



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему **Физические условия выпадения осадков в Туапсинском районе**

Исполнитель Стоноженко Алена Николаевна

Руководитель к.с.х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«22» Января 2021 г.

Туапсе
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Общие физические и метеорологические условия образования облачности	5
1.1 Классификация облаков, физические причины их возникновения	5
1.2 Основные геометрические, термодинамические и микрофизические характеристики облаков	10
2 Общая характеристика и физико-географическое описание района г.Туапсе	19
2.1 Общая характеристика исследуемого региона	19
2.2 Климатические особенности, опасные и стихийные гидрометеорологические явления в районе Туапсе	21
3 Синоптические условия выпадения осадков, динамика распределения осадков в районе Туапсе.....	30
3.1 Синоптические условия выпадения осадков в районе Туапсе.....	30
3.2 Динамика распределения атмосферных осадков в районе г.Туапсе	39
Заключение	50
Список использованной литературы.....	52

Введение

В метеорологии под осадками, имеют виду жидкие или твердые водосодержащие капли в виде дождя снега или града выпадающие на землю и имеют важное значение для характеристики погодных условий.

Под осадками подразумевают капли воды и кристаллы льда, выпадающие из атмосферы на земную поверхность. Осадки в зависимости от их интенсивности и равномерности выполняют как положительное так и отрицательное воздействие на многие отрасли народного хозяйства В России на большей части территории успешно развивается богарное земледелие и помимо других метеорологических факторов таких как температура, осадки играют решающую роль в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Между тем осадки особенно в виде сильных ливней, града, сопровождающиеся грозами могут наносить колоссальный ущерб населению вообще. Но не надо забывать и про менее грозные, но зато более часто встречающиеся явления погоды – сильные ливни, град, грозы, которые также наносят значительный урон различным отраслям народного хозяйства, в том числе и сельскому хозяйству. Они могут оказать отрицательное воздействие на взлет и посадку объектам авиации.

Следует отметить , что не один десяток лет об осадках и об условиях их образовании уже не первое десятилетие используют радиолокаторы, самолеты – лаборатории и сети аэрологического зондирования, которые дают возможность описать структуру облаков их физические и проводительные условия вызывающие осадки разной интенсивности, и продолжительности особенности их развития и метеорологические условия, при которых вероятно их образование приводит к крупным авариям при эксплуатации автомобильного транспорта.

Актуальность исследований обоснована тем, что для принятия объективных решений по развитию различных отраслей на конкретной

территории, необходимо получить более полную информацию о физических и синоптических условиях формирования осадков в регионе

Объект исследования - осадки разной интенсивности

Предмет исследования - закономерности распределения, физические и синоптические условия образования осадков.

Цель исследования - рассмотрение физико-синоптических условий возникновения сильных осадков для своевременного оповещения отраслей народного хозяйства и возможности предотвращения материального ущерба.

В связи с этим были поставлены задачи:

рассмотреть физико-географическое описание района г. Туапсе;

— описать основные геометрические, термодинамические и микрофизические характеристики облаков;

— дать характеристику климатическим особенностям, опасным и стихийным гидрометеорологическим явлениям в районе Туапсе;

— обобщить синоптические условия выпадения осадков;

— изучить динамику распределения осадков в районе Туапсе.

1 Общие физические и метеорологические условия образования облачности

1.1 Классификация облаков, физические причины их возникновения

Сильные осадки в Туапсинском районе приносят немалый ущерб народному хозяйству (морской флот, строительные организации, городское коммунальное хозяйство, автомобильный и железнодорожный транспорт, сельское хозяйство).

Паводки, обусловленные сильными осадками, на малых реках района, впадающих в Черное море, наносят огромный ущерб населенным пунктам, пансионатам, детским оздоровительным лагерям, расположенным в устьях этих рек. Имели место случаи, приводившие к катастрофическим последствиям, ущербу населению, производственным объектам и инфраструктуре автомобильных дорог, и даже железнодорожным платформам, водопроводной сети, нарушая борьбу со сточными водами [7, с.131].

Облака – образуются при конденсации водяного пара, образующихся из капель воды, или ледяных кристаллов, и смеси взвешенных частиц в атмосфере.

Основным условием образования облаков, являются конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере, в первую очередь это увеличение содержания влаги в атмосфере или в результате понижения температуры воздуха. На самом деле зачастую при развитии одновременно обоих факторов. В свободной атмосфере (вне приземного слоя) важнейшими процессами, которые приводят к понижению температуры и облакообразованию, являются подъем (восходящие движения) воздуха и адвекция. Понижение температуры могут вызывать также излучения и турбулентное перемешивание (вертикальное и горизонтальное) [10, с.49].

По своей форме различают кучевообразные, слоистообразные и волнистообразные (волнистые).

К первым в свою очередь можно отнести: кучевые, мощные кучевые и кучево-дождевые облака.

Кучевые это низкие белого цвета облака с плоским основанием и куполообразной вершиной, осадков, как правило, не образуют.

А вот при конвективных кучево-дождевых облаках, выпадают интенсивные, но недолгие ливневые осадки, они возникают при неустойчивом состоянии воздушной массы, а мощные сильно развиваются по вертикали. с заметным восходящим потоком (до 10 – 15 м/с) [23, с.167].

На рисунке 1.1 приведена картина наиболее опасных кучево-дождевых облаков.

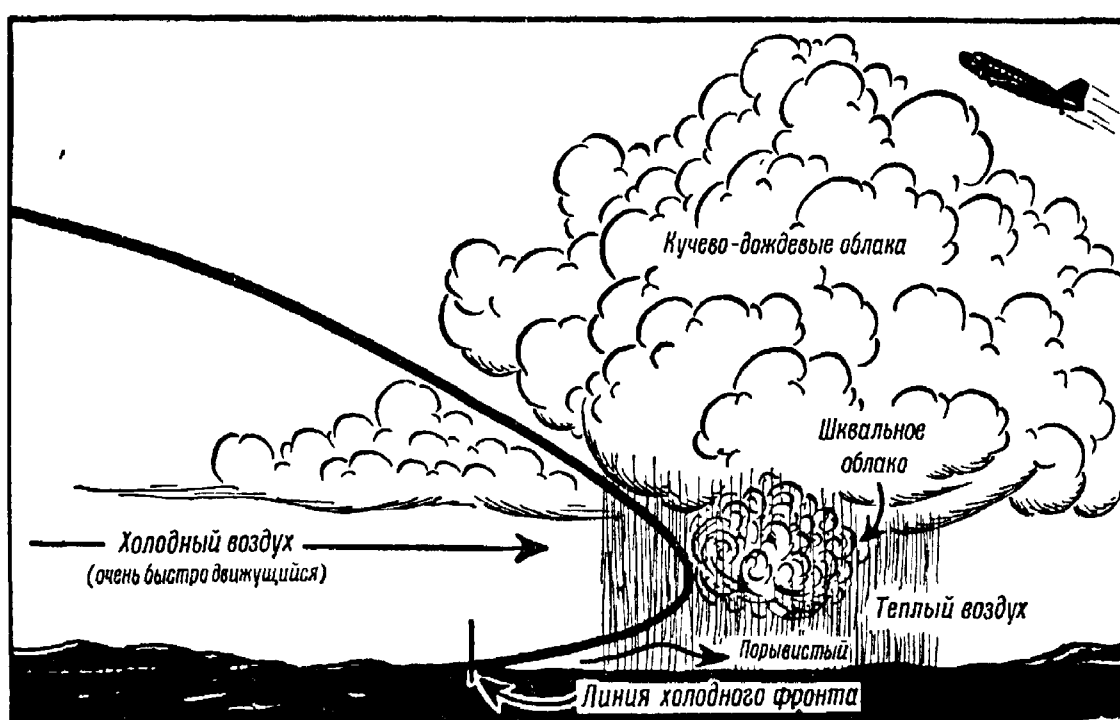


Рисунок 1.1 – Образец формирования кучево-дождевого облака [11, с. 215]

Кроме интенсивности за этими облаками следуют грозные разряды и ливневые осадки. Чаще они возникают летом над горами при переходе мощного кучевого облака в кучево-дождевое когда наблюдаются наиболее интенсивные восходящие и нисходящие потоки воздуха.

Слоистообразные облака возникают на границах между теплыми и медленно движущимися холодными фронтами, образуются в нижнем крае фронтальной поверхности.

На рисунке 1.2 приведена картина слоистообразных облаков.

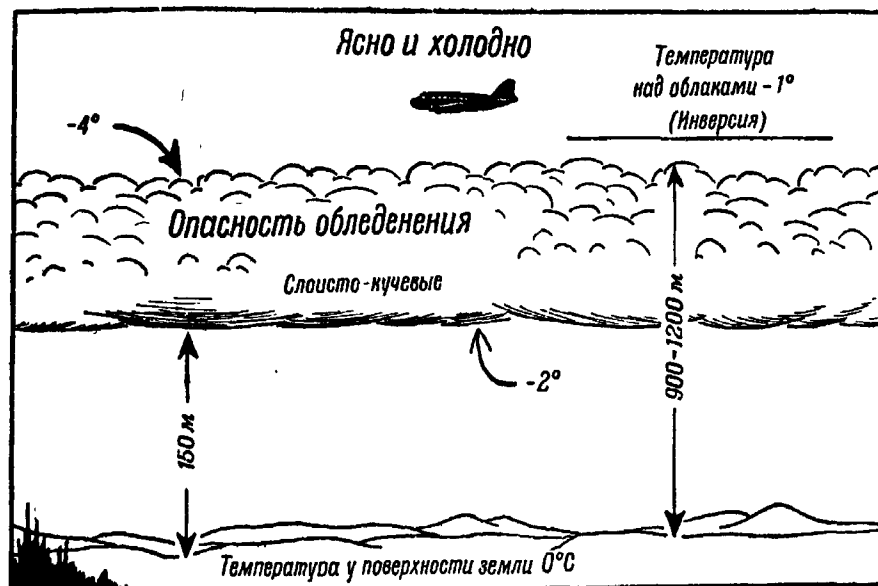


Рисунок 1.2 – Образец формирования е слоистообразной облачности [11, с. 217]

Нижняя граница слоисто-дождевых облаков обычно располагается на высотах 300 – 600 м, а верхняя на высотах от 4 – 6 км, до 10 – 12 км. Горизонтальная видимость в них колеблется в пределах 15 – 25 м.

Волнистые облака возникают под или над инверсионным слоем. Как правило под слоем инверсии образуются слоистые и слоисто-кучевые просвечивающие облака они обычно, внутримассовые и образуются в антициклонах. Зачастую образуются в теплых секторах циклона.

Небольшое количество типов облаков различаются друг от друга еще по многим признакам: внешнему виду, по условиям образования, и т.д. Однако существуют определенные признаки, по которым облака делят на группы [7, с.131].

В метеорологическом мире, широко известна физическая классификация облаков, которая делит их на 4 класса облаков, в зависимости от условий их образования:

1. Слоистые облака, образующиеся при орографических возмущениях;
2. Слоистые облака, образующиеся в результате неупорядоченного движения на большой площади;

3. Слоистые облака, образующиеся в результате медленного подъема на большой площади;

4. Кучевообразные облака, образующиеся вследствие проникающей конвекции

Основные классы облаков представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные классы облаков

Вид вертикал. движения	Орографические возмущения	Неупорядоченное движение на пространстве	Упорядоченный подъем на большом пространстве	Местная проникающая конвекция
Типичная вертикал. скорость, см/сек	$10^2 - 10^3$	1 – 10	5 – 20	$1 - 5 \cdot 10^1$ $3 - 20 \cdot 10^2$
Вид облаков	Чечевицеобразные или волнистые	Низкие слоистые малой мощности, туман	Многослойные, сопровождающиеся продолжительными осадками	Кучевообразные
Наименование облаков по международной классификации	Вид чечевицеобразные	Слоистые, слоисто-кучевые	Перистые, перисто-слоистые, высоко-кучевые, слоисто-дождевые	Кучевые, кучево-дождевые
Типичная горизонтальная протяженность, км	10, иногда 10^2	$10^2 - 10^3$		1 – 10
Типичная мощность, км	1, иногда до 10	1	Отдельное облако при осадках 10	1 – 10
Типичная продолжит. жизни частиц, мин	10, иногда 10^2	10^2	До 10^3	10 – 20
Типичный вид осадков	0, временное усиление осадков	0, или слабый снег, или морось	Продолжит. умеренный снег или дождь	0, ливни, град, снег (грозы)

Физическая классификация очень сходна с международной классификацией, которая главным образом основана на внешнем виде облаков. Принципиально она не отличается от классификации, предложенной в 1803 г. Л. Говардом, хотя позже она уточнялась и дополнялась учеными различных стран мира. В настоящее время используют классификацию, которая была создана в 1929 – 32 гг. при участии русских метеорологов В. В. Кузнецова и П.

А. Молчанова. В ее основу положены два признака: внешний вид (Морфология) и высота основания облака [6, с.158].

По внешнему виду различают:

- а) кучевообразные - отдельные облачные масс, растущие вверх во время развития и распространяющиеся по горизонтали во время распада;
- б) волнистообразные - расположены в одном горизонтальном слое, но разделены на волокна, гальки или пластины;
- в) слоистообразные - распространяются в виде пелены.

Международная классификация облаков представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Международная классификация облаков по ярусам и основным формам [16, с. 98]

Ярус	Высота основания	Основные формы		
		Русское название	Латинское название	Обозначение
Верхний	Более 6 км	Перистые	Cirrus	Сi
			Cirrocumulus	Сс
		Перисто-слоистые	Cirrostratus	Сs
Средний	2-6 км	Высококучевые	Alto cumulus	Ac j
		Высоко-слоистые	Altostratus	As
Нижний	Менее 2 км	Слоистые	Stratus	St
		Слоисто-кучевые	Strato cumulus	Sc I
		Слоисто-дождевые	Nimbostratus	Ns
Облака		кучевые	Cumulus	Cu
		Кучево-дождевые	Cumulonimbus	Сb

В зависимости от высоты основания метеорологи их делят на облака верхнего яруса выше 6 км, среднего яруса от 2 до 6 км. В особую, группу входят облака вертикального развития; высота основания этих облаков, как правило, меньше 2 км, однако их вершина может быть на любой высоте в

пределах тропосферы.

Каждая группа включает несколько форм облаков, которые в свою очередь подразделяются на несколько видов и разновидностей.

Нужно также упомянуть, что именно Л. Говард ввел наименования трех основных классов облаков: перистых (cirrus), кучевых (cumulus) и слоистых (stratus).

Фотографии наиболее часто наблюдаемых форм, видов и разновидностей облаков и их описания включены в «Международный атлас облаков». Наименование облаков по международной классификации латинские, но в нашей стране часто употребляются также и русские названия.

1.2 Основные геометрические, термодинамические и микрофизические характеристики облаков

Высота нижней границы в силу неоднозначности и неточности подвергается определенным изменениям [8, с.82]. Если при перемещении внутри облака по вертикали вниз, влажность обращается в нуль это и есть нижняя граница уровня в атмосфере.

К геометрическим характеристикам облаков относятся; горизонтальные и вертикальные размеры облаков, высота нижней и верхней границ, вертикальная мощность, количество облаков.

Нижняя граница облаков определяется процессами переноса влаги и тепла в атмосфере. Она понижается при уменьшении дефицита точки росы (T_d) или коэффициента турбулентности (κ) и при увеличении вертикального градиента температуры (T) или вертикальной скорости (W).

Проводимые наблюдения показали, что высота нижней границы облаков $H_{ниг}$ характеризуется большой географической, сезонной и суточной изменчивостью.

Верхней границей облаков называют наивысший уровень в атмосфере, на котором воздух еще содержит заметное глазу количество облачных элементов.

[8, с. 87]

Так же, как и высота нижней границы $H_{нт}$, высота верхней границы облаков $H_{вг}$ находится в зависимости от географической широты, а ее значения увеличиваются по направлению к экватору [2, с.138].

Вертикальная мощность (АН) кучевых облаков колеблется в пределах 1 – 2 км, однако мощные кучевые облака могут развиваться до высоты 4 – 5 км. Вертикальная мощность кучево-дождевых облаков достигает 7 – 9 км, но может распространяться до нижней границы стратосферы (11 – 12 км). Нижняя граница кучевых облаков может располагаться в пределах 600 – 1000 м, а кучево-дождевых – 300 – 600 м.

Вертикальная мощность (АН) волнистообразных облаков имеет небольшую протяженность от нескольких десятков до нескольких сотен метров, в отдельных случаях может достигать 2 – 3 км.

Географические и сезонные различия вертикальной мощности h невелики и не выделяются на фоне обычной изменчивости.

Горизонтальные размеры облаков, получают с искусственных спутников Земли (ИСЗ), по фотографиям облачности или из наблюдений с Земли и с самолетов.

По данным наблюдениям с ИСЗ средние значения площади полей слоистообразной и волнистообразной облачности над умеренными широтами Евразии и Северной Америки колеблются в пределах от 2,2 – 3 млн. км. кв. в летние месяцы до 10 – 11 млн. км. кв. в зимние месяцы. Максимальные значения горизонтальной протяженности облаков составляют 50 – 52 млн. км. кв. К термодинамическим характеристикам облаков относятся температура на нижней и верхней границах облаков, горизонтальный и вертикальный градиент температуры в облаках, влажность воздуха и вертикальные движения. Все эти метеорологические режимы тесно связаны с показателями приземного слоя земли с характерным годовым и суточным ходом [13, с. 101].

Температура на нижней границе зависит от расслоенности облачности. Так, $T_{нт}$ второго слоя обычно меньше $T_{нт}$ первого слоя.

Для облаков среднего яруса характерен такой же годовой ход $T_{нг}$, как и для облаков нижнего яруса; но средние квадратические отклонения здесь в 1,5 – 2 раза выше. Это связано с большой амплитудой колебания высоты границ облаков среднего яруса. Как и $T_{нг}$ облаков нижнего яруса, $T_{нг}$ облаков среднего яруса в среднем на 2 – 3 °С выше в передней части циклонов и тыловой части антициклонов по сравнению с тыловой частью циклонов и передней частью антициклонов.

Температура $T_{вг}$ для облаков нижнего яруса мало отличается от $T_{нг}$. Разница температур зависит полностью от толщины облаков.

Температура на верхней границе облаков среднего яруса над центральной Европой изменяется в течение года от -22 °С до – 6 °С. Для фронтальных облачных систем температура на их верхней границе более низкая.

Средняя температура на границах облаков несколько отличается от средней температуры воздуха на той же высоте. Так, для Москвы летом температура на обеих облачных границах в среднем на 2 – 4 °С ниже средней температуры вне облака на той же высоте; зимой же она близка к ней или ниже ее на 1 – 2 °С.

С облаками связаны значительные особенности распределения температуры с высотой, а повторяемость тех или иных типов стратификации зависит от формы облаков.

Что касается горизонтальных градиентов температуры, то в безоблачной атмосфере в однородной воздушной массе он составляет 10^{-2} °С/км, но увеличивается вблизи фронтов [5, с. 69].

В облаках горизонтальные градиенты значительно больше, чем в безоблачной атмосфере. При пересечении термических неоднородностей $/dT/dx/$ может достигать 10 °С/ км и более. Вблизи верхней границы облаков градиенты доходят до 2 °С/ км. По мере удаления от нее на 100 – 200 м значения градиента уменьшаются вдвое. Внутри слоистообразных облаков значения горизонтальных градиентов температуры dT/dx не превосходят десятые доли градуса на 1 км [13, с. 108].

Одной из термодинамических характеристик облака является его влажность.

В капельных облаках влажность при состоянии насыщения над водой, т.е. $f = 100\%$. При вовлечении безоблачного воздуха в облако (это может происходить как сверху, так и сбоку) или при турбулентных потоках, направленных вниз, внутри облаков могут образовываться полости, в которых влажность ниже 100 %.

О влажности в смешанных облаках можно сказать примерно то же - в среднем она должна быть близка к состоянию насыщения над водой.

В кристаллических облаках наблюдается несколько иная картина – здесь влажность ниже значения, соответствующего состоянию насыщения над водой. В стабильных и активных кристаллических облаках влажность заключена между значениями, которые соответствуют состоянию насыщения над водой и льдом.

Важным фактором, определяющим образование облаков и поддерживающим их существование, являются направленные вверх вертикальные движения. Существуют также некоторые данные, по которым в дождевых облаках значения w_i больше, чем в облаках, из которых выпадает снег. Значения вертикальных движений w_i также выше в 1,5 – 2 раза в облачных полях, образующихся перед быстро перемещающимися холодными фронтами. По мере удаления фронтального раздела значения w_i падают.

Под микрофизическими характеристиками облаков принято подразумевать концентрацию капель в облаке и их распределение по размерам, водность, фазовое состояние и скорость падения капель.

Облака состоят из капель воды различных радиусов (r). Для количественной характеристики их распределения по размерам вводят понятие функции счетного распределения капель по размерам $F(r)$. Для объема воздуха, радиус которого заключен между r и $r + dt$, а число капель составляет $dn(r)$, можно написать:

$$f(r) dr = dn(r)/n, \quad (1.1)$$

или

$$dn(r) = n * f(r) * dr, \quad (1.2)$$

где n - общее число капель в том же объеме воздуха;

r - радиус капель.

При некотором значении радиуса r_m (модальный радиус) функция $f(r)$ достигает максимума. Величина этого максимума, как и величина r_m , изменяется в зависимости от вида облака, стадии его развития, высоты над основанием облака и других факторов [8, с.46].

Размеры капель меняются в широких пределах: от долей мкм (размер обводненных ядер конденсации) до нескольких десятков мкм. Но большинство капель имеют радиус в пределе 2-20 мкм.

Размеры минимальных радиусов r_{min} обычно не выходят за пределы 0,2 – 1,5 км. Значения модального (наиболее часто встречающегося) радиуса колеблются между 3 – 7 мкм, а в смешанных облаках между 1,5 и 5 мкм.

На практике спектр капель чаще всего описывают с помощью гамма-распределения:

$$n(r) = a * r^m * e^{-br} \quad (1.3)$$

где a , b , m – параметры, определяющие конкретный вид спектра $n(r)$.

Для параметров «а» и «b» теоретическим путем были получены выражения:

$$a = (1/r * (m+1)) * (m/rm)^{m+1}, \quad (1.4)$$

$$b = m/rm, \quad (1.5)$$

С учетом выражений и не представляет труда получить соотношения для расчетов среднеарифметического (\bar{r}) и среднекубического (\bar{r}^3) радиусов облачных капель:

$$\bar{r} = \int_0^{\infty} r * n(r) * dr = rm/m * [\Gamma*(m+2)/\Gamma*(m+1)], \quad (1.6)$$

$$\bar{r}^3 = \left(\int_0^{\infty} r^3 * n(r) * dr \right)^{1/3} = rm/m * [\Gamma*(m+4)/\Gamma*(m+1)]^{1/3}, \quad (1.7)$$

Концентрация облачных капель - это общее их число в единице объема – в среднем в континентальных капельных облаках составляет 200 – 600 см³, а в морских в 5 раз меньше.

Наиболее сильно зависимость водности от температуры прослеживается для облаков неконвективных форм в умеренных широтах. Эта зависимость может быть аппроксимирована следующим выражением:

$$G = 0,04 + 52,5/(273 + t) * \exp(0,043 t), \text{ г/м}^3, \quad (1.8)$$

где t – температура облака в °С.

К настоящему времени собрано большое количество информации, которая позволяет выделить зависимость средней водности от температуры для облаков различных форм.

Также одной из важных микрофизических характеристик облака является его фазовое строение (структура) – соотношение капель и кристаллов (по массе, по числу частиц) в единице объема воздуха.

Фазовая структура облака не является застывшей. Она может быть различной в разных точках облака и меняться со временем.

Сегодня практически отсутствуют данные о фазовом строении облаков, но можно выделить три основные градации фазового состояния облака – капельное, смешанное и кристаллическое.

Основными факторами, от которых зависит фазовое строение облака,

являются температура и вертикальные движения.

Существуют два возможных процесса, в результате которых зародышевые капельки могут достигать радиусов в несколько микрон и создавать таким образом облако: диффузия водяного пара и конденсация на их поверхности, а так же их рост благодаря слиянию капелек, движущихся относительно друг друга в силу броуновского движения, микротурбулентности и различных скоростей падения под действием силы тяжести. Рассмотрим эти процессы более подробно [11, с. 114].

Сначала капельки растут в основном за счет конденсации водяного пара (переход водяного пара, находящегося в воздухе в жидкое состояние). Конденсация выражается в образовании зародышей, т.е. комплексов молекул с пониженной кинетической энергией. Если такие комплексы оказываются устойчивыми, то они превращаются в капли и кристаллы.

Возьмем изолированную каплю на гигроскопическом ядре при постоянных температуре и насыщении. Тогда скорость роста капли можно выразить:

$$dm/dt = 4\pi r D * [p_{>v} - p_v(r)], \quad (1.9)$$

$$r * dr/dt = DM/pRT * [p - p'(r)] = DM/pRT * [S p_s(T) - p'(r)], \quad (1.10)$$

где m , r , ρ – масса, радиус, плотность капли;

$D = 0,22 \text{ см}^2/\text{с}$ – коэффициент диффузии водяного пара в воздухе;

p_v , p – плотность и упругость водяного пара в удаленной от капли среде;

$p_{>v}(r)$, $p'(r)$ – соответственно у поверхности капли;

$p_s(T)$ – насыщенная упругость пара в окружающей среде;

$S = p/p_s$ – степень насыщения;

M – молекулярный вес воды;

R – универсальная газовая постоянная.

Если капля выросла до такого состояния, что концентрация соли и кривизна поверхности капли уже более не оказывают заметного влияния на упругость пара в непосредственной близости к ее поверхности, то можно принять $p'(r) = p_s(T_r)$ и уравнение 1.10 тогда примет вид:

$$(P - p_s(T_r)) / p_s(T) = [pRT / p_s(T) DM]^* r^* dr / dt, \quad (1.11)$$

Коагуляционный рост капель обусловлен соударением капель друг с другом, в результате которого происходит их слияние. Это приводит к превращению мельчайших облачных элементов в меньшее число более крупных элементов и в конечном счете к возможности выпадения укрупненных элементов из облака в виде осадков. Если происходит слияние сталкивающихся капель, то крупная капля будет расти со скоростью:

$$dm / dt = 4\pi r^2 p dr / dt = E_1 * E_2 * \pi r^2 w^* (V - \dot{V}''), \quad (1.12)$$

где E_1 – коэффициент столкновения;

E_2 – коэффициент слияния;

w -водность;

V и \dot{V}'' – скорости падения крупной и более мелкой капли соответственно.

Произведение $(E_1 * E_2)$ обычно принято называть коэффициентом эффективности столкновения.

Так как $(E_1 * E_2)$ и V являются возрастающими функциями R , то рост капли в результате коагуляции однажды начавшись, будет усиливаться [11, с. 126].

За исключением условий необычайно высокого пресыщения рост облачных капель до радиуса 20 мкм будет происходить в результате конденсации, но при дальнейшем росте капель преобладающая роль принадлежит коагуляционному росту.

В облаках, вершины которых приподнимаются выше $t=0^\circ\text{C}$, наблюдается

взаимодействие капель с ледяными кристаллами, приводящее обычно к неустойчивости микроструктуры облаков и, следовательно, образованию осадков [8, с.89].

Если ледяной кристалл находится в окружении большого числа переохлажденных капель, то состояние будет неустойчивым. Равновесное давление пара надо льдом меньше, чем над водой при той же температуре и, следовательно, ледяной кристалл будет расти за счет диффузии пара, а капли будут испаряться, восполняя убыль пара.

Если ледяной кристалл вырастает заметно крупнее окружающих его капель, то он начинает падать относительно их; при этом возможно столкновение кристалла с каплями. Если происходит столкновение кристалла с другими ледяными кристаллами, то образуются снежинки, а если они захватывают капли, то может образоваться крупа или град. Когда ледяная частица опускается ниже уровня нулевой изотермы, то она может растаять и выпасть через основание облака как капля, неотличимая от капель, образовавшихся в результате коагуляции.

2 Общая характеристика и физико-географическое описание района г.Туапсе

2.1 Общая характеристика исследуемого региона

Расположенный на Черноморском побережье Северного Кавказа, МО Туапсе протянулся в длину на 91 км от села Шепси до села Бжид Джубгского района, а в ширину, в горы, на 68 км до села Афапостик. Площадь Туапсинского района 2366,4 кв. км (рисунок 2.1). Территория района занята Главным Кавказским хребтом и его отрогами. Горы низкие, их средняя высота 500-700 метров над уровнем моря. Они круто спускаются к побережью, образуя отвесные обрывы и террасы. У подножия гор теснятся неширокие галечные и частично песчаные пляжи, тянущиеся на десятки километров [19, с. 8].



Рисунок 2. 1 — карта Туапсинского района

Территория района занята Главным Кавказским хребтом и его отрогами. Горы низкие, их средняя высота 500-700 метров над уровнем моря. Они круто спускаются к побережью, образуя отвесные обрывы и террасы. У подножия гор теснятся неширокие галечные и частично песчаные пляжи, тянущиеся на десятки километров.

Наиболее высокие вершины в границах района: Большое Псеушко-1098 м, Шепси – 1844м, Два брата-1000м, Семашко -1024 м.

Вечно снежных вершин и ледников нет. Снежный покров даже на самых высоких горах неустойчив и неглубок, держится сравнительно короткое время. Сильные морозы в горах ослабевают по мере снижения их к морю, в Туапсе снег лежит несколько дней, а иногда всего несколько часов.

Все горы и террасы, а также дно моря сложены светло-серыми известково-глинистыми сланцами, «трескунами» по местному выражению, известковыми мергелями, темно-серыми мелкозернистыми песчаниками и флишем-переслоем песчаника и глинистого сланца, кое-где меловыми отложениями.

Для района характерно большое количество осыпей и оползней. Склоны гор изрезаны многочисленными глубокими ущельями, и балками, по дну которых текут ручьи и речки. Они сливаются в более глубокие короткие реки, впадающие в Черное море. Наиболее крупные реки района: Джубга, Шапсухо, Нечепсухо, Ту, Небуг, Агой, Паук, Туапсе, Дедеркой, Шепси. Во время ливней и больших паводков эти реки превращаются в бурные потоки. Они бушуют, ломают мосты, смывают поваленные деревья и часто заносят речные поймы. В такое время реки затопляют в устьях берега и причиняют немало бед. Однако очень быстро вода спадает. Реки мелеют, а в летнюю жару даже пересыхают. Особенно характерна в этом отношении река Ту, протекающая около села Ольгинка [7, 45].

Реки часто меняют после паводков свои русла, образуют массу островов – отмелей и перекатов. В верховьях рек Небуг, Агой, Дедеркой, Шепси, Бешеная – приток Челипси и других встречаются разной высоты водопады.

Реки помогают Черному морю в образовании пляжей. Во время бурных паводков они выносят массу пород - щебенку, камни, обломки от осыпей. Мигрирующие морские течения близ берегов подхватывают камни, превращая их со временем в гальку или песок, и выбрасывают на берег. В устьях рек пляж

расширяется до 30 метров.

К юго-востоку от далеко выдвинутого в море мыса Кадош расположена открытая Туапсинская бухта с долинами рек Туапсе и Паук.

Вследствие значительной высоты истоков и малой протяженности реки Туапсинского района отличаются большими уклонами. Ложе русла у них обычно каменистое или галечниковое, а долины, особенно в верхнем течении каньонообразны. Эти реки имеют преимущественно дождевое питание [15, с. 193].

Максимальный сток здесь совпадает с максимумом дождей и приходится на зимний период. Реки относятся к средиземноморскому типу водного режима. Типичной рекой района является Туапсе. Истоки ее лежат на южном склоне Большого Кавказа. Она маловодна, летом сильно пересыхает. Питается река атмосферными осадками и грунтовыми водами. Режим ее поводочный. Бассейн характеризуется следующими параметрами: площадь водосбора равна 352 км², длина реки 35 км, среднегодовой расход воды у города Туапсе около 14м³/с [7, с.53].

2.2 Климатические особенности, опасные и стихийные гидрометеорологические явления в районе Туапсе

Поскольку район Туапсе географически находится на границе двух климатических поясов, температурные условия характеризуются большой изменчивостью, а из-за большого притока солнечной радиации в среднем наблюдается довольно высокая годовая температура воздуха.

Хотя в характеристике климата здесь разграничить год на четыре сезона почти невозможно. Легче рассматривать с точки зрения двух периодов: теплый (с апреля по октябрь) и холодный (с ноября по март).

Об этом свидетельствуют данные таблицы 2.1, где приведены средние значения температуры воздуха за отдельные периоды и за весь ряд наблюдений

в целом.

Таблица 2.1 - Средние и экстремальные температуры воздуха, °С [18, с. 198]

Темпера-тура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя в Туапсе	4,4	4,7	7,2	11,1	16	20,0	23,0	23,0	19,0	15,0	10,0	6,7	13,8
Максим.	20	22	29	30	34	36	41	39	38	34	26	24	41
Миним..	-18	-19	-15	-4	3	7	10	8	3	-7	-8	-18	-19
Квадрат 20 Средняя	6,4	5,5	6,7	10,7	15,	20,1	23,3	23,0	22,2	16,3	12,0	8,1	14,1

Апрель и октябрь являются переходными месяцами соответственно от холодного к теплomu и от теплого к холодному периоду. Максимум осадков выпадает в холодный период в виде длительных, нередко интенсивных дождей. Снежный покров бывает только в отдельные дни на побережье и более длительное время в глубине района.

Сразу следует пояснить, что относительно устойчивый характер по температурному режиму в описываемом районе носит только лето.

Отсутствие метелей и устойчивого снежного покрова, незамерзающее море, малая повторяемость туманов и большое число ясных дней создают, в общем, хорошие условия для работы авиации, водного, железнодорожного и автомобильного транспорта.

Мягкий климат позволяет организовывать в районе целый ряд здравниц. К недостаткам надо отнести, прежде всего, неравномерное выпадение осадков. Они бывают в основном зимой и минимум – летом, когда идет созревание плодов.

Наличие микрорайонов, связанных с горным рельефом, создает такие положения, когда соседние долины оказываются резко различными по климатическим условиям.

Наиболее низкое атмосферное давление устанавливается в июле, самое высокое в октябре – ноябре. Наиболее резкие изменения давления носят

эпизодический характер и вызываются обычно прохождением циклонов.

В среднем в районе Туапсе за год наблюдается 61 день без солнца, из них 46 дней приходится с ноября по март, в том числе 11 дней бывает в декабре и январе.

В июле и августе, как правило, наблюдается ясная погода. В отдельные годы дней без солнца не бывает в период с апреля по октябрь.

В таблице 2.2 показан годовой ход средних многолетних значений атмосферного давления на уровне станции (41 м).

Таблица 2.2 – Атмосферное давление воздуха на уровне станции, гПа

Месяц	Среднее	Максимальное	Минимальное
01	1013,1	20,6	5,9
02	1012,2	17,4	5,6
03	1011,7	15,7	6,0
04	1009,4	12,4	6,9
05	1009,2	12,5	6,4
06	1007,6	9,9	3,7
07	1005,7	8,6	3,0
08	1006,7	9,9	4,8
09	1010,5	12,8	6,2
10	1014,3	16,7	9,8
11	1014,3	21,0	10,4
12	1013,6	25,7	8,3
Год	1010,7	11,7	8,0

Атмосферное давление имеет четко выраженный годовой ход. Наиболее низкое давление устанавливается в июле, самое высокое – в октябре-ноябре.

От ноября вплоть до июля происходит постепенное понижение давления от месяца к месяцу. Несколько интенсивнее, чем в другие месяцы, давление понижается от месяца к месяцу от марта к апрелю на 2,3 гПа, от мая к июню на 1,6 гПа, от июня к июлю на 1,7 гПа. Почти не изменяется давление от апреля к маю, понижение его составляет всего 0,2 гПа. Если понижение давления от наибольшего к наименьшему происходит за 8 месяцев, то его повышение

наблюдается всего за три месяца.

Надо отметить, что в октябре и ноябре в районе Туапсе стоит высокое мало меняющееся давление. Относительно высокое атмосферное давление в холодную половину года устанавливается в исследуемом районе под влиянием отрога Сибирского антициклона. В теплый период года Сибирский антициклон разрушается. Черное море переходит под влияние Азорского антициклона, отдельные отроги которого доходят до меридиана 50°, создавая на северо-восточном побережье Черного моря уменьшение атмосферного давления.

В таблице 2.3 представлен суточный ход атмосферного давления

Таблица 2.3 – Суточный ход атмосферного давления на станции Туапсе

Срок	21	00	03	06	09	12	15	18	Амп.
01	1013,2	1013,2	1013,2	1012,9	1013,3	1013,3	1012,6	1012,8	0,7
02	1013,3	1013,2	1013,1	1013,0	1013,4	1013,5	1012,9	1013,0	0,6
03	1012,5	1012,4	1012,2	1012,0	1012,6	1012,7	1012,4	1012,2	0,7
04	1009,2	1009,2	1008,6	1009,1	1009,4	1009,2	1008,8	1008,8	0,8
05	1006,6	1009,8	1009,6	1010,0	1010,2	1010,4	1009,4	1009,4	0,8
06	1008,1	1008,2	1008,1	1008,4	1008,5	1008,4	1007,9	1007,9	0,6
07	1006,2	1006,4	1006,3	1006,4	1006,4	1006,5	1006,0	1006,0	0,5
08	1006,9	1007,1	1007,0	1007,2	1007,2	1007,1	1006,7	1006,7	0,5
09	1010,8	1010,9	1010,8	1011,1	1011,2	1011,0	1010,6	1010,6	0,6
10	1014,1	1014,2	1014,0	1014,4	1014,5	1014,0	1013,9	1013,9	0,6
11	1014,8	1014,8	1014,7	1015,2	1015,2	1014,0	1013,9	1013,9	0,6
12	1014,1	1014,1	1014,2	1014,2	1014,1	1013,5	1013,8	1013,8	0,7
Год	1011,0	1011,1	1011,0	1011,3	1011,4	1011,0	1010,8	1010,8	0,6

Наиболее резкие изменения атмосферного давления носят периодический характер и вызываются обычно прохождением циклонов, при этом в отдельных случаях суточные колебания давления достигают 5 – 10 гПа, а иногда и более. Например, в декабре 1993 года суточное изменение давления достигло 16,6 гПа.

С температурным режимом тесно связана влажность воздуха. Средние месячные упругости водяного пара в течение всего года возрастают в направлении от берегов к открытому морю. Годовой пар упругости водяного

пара почти соответствует годовому ходу температуры воздуха. В среднем над морем амплитуда на 3 – 4 гПа больше, чем на побережье. Однако время наступления экстремумов над морем и на побережье совпадает. И в том и в другом случае максимум приходится на июль, а минимум на февраль.

На черноморском побережье на суточный ход упругости водяного пара оказывают влияние бризы. При этом летом наблюдаются два максимума – днем и вечером (13 и 19 часов) и два минимума – во вторую половину ночи и утром (1 и 7 часов).

Так же как и упругость водяного пара, относительная влажность воздуха возрастает в сторону открытого моря.

В Туапсе минимум относительной влажности приходится на сентябрь, ноябрь, декабрь и март, максимум - на май и июнь. В открытом море максимум отмечается в апреле, а минимум в ноябре. Годовые амплитуды достигают 5 и 14 % соответственно.

Суточный ход относительной влажности противоположен суточному ходу температуры воздуха. В течение всего года ее максимум наблюдается ночью, а минимум – днем. На побережье в зависимости от времени года наступление максимума регистрируется в промежутке между 24 и 5 часами, а минимума – между 11 и 17 часами.

Анализ данных о повторяемости ясного, полу ясного и пасмурного состояния неба показывает, что в теплую часть года в Туапсе преобладает ясная погода с облачностью 0 – 2 балла, в холодную же – пасмурная погода с облачностью 8 – 10 баллов.

Особенности распределения сумм осадков над акваторией моря связаны с характером развития процессов атмосферной циркуляции над морем и прилегающими к нему районами. В районе Туапсе выпадает довольно большое количество осадков, обусловленное тем, что Кавказские горы являются препятствием на пути влажных воздушных масс, поступающих со стороны моря. Изменение количества осадков в течение года типично для субтропической зоны с зимним максимумом в декабре и летним в июле, а

минимумом в мае. Весенний минимум осадков совпадает с периодом ослабления циклонической деятельности при еще недостаточной развитой конвекции [24, с. 286].

От года к году месячные и годовые суммы осадков изменяются в больших пределах.

Суточный ход осадков над Черным морем и его побережьем или не прослеживается вовсе, или выражен нечетко. Зимой и весной больше осадков выпадает утром, в 6 – 8 часов. Менее всего вечером, в 18 – 21 час. Летом чаще всего дожди идут утром с максимумом коло 5 часов, а осенью – ночью с максимумом около 2 часов.

Преобладают в течение года ливни. Обложные осадки выпадают с октября по июнь. Наибольшая их повторяемость в марте. Морозящие осадки наблюдаются с декабря по июнь, а осадки в виде снега – с ноября по апрель.

Наиболее сильные ливни, причиняющие ущерб городу, наблюдаются в среднем 1 раз в 4 – 5 лет.

Снежный покров наблюдается не каждый год, в среднем он отмечается в течение 11 дней за зиму.

Гидрометеорологическими явлениями, снижающими эффективность и создающими угрозу безопасности проведения работ в порту, являются: ветер, волнение, тягун, осадки, туман, гололед, грозы.

Ветер скоростью 12 м/с и более любого направления является опасным явлением (ОЯ) погоды.

При ветре 12-15 м/с и более от ВЮВ, ЮВ, Ю, ЮЗ, З и СЗ работы в порту затрудняются и частично прекращаются: с 15 м/с прекращается швартовка судов и работа порталных кранов, поскольку при такой скорости ветра краны могут опрокидываться. При штормах от указанных выше румбов стоянка судов у причалов опасна.

При штормовых ветрах стоянка судов надежней у причалов, расположенных с подветренной стороны, но именно здесь процесс налива нефти особо затруднен (имели место случаи отхода шланговых устройств).

Особенно опасным ветер от ЮВ является для I-го причала (южный мол), 5-го и 6-го (нефтепирс), для 9-го и 10-го причалов (широкий мол) – 12 м/с и более, а на причалах 2, 3 и 4 ЮВ ветер опасен с 20 м/с и более. При очень сильных ветрах более 25 м/с суда от этих причалов выводят на внешний рейд.

Штормовой ветер любого направления затрудняет выход и заход судов в порт, натягивает и рвет швартовые, наваливает суда на причалы.

Поскольку южный мол и нефтепирс ориентированы на СВ, то грузовые операции в порту по наливу нефти продолжаются при СВ ветре до 25 м/с.

С переходом штормового ветра от ЮВ и Ю к ЮЗ и З из порта стараются вывести все суда на внешний рейд. Переход ветра от ЮВ к ЮЗ и З обычно бывает при прохождении атмосферных фронтов через восточные районы Черного моря. При этом в Туапсинском порту появляется зыбь и тягун. Сильного СЗ и В ветра в порту не бывает.

Шквалы опасны от Ю, ЮЗ, З. При шквалах прекращаются погрузочно-разгрузочные операции.

Волнение моря при высоте волны 13 дм и более отрицательно влияет на работу порта. При волнении свыше 15 дм затрудняется вход и выход судов из порта, отменяется заход в порт пассажирских судов. Сильное волнение затрудняет погрузо-разгрузочные операции, вызывает простой судов. Иногда наносятся повреждения береговым сооружениям (причалам, волноломам, оградительным дамбам, нефтепроводам и т.п.). Кроме того, волнение разрушает берега бухты, уносит в море гальку, разрушает пляжи. Волнение опасно для рыболовецких судов – приводит к потере орудий лова, спортивных судов, шлюпок, купальщиков.

Одним из наиболее опасных гидрологических явлений, делающих невозможной стоянку судов в порту, является тягун. Это своеобразное волнение моря вызывает такие сильные периодические горизонтальные движения судов, стоящих у причалов, что стальные и капроновые канаты не могут удержать судно, швартовые лопаются. Корабль, стоящий у причала, начинает тянуть взад и вперед. Суда срываются с якорей. Возникает угроза

столкновения судов, навала их на причал, выноса на мель. Суда бьются друг о друга, о причал. Деформируются корпуса, разрушаются причалы. В порту Туапсе это явление выражено наиболее ярко. И начиная с умеренного, тягун опасен для всех причалов без исключения. Пока единственный способ избежать последствий тягуна – разрушений причалов и судов – заключается в своевременном выводе судов на внешний рейд.

Температура воздуха заметного влияния на работу флота не оказывает, а влияет только на некоторые грузы. Температура воздуха ниже 5° мороза опасна при погрузке цитрусовых. При отрицательной температуре увеличивается вязкость некоторых нефтепродуктов, что затрудняет их перегонку. Температура воздуха выше 30° создает угрозу для легко воспламеняющихся грузов.

Осадки задерживают погрузочно-разгрузочные работы, вызывают порчу грузов, подверженных воздействию влаги (зерно, сахар).

Туман и плохая видимость (из-за интенсивных осадков и снегопадов, парения моря) могут вызвать столкновения судов при заходе в порт и маневрирование их в порту, ограничивают погрузочно-разгрузочные работы. Проводка судов прекращается при видимости менее 50 м по горизонтали, а при видимости 30 м по вертикали прекращаются работы кранов.

Туманы в районе Туапсе возникают, главным образом, весной. Суточный ход туманов выражен слабо. Преимущественно они наблюдаются во второй половине ночи и утром. Туманы отмечаются при ветрах различной четверти, но наиболее часты они при штиле и при слабых юго-восточных ветрах.

В районе Туапсе в холодный период года наблюдается особый вид тумана – парение моря, образующийся в холодном воздухе над открытой поверхностью более теплой воды, при большой разности их температур. Парение моря отмечается в период с октября по февраль и имеет наибольшую повторяемость в январе. Наибольшая повторяемость отмечается в утренние часы.

Наблюдающиеся в порту колебания уровня вредного воздействия на портовые сооружения не оказывают.

Гололед в районе Туапсе бывает не каждый год. В основном он может быть с ноября по март.

Грозы в Туапсинском районе наблюдаются в течение всего года, но наибольшая их повторяемость приходится на июль и август. Возможность гроз зимой является характерной особенностью района. Суточный ход гроз в холодный период выражен слабо, летом грозы чаще всего наблюдаются ночью.

Опасны грозы для танкеров. При погрузке нефти на танкере происходит обильное выделение летучих легко воспламеняющихся газов. При грозовых разрядах этот газ может легко воспламениться, поэтому при грозах налив танкеров прекращается. Для сухогрузных судов грозы не опасны.

Град в районе выпадает редко. Случаи выпадения града отмечаются в течение всего года.

Смерчи наблюдаются в теплую половину года, преимущественно в июне-сентябре. Продолжительность отдельного смерча составляет в среднем 30 минут. Обычно смерчи сопровождаются грозами и ливнями. Чаще всего смерчи образовывались и разрушались в море, но иногда они выходят на сушу, производя большие разрушения на берегу. Опасны смерчи для грузов и людей, но через акваторию порта они проходят редко.

Температура воды на работу флота влияние не оказывает. От солёности воды зависит ее плотность, которая учитывается при загрузке судов. Изменение плотности на одну единицу может вызвать изменения в загрузке судна до 10 см. Недогруз судна на такую величину приносит пароходству огромный материальный ущерб, особенно при экспорте груза.

3 Синоптические условия выпадения осадков, динамика распределения осадков в районе Туапсе

3.1 Синоптические условия выпадения осадков в районе Туапсе

Изучению условий выпадения сильных осадков на восточном побережье Черного моря посвящено много работ. Сложные физико-географические особенности Кавказа под воздействием общих циркуляционных процессов обуславливают частое выпадение сильных осадков. Поэтому, в настоящее время уделяется большое внимание изучению условий выпадения сильных осадков в конкретном физико-географическом районе Кавказа и его Черноморского побережья.

Во многих работах синоптического характера изучаются генезис обильных осадков, и проводилась типизация процессов, обуславливающих их выпадение. Основная трудность заключается в большой изменчивости облачности и осадков при отсутствии достаточной информации об их пространственном распределении и о тех процессах, с которыми связано развитие облачных систем и выпадение осадков.

В зависимости от траектории смещения циклонов учеными установлена четыре общие схемы развития процессов [4, с. 71]:

- прохождение холодного фронта с запада;
- с северо-запада;
- холодные фронты, связанные с выходом южных циклонов на Азовское море;
- выход Каспийских циклонов на Северный Кавказ и Ростовскую область.

Изучая особенности термобарических полей в рассматриваемых районах, выявлены следующие особенности:

1. В случае интенсивных дождей, когда осуществляются 1, 3 и 4 схемы развития синоптических процессов, адвекция холода на рассматриваемую территорию распространяется с юга Скандинавии, Польши и Белоруссии. В случае небольших дождей холодный воздух поступает сначала

на Балканский полуостров, а затем уже на Черное море;

2. При осуществлении 2-й схемы для случаев интенсивных дождей воздух на рассматриваемую территорию поступает с северо-востока ЕТС, а в случае небольших осадков – с северо-западных районов ЕТС на Среднюю Азию;

3. При выходе Каспийских циклонов и циклонов на Азовское море интенсивные осадки вызывают только те циклоны, которые имеют одну или две замкнутые изогипсы на 700 мб поверхности, т.е. являются средним или высоким барическими образованиями.

Одной из основных особенностей синоптических процессов, сопровождающихся интенсивными осадками, является меридиональность процесса, обуславливающая заток холодного воздуха с северных морей на юг ЕТС и северо-запад Черного моря.

Оформление высотной ложбины и отдельного центра антициклона над Малой Азией, большая неустойчивость и высокое влагосодержание воздушных масс в зоне фронта являются важными факторами выпадения интенсивных ливневых осадков. Важную роль играет и сложная орография местности Кавказа, оказывающая механическое воздействие на динамику циркуляционных процессов и на возникновение мощных вертикальных потоков над горной частью Кавказа. Черное море играет большую роль в увлажнении воздуха.

Между обострением и размыванием фронтов и изменением кривизны барической ложбины установлена прямая связь: с увеличением кривизны ложбины обычно происходит обострение фронта, с уменьшением – размывание. Большое влияние оказывает и направленность перемещения фронтов по отношению к Кавказскому хребту. Фронты, смещающиеся с севера, как правило, увеличивают интенсивность осадков в предгорных районах за счет вынужденного подъема воздуха на наветренной части гор. Происходит орографическое обострение фронтов.

Для выявления синоптических условий выпадения сильных и очень

сильных осадков были рассмотрены 120 случаев с осадками. Анализ позволил выделить 2 основные группы – фронтальные и бесфронтальные осадки. Из рассмотренных 120 случаев – 95 фронтальных и 25 бесфронтальных.

Сильные и очень сильные осадки в Туапсинском районе отмечаются в течение года, причем в теплое полугодие они носят ливневый характер и обусловлены наличием в атмосфере больших конвективных вертикальных скоростей. В холодное полугодие характер осадков как ливневый, так и обложной, и обуславливаются они атмосферными фронтами. В большинстве случаев ливневые осадки сопровождаются грозами, шквалистыми усилениями ветра, летом – нередко градом.

Трудность прогноза осадков определяется многочисленностью факторов, участвующих в их формировании, и сложной зависимостью между ними: скорость перемещения и эволюции фронтов, влагосодержание воздушных масс, величина вертикальных движений воздуха, интенсивность и мощность холодного вторжения, наличие замкнутого очага холода и его положение, определенные особенности в структуре приземного высотного барического поля. Одновременный учет выше перечисленных факторов является необходимым, но не всегда возможным по ряду объективных причин.

В результате анализа приземных и высотных синоптических карт погоды за 03 и 15 часов и исследования отобранных случаев были выявлены некоторые особенности структуры барического поля и фронтов. Особое внимание было уделено району, ограниченному $20 - 45^{\circ}$ в.д. и $35 - 55^{\circ}$ с.ш. Синоптическая обстановка, обуславливающая сильные и очень сильные осадки, характеризуется развитием над югом ЕТС и Черным морем глубокой ложбины при перемещении циклонов севернее 50-й параллели или наличием циклона над этими районами, или выходом южных циклонов. При качественной оценке синоптической обстановки у поверхности Земли следует обращать внимание на наличие или отсутствие блокирующих факторов – над Западной Европой, Западной Сибирью и Казахстаном или крайними юго-восточными районами ЕТС обычно располагаются гребни антициклонов.

Высотное барическое поле представляет хорошо выраженную ложбину над югом ЕТС и Черным морем, к западу и востоку от которой расположены гребни, ориентированные далеко на север и на юг. При таком расположении барических систем циркуляция над Европой меридиональная или близка к ней и приводит к застою холода в южные широты в тылу высотной ложбины и выносу тепла к северу в ее передней части.

Вследствие этого ложбина или циклон углубляются как у земли, так и на высотах, причем, обязательным является наличие над районом моря восточнее 33° в.д. на поверхностях АТ-700, 500 гПа хорошо выраженной расходимости изогипс. Циклоническая кривизна изогипс возрастает со временем, а иногда с высотой, но бывают случаи, когда циклоничность резко выражена только на 1,5 и 3 км, а на высоте 5 км изогипсы имеют антициклональный изгиб, со временем уменьшающийся. Термическая ложбина обычно совпадает с барической и часто в период выпадения сильных осадков их оси совмещаются, располагаясь к востоку от 35° меридиана. Одним из важнейших факторов, обуславливающих образование осадков, является большое влагосодержание воздуха. Средний суммарный дефицит влажности в приходящей воздушной массе в дни с сильными дождями в слое 850 – 500 гПа составляет 3 – 10°.

Фронтальные ливни. Анализ 95 случаев фронтальных осадков показал, что они были вызваны холодными (76,8 %), теплыми (8,4 %) фронтами и фронтами окклюзии (14,8 %).

Опасные и особо опасные фронтальные ливни в Туапсинском районе отмечаются независимо от времени года, обуславливаются развитием активной циклонической деятельности над Европой или Средиземным морем и связаны с циклонами, смещающимися с северо-запада или с выходом циклонов на Черное море.

Анализ аэросиноптического материала показал, что сильные ливни наблюдаются на хорошо выраженных холодных фронтах, перемещающихся на Черное море и замедляющих свое движение у Кавказского хребта, на фронтах окклюзии, при прохождении вторичных холодных фронтов в тыловой части

циклона. Направление перемещения фронтов самое разнообразное – с северо-запада и севера, с запада и юго-запада.

Случаи сильных ливней, связанных с холодными фронтами, перемещающимися с северо-запада представляют наибольший интерес, так как они характеризуются большой повторяемостью и дают наибольшее количество осадков.

Отличительной чертой этого процесса является наличие меридионального высотного и приземного барических полей над Европой. У земли над ЕТС располагается углубляющаяся ложбина, блокируемая с запада и востока гребнями. В тылу перемещающихся по северу циклонов над Скандинавией и севером ЕТС вследствие затoka арктического воздуха формируется антициклон. Смещение антициклона к югу обуславливает смещение арктического фронта на Северный Кавказ [7, с.131].

Чаще всего термобарическое поле характеризуется меридиональностью высотных потоков над западной и южной Европой, над Черным морем и югом ЕТС высотная ложбина расположена более широтно. Наличие устойчивого высотного гребня над Западной Европой и Скандинавией способствует проникновению масс холодного воздуха к югу. Адвекция холода в этих случаях интенсивна и не изолируется с северо-запада адвекцией тепла. На территорию Черного моря продолжает поступать теплая и влажная воздушная масса с юго-запада – в передней части ложбины, направленной с Баренцева и Карского на Средиземное море. Перемещение двух конвергирующих воздушных масс со значительными контрастами температуры приводит к активизации фронтальной зоны и углублению высотной и приземной ложбин. Потоки приобретают направление параллельное фронту. Это приводит к возникновению волновых возмущений на фронте и уменьшению скорости его перемещения, особенно когда фронт начинает огибать хребты Кавказских гор. Вследствие большой вертикальной мощности переместившейся к югу холодной воздушной массы неустойчивость в атмосфере развивается до больших высот.

Скорость вертикальных движений на фронте резко возрастает за счет

вынужденного подъема воздуха по наветренным склонам гор и за счет упорядоченных вертикальных движений, вследствие увеличения кривизны ложбины, в которой располагается фронт. Во влажном воздухе развивается исключительно мощная конвекция, обуславливающая сильные и очень сильные ливни. Часто этот процесс сопровождается образованием орографической окклюзии, что также приводит к выпадению сильных осадков [1, с.131].

Ливневые осадки – явление локальное и неоднократно повторяющееся, поэтому конкретный прогноз времени и места их выпадения очень сложен. Однако из опыта практической работы были выявлены общие благоприятные синоптические условия, учет которых должен ориентировать синоптика на возможности возникновения НЯ и ОЯ в Туапсинском районе:

1. Активная ВФЗ, ориентированная или перпендикулярно к Кавказскому хребту или параллельно ему, со скоростью потока над югом ЕТС, превышающей чаще всего 70 – 80 км/час;
2. Над югом ЕТС и Черным морем на АТ 700,500 гПа хорошо выраженная ложбина с расходимостью изогипс восточнее 33° в.д.;
3. Контраст температуры в зоне фронта на 500 км у Земли более 5 – 7 °С, на АТ 850 гПа более 7 – 9 °С, на АТ 700 гПа более 6 – 8 °С;
4. Контраст температуры в ВФЗ более 5-6 °С/500 км (от 500/1000)
5. Волновое возмущение на фронте у поверхности земли над югом ЕТС;
6. Двусторонняя адвекция в области волнового возмущения;
7. Уменьшение скорости перемещения фронта над крайним югом ЕТС до 10 – 15 км/час, в отдельных случаях она составляет 30 км/час и более;
8. За фронтом активная адвекция холода во всей тропосфере, изменение геопотенциальных высот на карте от 500/1000 более 15 гПа дам/24час;
9. Расположение оси барической и термической ложбин в районе, ограниченном меридианами 20 – 45° в.д., и сближение их по мере приближения фронта к Кавказскому хребту;
10. Наличие замкнутого очага холода в районе 26 – 42° в.д. и 50 – 55°с.ш.;
11. Большое влагосодержание воздушных масс, взаимодействующих у

фронта, удельная влажность холодного воздуха не менее 6 – 8 г/кг на АТ 850 гПа и 4 – 6 г/кг на АТ 700 гПа.

Бесфронтальные ливни. Сильные и очень сильные ливни, не связанные с фронтами, чаще всего наблюдаются в летнее время года, и обусловлены наличием, а атмосфере конвективных вертикальных скоростей. К этой группе отнесены случаи образования внутримассовых ливней и гроз в Туапсинском районе. Анализ случаев выпадения сильных летних ливней (продолжительностью иногда от 1 до 4 суток) сопровождающихся стихийными бедствиями и значительными повреждениями показал, что в большинстве случаев они вызваны интенсивным динамическим и термическим влиянием склонов гор и носят преимущественно локальный характер.

Синоптическая обстановка в этих случаях характеризуется малоградиентным полем пониженного давления и отсутствием ярко выраженных атмосферных фронтов. Сильные дожди в подобных ситуациях формируются под влиянием конвекции внутри однородной воздушной массы и на размытых фронтах.

На картах барической топографии во всей тропосфере над территорией ЕТС располагается хорошо развитый циклонический вихрь, по обе стороны которого находятся гребни. Медленно заполняющаяся ложбина высотного циклона ориентирована с севера на юг или юго-восток – на районы Черного моря и Кавказа. При очень сильных ливнях над Азовским морем или северо-востоком Черного моря выделяется частный циклон, ограниченный одной изобарой. В тылу ложбины, над западными и южными районами Украины, устанавливается северный и северо-западный высотный поток, скоростью 15 – 20 м/с; в передней части ложбины над восточными районами Черного моря преобладает южный или юго-западный перенос скоростью 10 – 12 м/с. Над юго-востоком Украины, Ростовской обл., Черным морем и Северным Кавказом располагается зона хорошо выраженной расходимости изогипс, чаще всего с падением. Величина геопотенциала 4 – 7 дам/12 час.

На ОТ 500/1000 ось термической ложбины ориентирована на Харьков,

Ростов, и далее на юго-восток или сдвинута к западу по отношению к барической. В южной части ложбины холода над Черным морем или Краснодарским краем изолируется очаг холода со значением 544 – 556 дам и ниже. На АТ 850 гПа ему соответствует также очаг холода, замкнутый изотермой 8 – 10 °С летом и 2 – 4 °С и ниже зимой. Причем с этими ситуациями связано выпадение значительных сумм осадков, иногда превышающих 80 мм и более за 12 часов.

Необходимым условием выпадения сильных ливней является высокое влагосодержание воздуха во всей тропосфере: удельная влажность у земли 10 – 14 г/кг, на АТ 850 гПа – 6 – 8 г/кг, на АТ 700 гПа – 5 – 6 г/кг. Наименьший суммарный дефицит в слое 850 – 500 гПа 1 – 3°.

Таким образом, когда над юго-западом Краснодарского края локализуется очаг холода, достаточно большой мощности (до 5 км), то наличие условий, благоприятных для развития интенсивных восходящих движений влажного воздуха:

- над Кавказским побережьем наблюдается конвергенция скорости ветра и конвергенция потоков, обеспечивающие большие скорости вынужденных движений воздуха по наветренным склонам гор;

- возрастающая с течением времени на всех поверхностях циклоническая кривизна изогипс;

- достаточно большие вертикальные температурные градиенты более 0,6 – 0,8 °С/100м, создающиеся непосредственно от земли;

- неустойчивое состояние атмосферы до больших высот – способствует резкому усилению орографического влияния на интенсивность облакообразования и ливней в Туапсинском районе.

Уточнять прогнозы и штормовые предупреждения от НЯ и ОЯ, связанных с кучево-дождевой облачностью, с помощью радиолокационной информации, синоптики не имеют возможности потому, что такая информация полностью отсутствует в ГМБ Туапсе из-за очень плохого прохождения МРЛ.

Все случаи были разбиты на фронтальные и бесфронтальные. Сильные

осадки в теплое полугодие носят ливневый характер. Почти во всех случаях они сопровождались грозами, иногда с градом и шквалистыми усилениями ветра.

За случаи сильных осадков принималось 15 и более мм за 12 часов и менее, если наблюдались они хотя бы на одной из станций района.

Наибольшая повторяемость выпадения сильных осадков отмечались в 1991 году – 37 случаев, 1999 – 2000 годах 21-25 случаев. В остальные годы число случаев с сильными осадками колеблется от 3 до 19.

Распределение осадков по месяцам также неравномерно. Наибольшее число случаев с сильными осадками в теплый период приходится на июль, август и сентябрь; в холодный – декабрь – январь. В мае и июне, а также феврале – марте, повторяемость сильных осадков примерно одинакова. В апреле и в отдельные годы в октябре количество дней с интенсивными осадками резко уменьшается.

Максимальное количество осадков за исследуемый период – 140 мм за 6 часов (на станции Джубга в ночь с 27 на 28 января 1990г.) и ст. Гойтх 127 мм за 5 часов (днем 3 июня 1988 г.). Но повторяемость осадков такого количества составляет всего 0,4 %.

Продолжительность осадков существенно зависит от времени года: наиболее продолжительны они в зимнее месяцы. Однако, говорят о продолжительности, следует сказать и об их интенсивности. Как правило, интенсивность летних осадков больше, что объясняется преобладанием летом ливневых дождей, т.к. чем кратковременнее сильный дождь, тем при той сумме выпавших осадков их интенсивность больше. Так, например, в Гойтхе 13 июля 1991 г. в течение 6 часов выпало 110 мм, в Туапсе 19 февраля 1988 г. выпало 36 мм осадков – обложной дождь, временами переходящий в мокрый снег; 18 сентября 1990 г. в Туапсе наблюдался сильный ливень – 44 мм выпало 50 минут. В период 1-4 августа 1992 г. в Джубге прошли очень сильные дожди, когда выпала 5-ти месячная норма осадков – 363 мм. В этот же период наблюдались смерчи.

Сильные и очень сильные осадки выпадают крайне неравномерно: например, днем 13 июля 1991г. распределение количества осадков было следующим: Туапсе – 80 мм; Джубга – 1 мм; Гойтх – 110 мм; днем 8 июля 1981 – Туапсе – 1.0 мм; Джубга 100 мм; Гойтх – 4 мм. Это связано с локальными процессами, обусловленными орографическими особенностями Туапсинского района.

3.2 Динамика распределения атмосферных осадков в районе г.Туапсе

Одна из основных характеристик климата – осадки. Важным фактором, обуславливающим режим осадков, является циркуляция воздушных масс. Воздушные массы могут быть самыми различными по своему происхождению и физическим свойствам: холодными из Арктики, тропическими из Средиземноморья. Определяющая роль в формировании режима осадков в районе Туапсе принадлежит Черному морю и Кавказским горам.

В среднем районе Туапсе выпадает 1297 мм осадков в год. Прирост годовой суммы осадков вдоль Северо-Кавказского побережья соответствует увеличению высоты Кавказских гор, хребты которых ориентированы так, что они задерживают влагоустойчивые потоки воздуха.

Таблица 3.1 – Атмосферные осадки (1903 – 2005гг), мм [20]

Месяц	Средняя сумма осадков	Максимальная сумма	Минимальная сумма
01	140	375	9
02	122	337	6
03	94	285	5
04	80	187	7
05	60	214	2
06	86	249	6
07	103	395	0
08	110	375	2
09	111	403	1
10	112	291	5
11	127	401	6
12	152	349	8
Год	1297	2021	16

В таблице 3.1 приводим сведения о средних многолетних суммах осадков за каждый месяц и в целом за год, а также о наибольших и наименьших суммах за весь период наблюдений. Ход сумм осадков на протяжении года по средним значениям четко выражен

Наименьшее количество осадков выпадает в мае, далее происходит постепенное возрастание сумм осадков от месяца к месяцу и в декабре выпадает наибольшее количество осадков.

В среднем в районе Туапсе в теплую половину года, апрель-сентябрь, выпадает 550 мм осадков, а в холодную половину года, октябрь-март, выпадает 747 мм.

Если проанализировать годовой ход сумм осадков отдельно за каждый год, то можно сделать следующие выводы.

Только в редкие годы наблюдается хорошо выраженный годовой ход осадков, соответствующих многолетнему. Например, минимальная сумма осадков за период 1966-2005 гг. по 6 раз наблюдалась в мае, июле и сентябре. 5 раз в августе, по 4 раза в апреле и июне. Ни одного раза минимальная сумма осадков не наблюдалась в декабре. Меньший разброс наблюдается с максимальной суммой осадков.

Так, за 40 лет по 7-9 случаев максимальная сумма осадков была отмечена в январе, феврале, ноябре, декабре. Никогда максимум суммы осадков не наблюдался на протяжении года в период с марта по июнь.

По таблице можно сказать, что минимальную сумму осадков следует ожидать в период с апреля по сентябрь, а максимальную – в период с ноября по февраль.

Минимальная сумма осадков за месяц изменяется на протяжении года от 0 до 9, а максимальная – от 187 до 403 мм, т.е. в любой из месяцев года может выпадать и очень много и очень мало осадков.

В таблице 3.2 приведены данные о числе случаев с различной суммой осадков за месяц, составлен по данным 40 лет или 480 месяцев.

Таблица 3.2. – Число случаев с различной суммой осадков в месяц (1966-2015гг)

Месяц \ Градация, мм	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Год
0-10	1	1	0	0	2	1	1	0	2	1	0	0	9
11-30	0	1	3	6	9	4	6	8	5	1	5	0	48
31-50	0	2	3	6	10	8	4	3	4	9	3	3	55
51-100	11	9	19	12	11	14	18	9	7	11	6	6	133
101-200	17	22	13	16	7	11	5	15	15	13	17	13	174
210-300	6	4	2	0	1	2	5	3	6	5	7	6	47
301-403	4	1	0	0	0	0	1	2	1	0	2	2	13

Наиболее вероятной месячной суммой осадков в районе Туапсе может быть либо 51 – 100 мм, либо 101 – 200 мм. На долю этих двух градаций приходится 307 случаев из 480, причем в марте и в период с мая по июль чаще наблюдается сумма осадков в пределах 51 – 100 мм, а в остальную часть года вероятнее сумма осадков в пределах 101 – 200 мм. За исследуемый период лет сумма осадков за месяц, превысившая 300 мм наблюдалась 13 раз, а сумма осадков до 10 мм – 9 раз. Так что вероятность большого количества осадков за месяц не намного превышает вероятность малого количества их.

В таблице 3.3 приводим число случаев годовой суммы осадков в различных пределах. Наиболее часто в районе Туапсе наблюдаются годы с суммой осадков от 1201 до 1600 мм – 27 случаев из 40.

Таблица 3.3 – Число случаев годовой суммы осадков в различных пределах.

Градация, мм	964-1000	1001-1200	1201-1400	1401-1600	1601-2000	2001-2021	Сумма
Число случаев	2	8	15	12	2	1	40

По годовым суммам осадков можно условно все годы разделить на влажные, умеренные и сухие. Год, в который выпало более 1600 мм, считается влажным, от 1201 до 1600мм – умеренно влажным и от 1200 мм и менее –

сухим. За 40 лет наблюдений в районе Туапсе было отмечено 10 сухих, 27 умеренно влажных и 3 влажных года. Таким образом, можно считать, что в районе Туапсе каждый четвертый год аномально сухой, а каждый 13-й аномально влажный. За весь период наблюдений наибольшее количество осадков выпало в 1987 году, а именно 2021,4 мм.

В этом году лишь в феврале, апреле и июле осадков выпало несколько меньше 100мм, а в остальные месяцы года их выпало более 100 мм, в июне и декабре более 200 мм, а в ноябре более 300 мм. В 1989 году выпало 963,5 мм осадков, за последние 40 лет для района Туапсе это минимум. В этом году только в январе, сентябре и декабре выпало несколько больше 100 мм осадков, в остальные месяцы года количество осадков составило от 47 до 95 мм в разные месяцы. Из всего выше сказанного видно как велика изменчивость атмосферных осадков, поэтому их годовые и месячные суммы не характеризуют с достаточной полнотой этот элемент климата. Сведения об обеспеченности помещены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4. – Обеспеченность осадками

Ср. кол-во осадков в мм	Месяц	Обеспеченность										
		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
140	01	276	228	193	167	144	124	108	90	76	59	43
122	02	243	204	176	152	130	110	92	73	58	45	32
94	03	202	168	140	118	101	86	69	56	45	32	18
80	04	164	146	117	101	88	75	66	56	45	32	16
60	05	113	93	72	60	50	44	37	30	23	16	9
86	06	175	142	116	102	91	79	68	58	48	34	20
103	07	216	178	148	128	109	97	80	67	52	36	21
110	08	260	199	157	133	113	97	79	62	48	30	17
111	09	222	182	155	134	118	102	87	74	58	38	16
112	10	236	198	159	136	118	97	83	68	52	37	22
127	11	275	227	188	157	132	110	89	75	57	37	22
152	12	301	254	215	184	160	140	117	93	71	48	28
1297	Год	1760	1600	1500	1415	1375	1315	1250	1162	1065	978	870

Данные таблицы 3.4 показывают, что например, в декабре при норме осадков 152 мм в одни 5 % лет бывает довольно сухо, осадков выпадает 28 мм, а в другие 5 % лет наоборот очень дождливо, выпадает порядка 301 мм.

Средняя месячная сумма осадков весь год обеспечена в 45 % случаев, остальные 55 % случаев могут быть осадки меньше месячной нормы.

Для решения некоторых практических задач необходимо знать не только общее количество выпавших осадков за месяц или год, но и число дней, за которое эти осадки выпадают. Эти данные приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. – Число дней с осадками (1966 – 2005 гг.) [20]

Месяц	Среднее	Наибольшее	Наименьшее
01	15	26	5
02	15	26	7
03	14	25	6
04	12	22	4
05	11	20	4
06	8	17	3
07	7	16	0
08	7	17	0
09	8	19	1
10	10	19	4
11	13	23	3
12	15	27	6
Год	135	196	102

Число дней с осадками в районе Туапсе в среднем за год составляет 135.

В период с июня по сентябрь в среднем наблюдается по 7 – 8 дней с дождем в месяц, апреле, мае и октябре по 10 – 12 дней, с ноября по март 13 – 15 дней в месяц.

В отдельные годы зимние месяцы число дней с осадками достигает 26 – 27 в месяц. В районе Туапсе в очень редкие годы и только июле-августе дни с осадками не наблюдаются вообще.

В таблице 3.6 приводим сведения не просто о числе дней с осадками, а с

учетом осадков различной величины.

Таблица 3.6 – Число дней с осадками различной величины [20]

Месяц	Суточная сумма осадков, мм									
	≥0,1	≥0,5	≥1	≥5	≥10	≥20	≥40	≥60	≥80	≥120
01	15,3	13,9	12,9	8,2	5,1	2,4	0,4	0,1	0,05	
02	14,8	13,2	12,1	7,6	4,6	2,2	0,4	0,2		
03	13,8	12,2	11,1	6,3	3,4	1,2	0,2			
04	11,9	9,9	9,3	5,1	3,3	1,0	0,1			
05	10,5	8,8	7,3	3,3	2,2	0,7	0,1	0,05		
06	8,5	7,4	6,6	3,6	2,5	1,3	0,5	0,2	0,1	0,03
07	7,4	6,3	5,9	3,7	2,5	1,5	0,5	0,2	0,1	0,05
08	7,3	6,5	6,2	4,2	3,1	1,8	0,8	0,3	0,1	0,05
09	8,3	7,3	6,6	4,3	3,1	2,0	0,8	0,2	0,1	0,05
10	10,1	8,8	7,8	5,1	3,3	1,9	0,6	0,3		
11	12,6	10,9	10,2	7,1	4,7	2,3	0,6	0,2		
12	14,9	13,5	12,6	8,8	5,5	2,3	0,6	0,1	0,05	
Год	135,4	118,7	108,6	67,3	43,3	20,6	5,6	1,85	0,5	0,18

При использовании данных таблицы 3.6, следует иметь в виду, что в первый столбик входят все дни с осадками независимо от их величины, во второй – все, кроме дней, когда выпало менее 0,5 мм осадков, в третьем – все, кроме дней, когда выпало менее 1,0 мм осадков и т.д. Числа меньше единицы указывают, что осадки соответствующей величины наблюдаются не каждый год.

В районе Туапсе бывают не каждый месяц и год только дни с осадками, достигшими 80 или 120 мм. Причем дни с такими осадками наблюдаются, как правило, летом и выпадают в виде ливней. Дни с осадками, достигшими 60 мм за исследуемый период, не наблюдались лишь в марте и апреле.

Дни с осадками, достигшими 40, 20, 10 мм и т.д. наблюдаются в районе Туапсе в любой из месяцев года.

Интересно отметить, что дни с осадками 40 мм и более наблюдаются чаще в период с июля по сентябрь, а в период с ноября по февраль преобладают

дни с осадками 20 мм и менее. В целом за год в районе Туапсе из 136 дней с осадками, на протяжении 20 дней осадков может выпасть по 20 мм, на протяжении 6 дней – 40 мм, 2 дня может быть с осадками 60мм. Как уже говорилось, выше дни с осадками 80 и 120 мм наблюдаются не каждый год.

Большое практическое значение имеют сведения о суточном максимуме осадков. Они должны учитываться при любом строительстве, особенно в гористой местности. Все, что характеризует суточный максимум осадков, приведено в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7. – Суточный максимум осадков, различной обеспеченности, мм

Месяц	Средне-максимальный	Обеспеченность, %						Наблюденный максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	дата	Год
01	34	26	45	56	69	86	99	99	17	1970
02	30	24	42	50	58	67	74	69	22	1982
03	25	18	36	45	54	64	72	70	10	1958
04	20	15	29	37	44	52	58	53	7	1932
05	18	12	26	35	44	57	67	67	23	1971
06	35	24	48	64	79	103	126	145		1987
07	50	28	78	110	140	185	220	227	11	1969
08	49	31	72	100	137	162	190	168	9	1959
09	42	25	58	84	113	158	199	197	18	1958
10	37	27	50	61	70	83	88	83		1925
11	35	25	49	64	78	98	115	111		1925
12	35	28	52	64	68	75	78	73	19	1936

В первом столбце таблицы 3.7 проводим средний максимум, подсчитанный по максимумам осадков за сутки за многолетний период наблюдений. Осадки элемент неустойчивый, трудно поддающийся прогнозированию и все же с достаточной вероятностью можно ожидать ежегодно суточный максимум осадков близкий к среднему многолетнему. Средний суточный максимум осадков в районе Туапсе на протяжении всего года довольно большой: до 30 мм с марта по май, более 40 мм с июля по

сентябрь и более 30 мм во все остальные месяцы.

В этой таблице даны суточные максимумы осадков обеспеченность $P = 63\%$, которые бывают один раз в 1,5 года, $P = 20\%$ - бывают один раз в 5 лет, $P = 10\%$ - бывают один раз в 10 лет, $P = 5\%$ - бывают один раз в 20 лет, $P = 2\%$ - бывают один раз в 50 лет и $P = 1\%$ - суточный максимум осадков, который бывает один раз в 1000 лет.

Так, даже редко повторяющиеся суточные максимумы осадков обеспеченностью 1% , рассчитанные и наблюдаемые, близки. Например, в июле при среднем суточном максимуме осадков 50 мм, расчетный максимум, вероятный один раз в 100 лет, составил 220 мм, а наблюдаемый был равен 227 мм. Заметим, что наблюдаемые максимумы осадков за сутки во все месяцы года оказались достаточно близкими к расчетным с 1% обеспеченностью. Таким образом, можно сказать, что в текущем столетии столь большие суточные максимумы осадков мало вероятны.

В таблице 3.8 приводим данные о повторяемости суточного максимума осадков в разных пределах за период 1966-2005 гг.

Таблица 3.8 – Повторяемость суточного максимума осадков, число случаев

Градация, мм	Месяц											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
До 30	16	20	25	30	31	19	17	13	14	15	20	12
31 – 50	18	14	14	8	5	12	12	11	14	16	11	20
51 – 100	5	6	1	2	4	7	9	13	9	9	8	8
101 и более	0	0	0	0	0	2	2	3	3	0	1	0

Видим по данным таблицы, что в период с февраля по июль и в ноябре максимальная сумма осадков за сутки чаще бывает до 30 мм, в январе, сентябре, октябре и декабре он вероятнее в пределах 31 – 50 мм. В августе максимальное количество осадков за сутки одинаково часто может быть как до 30 мм, так и в пределах 51 – 100 мм. Максимум осадков за сутки, превысивший 1000 мм, наблюдается в районе Туапсе очень редко. За сорок лет было отмечено всего 11 случаев: по 2 в июне и июле, по 3 в августе сентябре и один в ноябре. За весь период наблюдений в районе Туапсе наибольшее количество

осадков выпало 11 июля и составило 227 мм.

Кроме числа дней с осадками в месяц, представляют большой интерес также данные о продолжительности осадков в час.

Если осадки обложные, то их продолжительность большая, а если ливневые, то они кратковременны. Летом, как правило, осадки выпадают в виде ливней. При этом за короткий промежуток времени выпадает много осадков.

В среднем за год наблюдается 906 часов с осадками. В отдельные наиболее дождливые годы продолжительность осадков может достигать 1167 часов. В годы же, когда осадков выпадает мало, их продолжительность сокращается до 602 часов (таблица 3.9).

Таблица 3.9. – Продолжительность осадков, в часах [20]

Месяц	Среднее	Максимальное	Минимальное
01	139	226	26
02	121	268	25
03	114	193	29
04	92	156	17
05	57	118	9
06	34	64	12
07	24	71	4
08	28	62	6
09	37	101	7
10	52	100	19
11	87	178	34
12	121	540	42
Год	906	1167	602

Весьма интересны сведения о максимальной интенсивности осадков для различных интервалов времени, представленные в таблице 3.10.

Средняя же интенсивность дождей колеблется от 0,02 до 0,40 мм/мин. Наиболее интенсивные и продолжительные ливни, как правило, носят разрушительный характер, особенно в гористой местности. Мелкие, почти пересохшие речки и ручьи превращаются в бурные грязные потоки,

увлекающие все на своем пути. Заливаются долины рек, улицы, подвалы домов.
Таблица 3.10 – Максимальная интенсивность осадков для различных интервалов времени, мм/мин

Интервал времени в минутах	1	3	5	10	20	30	40	60
Интенсивность	8,5	4,1	2,6	2,5	1,7	1,5	1,24	1,19
Дата	27-28.08	26.06	12.11	09.09	27.07	27.07	19.07	05.09
Год	1984	1985	1951	1995	1951	1951	1993	1992

Бывают и человеческие жертвы. Если в течение 12 часов выпадает 120 мм осадков и более или за 1 час выпадает 50мм осадков и более – ливень считается стихийным гидрологическим явлением.

В таблице 3.11 приведены некоторые сведения о ливнях, как опасных явлениях за 1966-2005 годы.

Таблица 3.11 – Сведения об опасных явлениях (ливни)

Дата	Стихийные ливни в районе Туапсе			
	Продолжит. ливня, час. мин	Кол-во осадков, мм	Средняя интенсив.	Макс. интенсив.
28.08.77г	1час00мин	55,6	0,93	2,50
20.08.82г	0час18 мин	51,1	0,88	3,75
27-28.08.84г	11час45мин	167,0	0,24	8,50
19.06.87г	7час58 мин	132,2	0,28	3,30
19.06.87г	1час00мин	59,8	1,00	3,30
05.09.92г	8час20мин	165,4	0,33	1,60
05.09.95г	1час00мин	70,5	1,19	1,60
19.07.93г	0час42мин	52,1	1,24	1,86

Таким образом, за 40 лет в районе Туапсе наблюдались 8 опасных явлений (ОЯ). Два ливня, 19 июня 1987г и 5 сентября 1992 г, поставили своеобразный рекорд – они были опасны дважды и по количеству осадков, выпавших за 12 часов, и по количеству осадков выпавших за 1 час.

Интересно отметить, что в период с 1994 по 2005 годы особо опасные ливни не наблюдались, хотя, например, в 2001 и 2003 годах в целом за год осадков выпало много, достаточно сказать, что годовая норма их была превышена примерно на 400 мм.

Таким образом, сказать с той или иной достоверностью о повторяемости опасных ливней трудно – они могут наблюдаться и подряд два года и не наблюдаться целых 10 лет подряд. Правда, понятие особо опасный ливень весьма условно, т.к. большой ущерб могут принести и не столь интенсивные и обильные осадки.

В таблице 3.12 приведены сведения о ливнях с максимальной интенсивностью для всех месяцев с апреля по октябрь, наблюдавшиеся в Туапсе с 1966 по 2005 годы.

Таблица 3.12. – Ливни с максимальной интенсивностью

Хар-ка ливней	Месяц						
	04	05	06	07	08	09	10
Макс. интенс., мм/м	0,9	1,70	4,13	5,30	8,50	3,95	3,70
Кол-во осад. при макс. интенс. в мм	0,9	1,70	12,4	5,30	8,50	7,90	11,1
Продолж. макс. интенс. в мин.	1	1	3	1	1	2	3
Общая продолж. дождя	15ч42м	2ч27м	5ч38м	3ч48м	31ч24м	15ч01м	4ч05м
Общее кол-во осадков	20,8	15,8	42,8	42,3	25,6	37,8	51,7
Средняя интенсив.	0,02	0,11	0,12	0,19	0,14	0,04	0,21
Дата	27.04	29.05	26.06	18-19.07	27-28.08	18.09	01.01
Год	1980	1983	1985	1984	1984	1987	1981

В районе Туапсе на протяжении всего года осадки могут выпадать в виде ливней. А в период с апреля по октябрь на метеорологической площадке устанавливается pluviограф, по данным которого рассчитывается интенсивность ливневых осадков.

В холодный период года осадки могут выпадать в виде снега. В среднем в районе Туапсе бывает до 20 дней за зиму со снегом. Наблюдается снег в ноябре, декабре, январе, феврале и марте. Только в единичные зимы было отмечено 27 – 29 дней со снегом, это зимы 1969 - 70гг. и 1973 – 74 гг.. После 1980 года снег стал выпадать крайне редко, лежит всего в среднем 1 – 3 дня и тает.

Заключение

Основные результаты выполненной работы сводятся к следующему выводу:

1. Сильные и очень сильные ливни в Туапсинском районе наблюдаются независимо от времени года. Суточный ход осадков над Черным морем и его побережьем или не прослеживается вовсе, или выражен нечетко. Зимой и весной больше осадков выпадает утром, в 6 – 8 часов. Менее всего вечером, в 18 – 21 час. Летом чаще всего дожди идут утром с максимумом коло 5 часов, а осенью – ночью с максимумом около 2 часов.

2. Наиболее сильные ливни, причиняющие ущерб городу, наблюдаются в среднем 1 раз в 4 – 5 лет. Обложные осадки выпадают с октября по июнь. Наибольшая их повторяемость в марте. Морозящие осадки наблюдаются с декабря по июнь, а осадки в виде снега – с ноября по апрель.

3. Благоприятными синоптическими условиями для возникновения фронтальных ливней являются:

— над югом ЕТС и Черным морем на АТ 700, 500 гПа хорошо выраженная ложбина с расходимостью изогипс восточнее 33° в.д.;

— контраст температуры в зоне фронта на 500 км у земли более 5 – 7 °С, на АТ 850 гПа более 7 – 9 °С, на АТ 700 гПа более 6 – 8 °С;

— контраст температуры более 5 – 6 °С/500км (от 500/1000)

— двусторонняя адвекция в области волнового возмущения на фронте у поверхности земли над югом ЕТС;

— уменьшение скорости перемещения фронта над крайним югом ЕТС до 10 – 15 км/час, в отдельных случаях она может составлять 30 км/час и более;

— большое влагосодержание воздушных масс, взаимодействующих у фронта, суммарный дефицит точки росы в слое 850 – 500 мм – 3 – 6 °С, удельная влажность холодного воздуха не менее 6 – 8 г/кг на АТ 850 гПа и 4 – 6 г/кг на АТ 700 гПа.

4. Благоприятными синоптическими условиями для образования

бесфронтальных ливней являются:

- наличие у земли малоградиентного барического поля пониженного давления;
- хорошо развитый высотный циклон над ЕТС или частный циклон над Азовским морем или северо-востоком Черного моря;
- локализация тропосферного очага холода над Туапсинским районом;
- над Кавказским побережьем хорошо выраженная конвергенция потоков и скоростей ветра;
- неустойчивое состояние атмосферы до больших высот;
- высокое влагосодержание воздуха во всей тропосфере: удельная влажность у земли 10 – 14 г/кг, АТ 850 гПа – 6 – 8 г/кг, АТ 700 гПа – 5 – 6 г/кг, наименьший суммарный дефицит в слое 850 – 500 гПа – 1 – 3°С.

5. Полученные климатические характеристики позволяют прогнозировать сильные осадки в районе г.Туапсе при благоприятной синоптической ситуации и это необходимо использовать в работе инженера-синоптика при составлении им прогноза погоды и оповещении заинтересованных служб морского флота, строительных организаций, городского коммунального и сельского хозяйства, автомобