, то заметное развитие грозовых явлений начинается в марте-апреле. В мае грозы наблюдаются уже повсеместно. [2]

В северной части побережья Каспийского моря наибольшее число дней с грозой в годовом ходе приходится на июль-август и составляет в среднем один день и менее. В Южной части побережья эта величина больше и достигает 2 дней. В месяцы максимума - с мая по июль в Заунгузских и Центральных Каракумах и с апреля по май в Юго-Восточных Каракумах обычно бывает в среднем 1-2 дня с грозой; в предгорьях Копетдага, Карабильской и Бадхызской возвышенностях по 2-4 дня (март, май, июнь); в горах, на высотах 1500-2000 м, число гроз в месяц максимума (май) достигает 4-6 дней.

Грозы бывают при вторжениях холодных воздушных масс с запада, северо-запада, и севера или при малоподвижных циклонах с холодной тропосферной ложбиной, имеющей ультрополярную ориентировку. Наиболее часто грозы в Туркмении бывают, когда на высотах в районе Аральского моря или несколько севернее его наблюдается малоподвижный холодный циклон. Такие грозы занимают обширную территорию.

Мощная конвекция, всегда существующая летом в дневное время, не сопровождается при других типах высотного поля развитием кучевой облачности, так как обычно уровень конденсации лежит очень высоко. Холодный циклон на высотах или ультрополярная ложбина с действующей в ней адвекцией холода снижают как уровень нулевой изотермы, так и уровень конденсации. Граница конвекции поднимается значительно выше уровня конденсации, что сопровождается развитием мощной кучево-дождевой облачности. [8]

Это приводит к развитию интенсивной грозовой деятельности с ливневыми осадками во второй половине дня и в первую половину ночи на обширной территории. Холодные вторжения в горах и предгорьях

сопровожаются грозами чаще, чем на равнине. Грозы на фронтах обычно бывают в виде отдельных очагов.

Следует отметить, что в Туркмении часто наблюдаются сухие грозы. Это грозы с облачностью и электрическими разрядами, но без осадков, которые в связи с большой сухостью воздуха испаряются, не достигая земли. В Центральных Каракумах, например, половина всех близких гроз бывают без выпадения дождя. Внутримассовые грозы бывают обычно только в горах.

Кроме среднего и наибольшего числа дней с грозой представляет интерес также средняя продолжительность гроз в различное время суток. Характерной особенностью грозовой деятельностью в пустынях является развитие гроз в зимние месяцы и в ночные часы. Наибольшая средняя продолжительность гроз в сумме за месяц наблюдается на равнинной части Заунгузских и Центральных Каракумах в июле (1.5-3 часа), в предгорьях Копетдага и Юго-Восточных Каракумах - в апреле-мае (2-4 часа), на побережья Каспия - в июне, августе (2-4 часа). В высокогорье Копетдага, на высотах 2000 м и более, наибольшая средняя продолжительность гроз отмечается в мае и достигает 9 час.

Наибольшая непрерывная продолжительность отдельных случаев гроз на большей части территории составляет 5-7 час., на побережья Каспийского моря и в горах Копетдага на высотах 2000 м – 10-12 час.

Средняя продолжительность грозы в день с грозой над всей территорией колеблется от 1 до 2 час. На большей части территории наиболее продолжительные грозы чаще всего наблюдаются в ночные часы - между 19 и 4 час. утра. В горах наиболее продолжительные грозы чаще всего бывают в период между 12 и 24 час.

#### 2.4. Град

Град приносит большой ущерб народному хозяйству. От града страдают главным образом сельскохозяйственные растения и сады, особенно

в период цветения. В отдельные годы в некоторых районах может выпадать крупный град, который причиняет большой ущерб посевам. Так, например, в период с 22 по 27 апреля 1967 г. в Марыйской области градом были повреждены посевы хлопчатника на площади 7300 га. В Репетеке 20 апреля 1967 г. от 15 час. до 15 час 02 мин выпал град в голубиное яйцо. [8]

В горах и предгорьях, на побережье Каспия град может выпадать в любом месяце года, но чаще всего с марта по май. Но даже в эти месяцы случаи выпадения града редки. Так, в марте-мае в горах град выпадает 2-4 раза в 10 лет. На равнине чаще всего град выпадает с марта по май (не более одного раза за 10 лет), а с июля по январь град не выпадает совершенно. На северо-востоке Туркмении град не выпадает только с октября по февраль. Отдельные годы отличаются выпадением града по обширной территории. Таким был, например, апрель 1967 г., когда наблюдалось выпадение града в предгорьях Копетдага. Подобный случай имел место 22 апреля 1967 г. в Чагыле, когда выпадение града наблюдалось при прохождении холодного фронта южно-каспийского циклона. В основном выпадение града обуславливается развитием кучево-дождевых облаков на холодных фронтах.

Чаще всего при выпадении града над территорией Туркмении бывает малоградиентное барическое поле. Развитию мощной кучево-дождевой облачности и образованию града способствует значительная влажность в большом слое тропосферы, быстрое падение температуры воздуха с высотой, а в ряде случаев и орография, усиливающая вертикальные движения. Град выпадает обычно небольшими полосами в ширину, достигающими 1 км. Выпадение его, как правило, сопровождается ливневыми осадками, грозами и иногда шквалистым ветром. [8]

Не смотря на большие материальные убытки, которые наносит град, генезис его до сих пор не изучен. На увеличение числа случаев выпадения града большое влияние оказывают горы. Некоторое влияние оказывают и большие водоемы.

3. Анализ циркуляционных условий вызывающие аномальные осадки в районе города Туркменабад.

### 3.1 Введение в работу.

В бакалаврской работе предполагается проанализировать аномальные осадки в районе города Туркменабада за период с 1956 по 2017 год. Туркменабад относится к аридной (засушливой) зоне земледелия, поэтому анализ интенсивности осадков для него чрезвычайно важен. Вследствие этого работа имеет несомненную актуальность.

Для того, чтобы проанализировать аномальные осадки необходимо изучить многолетний режим осадков в районе города Туркменабада. Для этого будут рассчитаны на основе полученного архива суточных значений количества осадков за период с 1956 года по 2017 год месячные суммы осадков, сезонные суммы осадков, годовые суммы осадков и проанализирована их изменчивость за весь период наблюдения.

Следующим шагом в работе предполагается выделение и оценка сумм осадков. Которые относятся к градации – аномально высокие. По данным отдела синоптики АМСГ Туркменабада аномально высокими для данного засушливого района является суточная сумма осадков более, чем 20 мм.

Для оценки фоновых факторов, сопутствующих высоким суммам осадков за день, были привлечены приземные карты погоды, полученные из отдела синоптики Узгидромета г. Ташкента, за что автор работы выражает благодарность синоптику отдела Белокопытовой Е. С.

### 3.2 Анализ многолетних изменений сумм осадков в городе Туркменабаде

В процессе выполнения бакалаврской работы был получен архив данных по суточным суммам осадкам в Туркменабаде за период с 1956 года

по 2017 год. Эти данные были обработаны и получены многолетние годовые суммы осадков, которые представлены на рисунке 3.1.

В результате анализа графика, можно заключить, что в Туркменабаде наблюдается рост годовых сумм осадков.

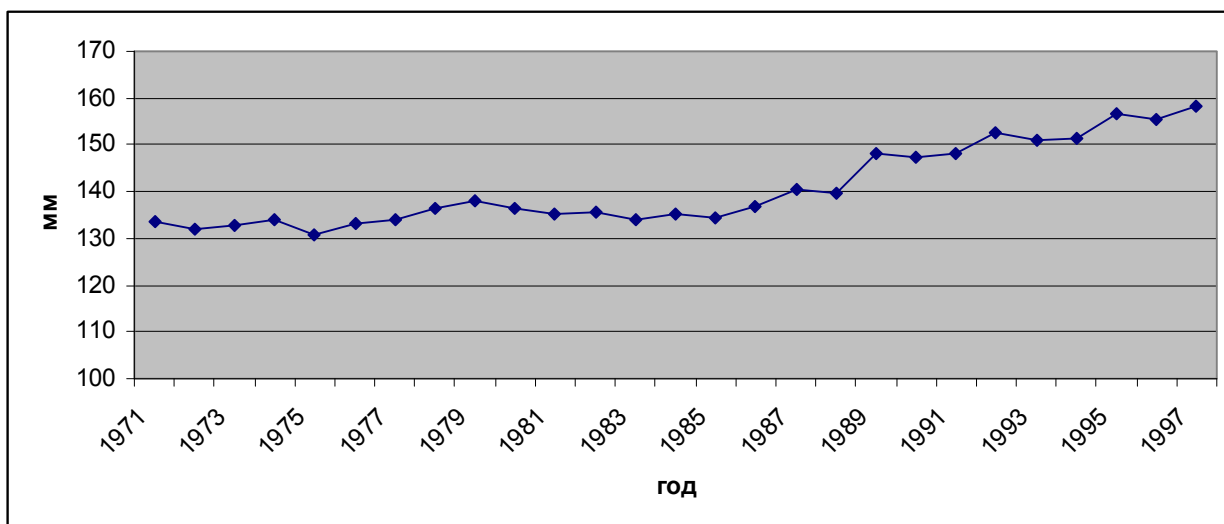


Рисунок 3.1 – Изменение годовых сумм осадков в Туркменабаде за период с 1971 по 1997 год.

Скользящее среднее (окно осреднения 30 лет)

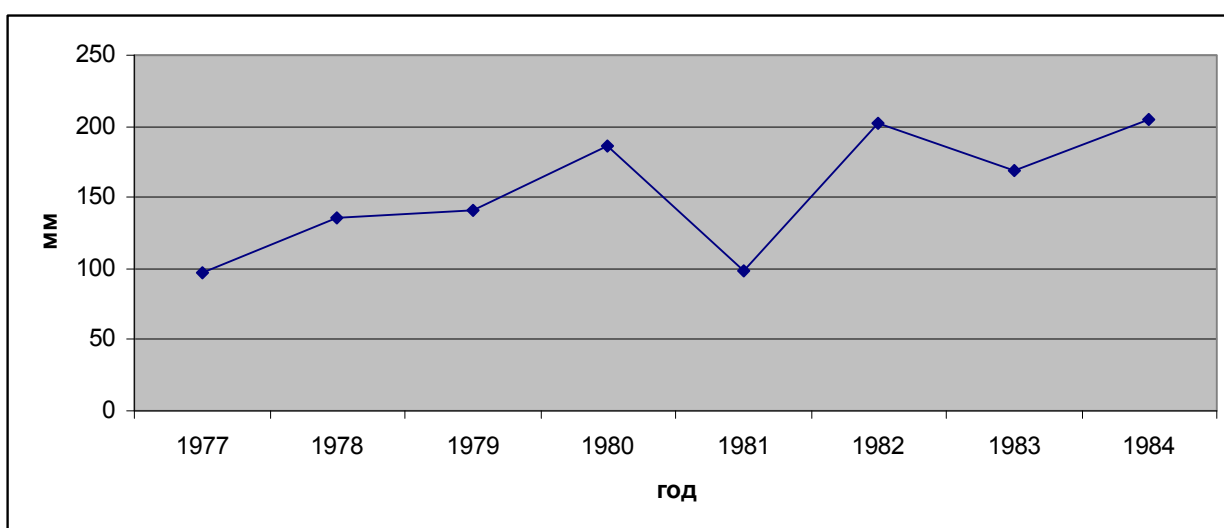


Рисунок 3.2 – Изменение годовых сумм осадков за период с 1987 года по 1994 год.

В результате анализа графика на рисунке 3.1 можно сделать следующий вывод: количество годовых сумм осадков в Туркменабаде за весь период постепенно увеличивается. Увеличение началось 70-х годах прошлого века. Значительное изменение прослеживается, начиная с конца 80-х начала 90-х годов, что можно проиллюстрировать графиком на рисунке 3.2.

В конце 70-х годов, в начале 80-х суммы годовых осадков составляли, что они характерны для того периода времени, учитывая, что средние значения за период (таблица 3.1) 132 мм.

таблица

За тридцатилетие с 1988 года по 2017 год в среднем сумма годовых осадков составляла 156 мм. Наблюдается значительный рост на 24 мм. Рассмотрим рисунок 3.1 и проанализируем его. Мы заметим, что с конца 1970-х с начала 1980-х годов постепенно увеличивается не осредненное, а реальное значение за каждый год и достигает аномальных значений для Туркменабада практически около 200 мм. Таких годов появляется много и после 90-х годов велика повторяемость значений в интервале от 150 до 200 мм. В результате можно сделать вывод о том, что в Туркменабаде наблюдается увеличение годовых сумм осадков.

Интересно проанализировать месячные суммы осадков и на рисунке 3.3 мы

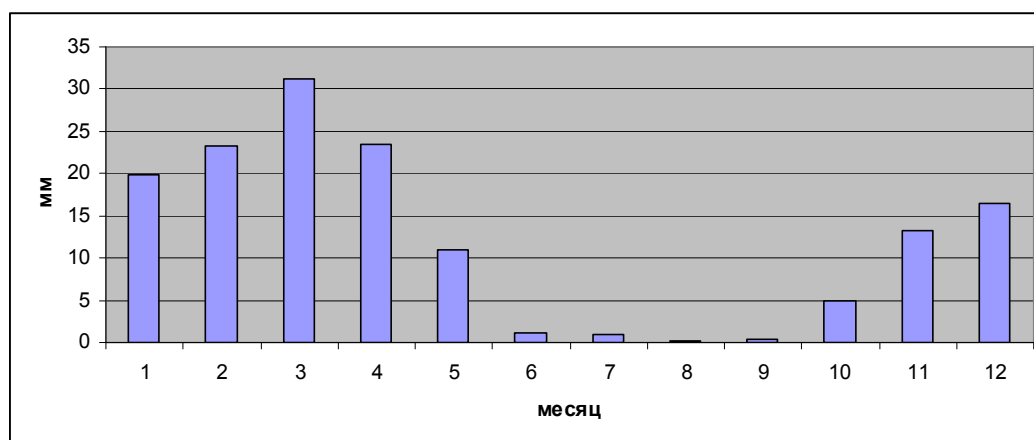


Рисунок 3.3 - Месячные суммы количества осадков в Туркменабаде за период с 1956 года по 2017 год.

можем проанализировать суммы осадков за месяц в Туркменабаде за период с 1956 год по 2017 год. Это осредненное значение за весь период.

Больше всего осадков наблюдается в марте, меньше всего фиксируется в октябре. С мая месяца по конец октября в Туркменабаде отслеживается засушливый период, потому что осадков практически нет. В августе и в сентябре они практически не изменяются и составляют ноль мм. Проведем сравнительную характеристику двух тридцатилетий, которые попали в наш период исследования, это первое тридцатилетие. На рисунке. 3.4 наблюдается в марте месяце в феврале в мае и в ноябре месяце достаточно значительное увеличение месячных сумм осадков.

Период	Годовая сумма, мм
1958 - 1987	132
1988 - 2017	156
Изменение	24

Таблица 3.1 – Средние значения годовых сумм осадков в Туркменабаде.

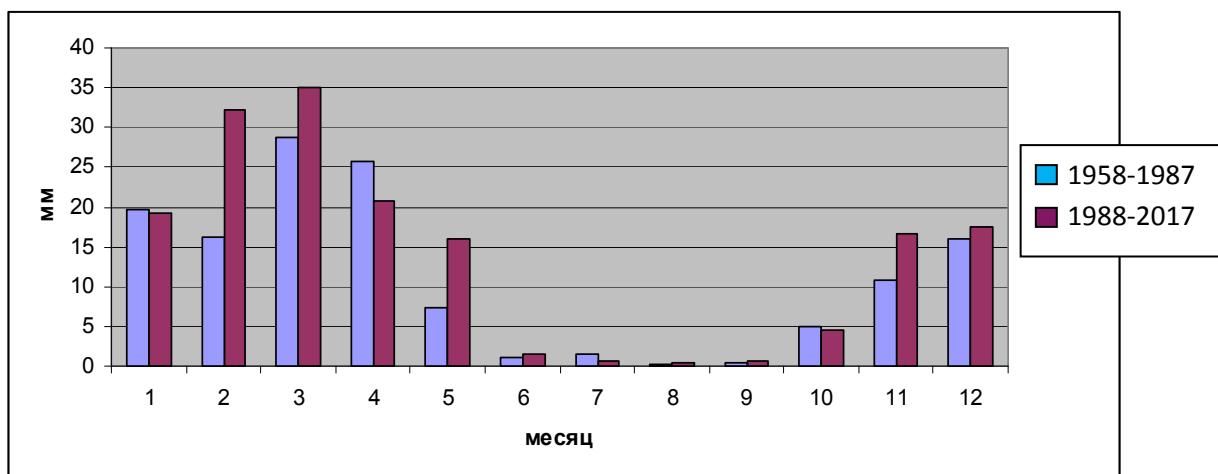


Рисунок 3.4 Сравнительная оценка двух периодов.



Наиболее значительное увеличение показывает февраль, март и май. На рисунке 3.5 показана оценка изменений майских сумм осадков со скользящим средним 30 лет и мы видим, что, действительно, за весь период наблюдается постепенное увеличения количества осадков, причем максимальное увеличение начинается в конце 80-х годов.

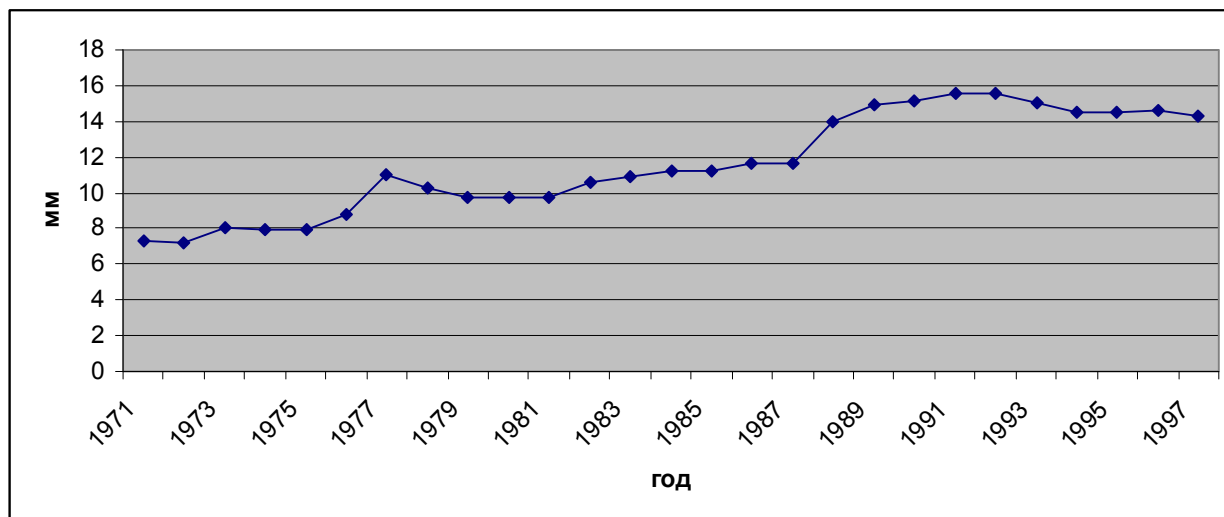


Рисунок 3.5 - Анализ изменений майских сумм осадков

В результате анализа месячных сумм осадков, можно заключить, то что основной вклад в изменении годовой суммы осадков вносят февраль, март и май.

### 3.3 Оценка условий, сопутствующих аномальному количеству осадков в Туркменабаде

В ходе научно-исследовательской работе (бакалаврской работы) были выделены аномальные суммы осадков. По данным АМСГ аномальными осадками, считается 30 и 50 мм.

Рассмотрим рисунок 3.6, на котором отчетливо увидим сезон, когда наблюдается большее выпадение осадков и сезон, когда минимальное

выпадение осадков или же когда осадков нет.

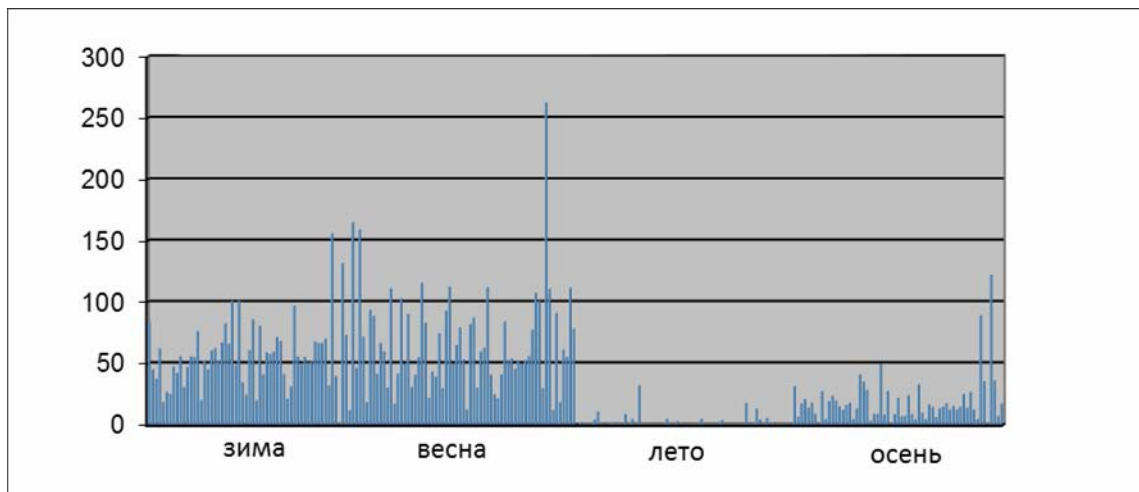


Рисунок 3.6 – Гистограмма изменений сумм осадков по сезонам за период с 1956г. по 2017г. -

Анализируя предыдущие графики, было замечено, что в некоторые месяцы мы наблюдаем большое количество выпавших осадков, а есть месяцы, в которых осадков практически нет. Для более подробного изучения этого вопроса была построена гистограмма 3.6. На ней мы разбили наши значения по сезонам года и включили все данные по нашей выборке. Исследуя нашу гистограмму можно заключить, что в зимний и весенний периоды года мы наблюдаем большее количество осадков, а летом мы видим их минимальные значения или же практически их не наблюдаем. Осенью значения больше, чем летом, однако, они не превышают количество зимнего или весеннего периода.

Самое большое количество выпавших осадков при анализе гистограммы за исследуемым нами период произошло в 2009г. в весенний период. Самое минимальное конечно наблюдалось в летний период. Выделить один год с минимальным значением, а точнее отсутствие осадков невозможно, так как мы наблюдаем отсутствие осадков, например, в 1968г.,1975г. и так далее. Общее количество лет, в котором летом наблюдались минимальное количество осадков, а правильнее сказать их отсутствие равно 31.

Также интересно проанализировать сезонные данные сопоставимые друг с другом. Исследуем их на рисунке 3.7.

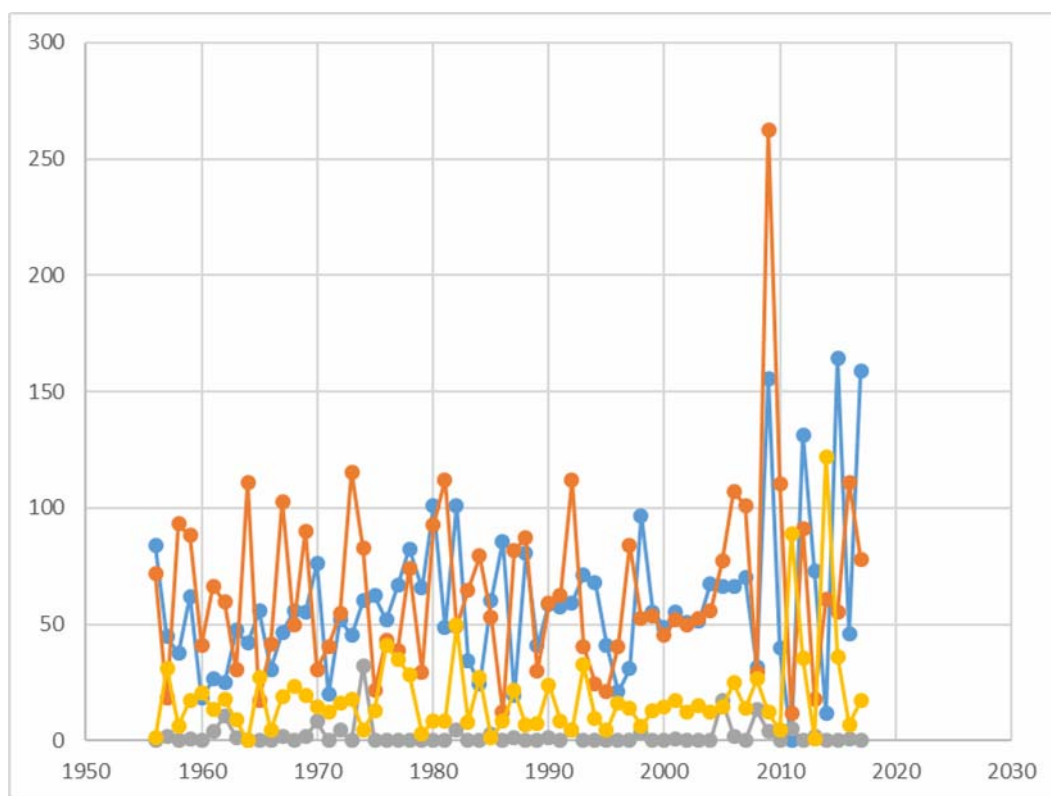


Рисунок 3.7 – График изменений сумм осадков по сезонам за период с 1956г. по 2017г.

Мы на рисунке 3.7, как и на рисунке 3.6 видим минимальные значения за летний период исследуемого нами периода, летние значения равны 131,5 мм. После по количеству роста сумм осадков - осень, ее значения равны 1148,6 мм. Второе место по количеству осадков занимает зима- 3656,5 мм. Лидирующее место – весна, с количеством выпавших осадков, которое составляет- 3993,5 мм.

Интересную особенность можно проанализировать - на рисунке 3.7. Мы видим, что зимний показатели почти повторяют линии данных за весенний период. Так, например, в 2009г., когда наблюдалось самое большое количество осадков, мы также видим наибольшие показатели данных и за зиму. Это говорит о том, что год был очень дождливым не только по сезонам, но и в целом.

После проведенного анализа мы пришли к выводу, что существуют влажные и сухие периоды выпадения осадков. Для более точного его исследования построим рисунок 3.8.



Рисунок 3.8 - Анализ влажного и сухого сезонов за период с 1956г. по 2017г.

Исследуя построенный нами график на рисунке 3.8 можно увидеть тенденцию роста осадков во влажный период за последнее десятилетие. В свою очередь уменьшение осадков в сухой период. До 2009 года мы наблюдали скачкообразную линию наших осадков. Можно предположить, что осадки и в последующих годах будут набирать тенденцию к увеличению количества выпадения за влажный период. Однако в сухой период последних лет мы наблюдаем одни из самых минимальных значений осадков, точнее видим, что на общем фоне происходит спад выпадения осадков.

Анализируя наши данные, стоит заметить, что в 1974г наблюдалось самое большое количество осадков за сухой период и составляло оно- 31,9 мм.

Интересное явление можно увидеть в 2011году. Когда количество сумм весеннего и зимнего периода было намного меньше, чем в сухой период.

Так, например, их процентное соотношение друг-другу составило влажный период- 11,3%, сухой – 88,7%. Хотя Туркмения и имеет сухой климат, для страны такое явление можно точно отнести к аномалии.

#### 3.4 Оценка синоптических условий, сопутствующих аномальному количеству осадков в Туркменабаде

В ходе научно-исследовательской работы (бакалаврской работы) были выделены аномальные суммы осадков. По данным АМСГ Туркменабада аномальной считается сумма, превышающая значения количества осадков 30 и 50 мм. Однако, при анализе режима осадков в Туркменабаде было принято решение сдвинуть границу с 30 до 20 мм, так как Туркменабад относится к засушливой зоне и осадков выше 30 мм в сутки выпадает крайне мало.

Итак, в работе была выделена группа дней с суммой осадков, соответствующей вышеприведенной границе. Всего было получено 33 случаев аномальных суточных сумм. Так как архив приземных и высотных карт погоды был доступен с 2000 года. С этого года и оценивались синоптические условия, сопутствующие выпадению высоких сумм осадков

Высоким суммам осадков в Туркменабаде наиболее часто соответствует два вида синоптической ситуации.

На рисунке 3.8. представлена комбинированная синоптическая карта (приземное поле и изогипсы АТ500) и карта интенсивности осадков для 30.03.2016 года. В районе Туркменабада наблюдается количество осадков 38 мм, в районе Туркменабада располагается частный циклон, образовавшийся в малоградиентном поле циклона, находящегося над Афганистаном. Такие циклоны [6], называются Мургабско-Тедженскими, так как образуются в районе реки Теджен и реки Мургаб.

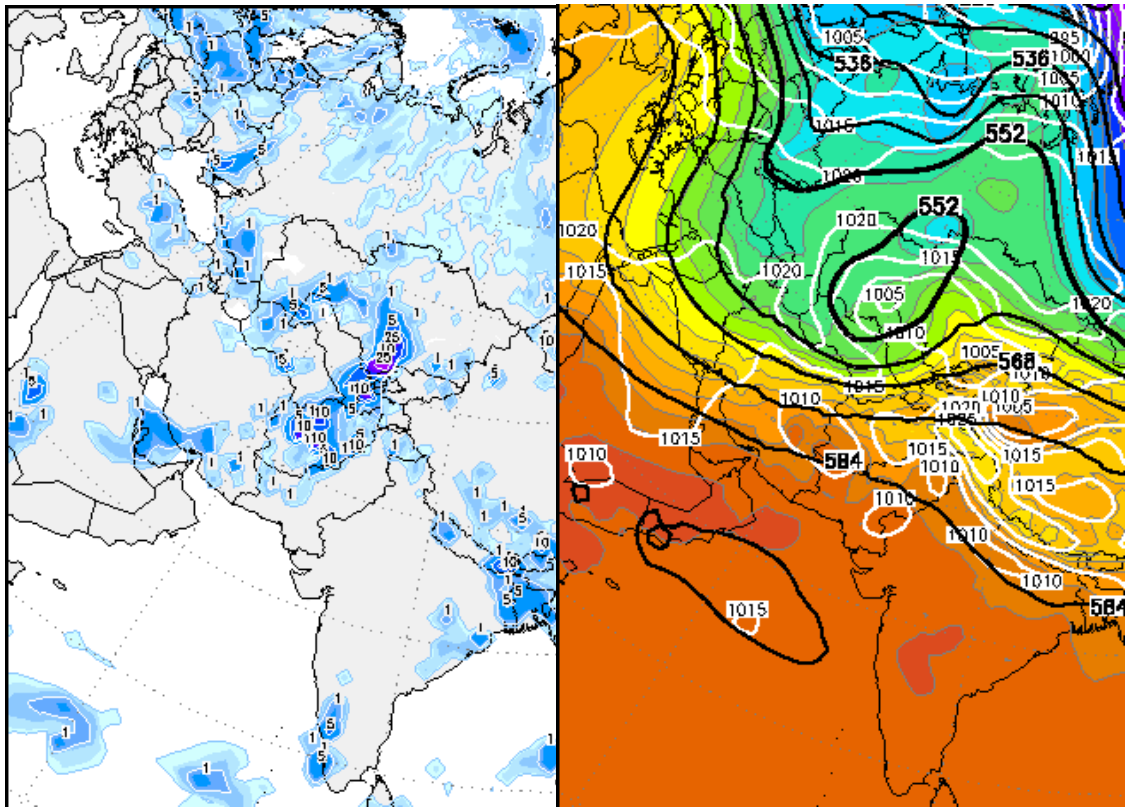


Рисунок 3.8. Синоптическая ситуация над Азией 30.03.2016 года

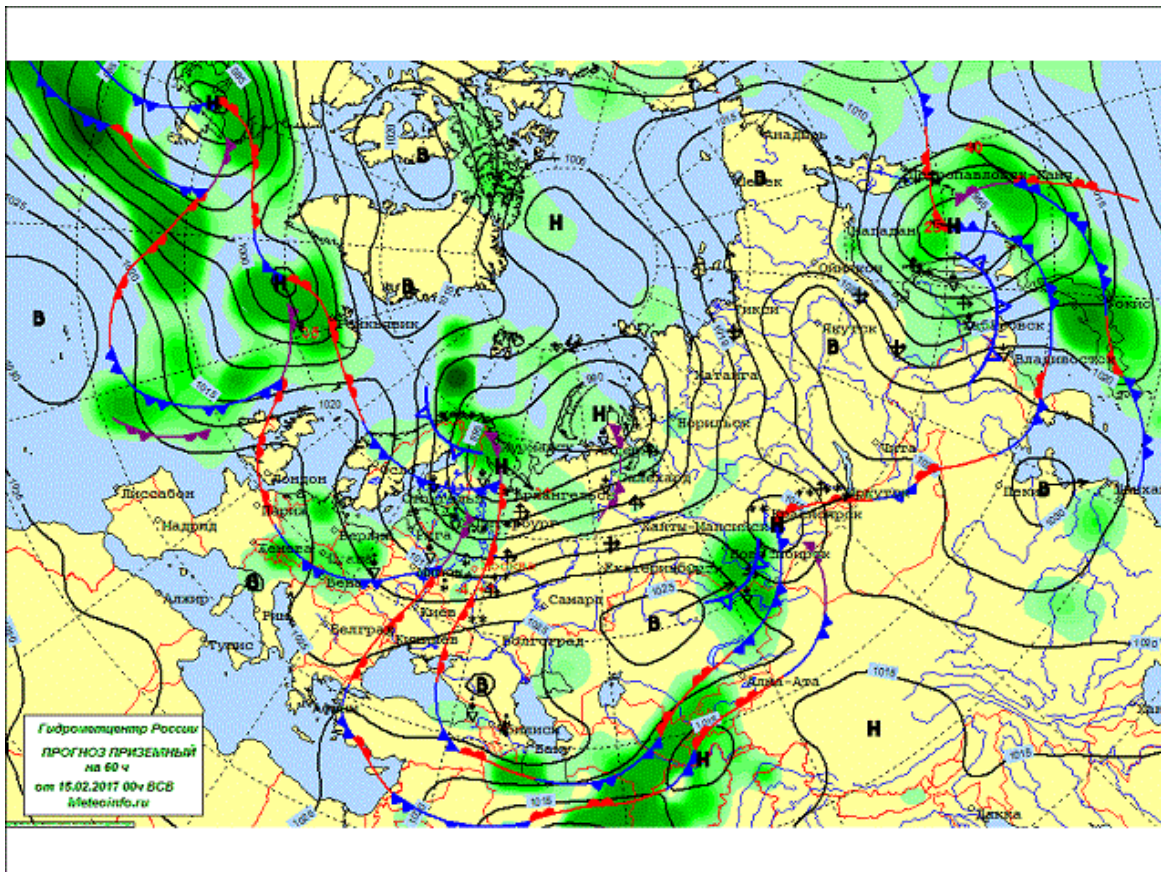
В результате анализа карты осадков можно заключить, что на юго-востоке и востоке Туркменистана фиксируются максимальные очаги интенсивности, в данном случае на приземной карте рисунка 3.8. нет фронтального анализа, но по расположению зоны осадков, можно предположить наличие холодного фронта, проходящего по юго-востоку Туркмении и в частности в районе Туркменабада.

Другой тип процесса связан с прохождением в районе Туркменабада волн. которые были образованы на холодных фронтах (волны, но не замкнутые центры, как в первом типе)

На рисунке 3.9. представлены 2 типичные синоптические ситуации для аномальных сумм осадков в Туркменабаде, относящиеся ко 2 типу.



Карта 1



Карта 2

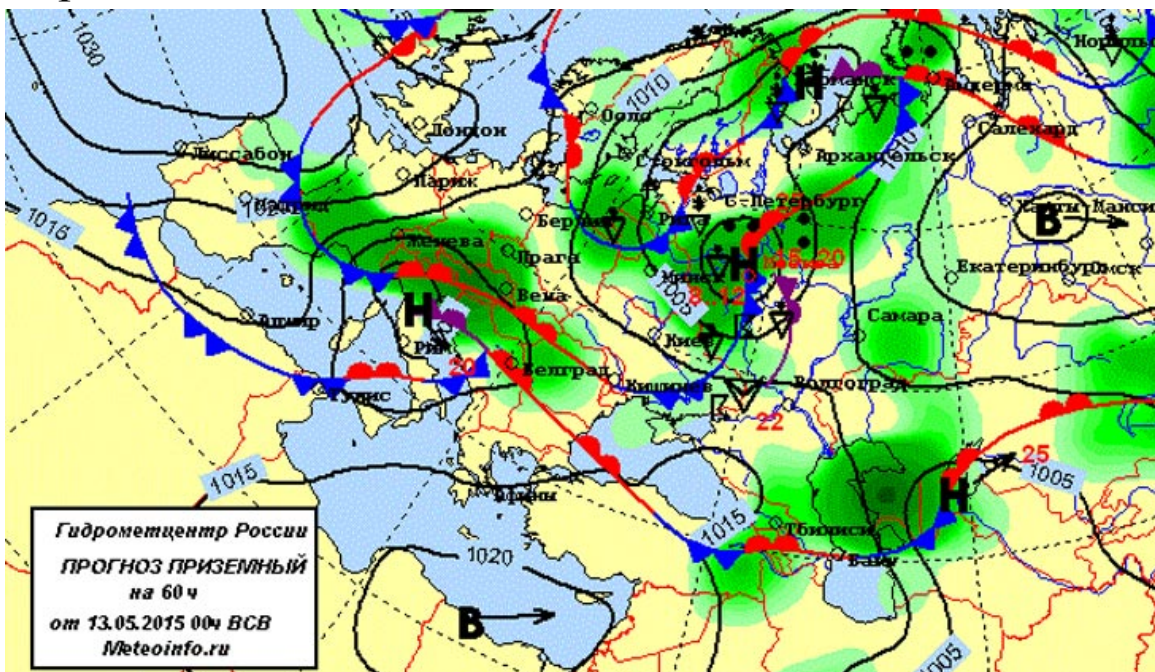


Рисунок 3.9. – Характерные для высоких сумм осадков синоптические ситуации (16 февраля 2017 г. и 13 мая 2015 года)

На приземных картах показаны типичные ситуации с волнами на холодных участках фронтов. Отличие их в том, что во втором случае фронт образовался от Южно-Каспийского циклона, а в первом – от Мургабско-Тедженского.

Рассмотрим первую карту. Холодный фронт, который отделяет арктический воздух от умеренного смещается с Сибири на юго-восток и встречается с фронтальной системой Мургабско-Тедженского циклона. Данная ситуация описана в работе «Синоптические процессы Средней Азии коллектива авторов еще в 50-х годах прошлого века. Можно заключить, что в последние годы изменений в процессах, приводящих к аномальным осадкам не произошло. Именно этот вариант приводит к наиболее высоким осадкам в Туркменабаде.

Во втором случае (карта 2 рисунок 3.9) представлены фронтальные волны от южно каспийского циклона. В этом случае циклон активно перемещается на северо-восток Туркмении.

На рисунке 3.10 мы наблюдаем данные осредненных траектории циклонов первого и второго типа.



Рисунок 3.10. осредненные траектории циклонов приводящих к аномальным осадкам в Туркменабаде.



Траектории построены на основе анализа аномальных осадков в районе Туркмкенабада . Первая траектория относится к южно каспийскому циклону. Вторая к Мургабо-Тедженскому циклону. В обоих случаях направление движения фиксируется северо-восток. Мургабо-Тедженская траектория проходит южнее.

## Заключение

В процессе выполнения бакалаврской работы все поставленные цели были достигнуты и задачи выполнены.

Был проанализирован многолетний режим осадков для Туркменабада за период с 1956 по 2017 года. Проведен анализ годовых, месячных и сезонных сумм осадков.

В ходе работы был получен архив аномальных осадков и проанализированы синоптические ситуации, соответствующие аномальным осадкам в Туркменабаде с 2000 года. Всего аномальных осадков было 33 случая. Было выделено два типа синоптической ситуации, сопутствующей аномальным осадкам в Туркменабаде. При выпадении аномального количества осадков над районом Туркменабада наблюдается или Южно-Каспийский циклон, или волны на холодном фронте от Мургабско-Тедженского циклона.

Также в работе были получены осредненные траектории для Мургабско-Тедженского циклона и Южно-Каспийского циклона, вызывающих аномальные осадки.

## Список литературы

1. Справочник по климату СССР, вып.30, ч. V, 1969г. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград
2. В.А. Бугаев, В.А. Джорджио, Е.М. Козик, М.А. Петросянц, А.Я. Пшеничный, Н.Н. Романов, О.Н. Чернышева Синоптические процессы Средней Азии, М.; Ташкент, Издательство АН УзССР, 1957. — 474 с
3. С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова Метеорологический словарь Ленинград, Гидрометеиздат, 1974
4. Золина О.Г. Статистическое моделирование катастрофических атмосферных осадков, М.: Высшая школа, 2001. – 260 с.
5. Географический словарь [Электронный ресурс]: Электронные текстовые данные: 2008. – Режим доступа: <http://www.mmgp.ru.ecology-shop.ru/geoslov/028.htm>, свободный.
6. Зверев А.С. Синоптическая метеорология, [текст]/ — Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С.178, 183, 415-421
7. С.П. Хромов и М.А. Петросянц Метеорология и климатология, МГУ, 2009
8. Справочник по климату СССР, вып.30, ч.IV, 1969г. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград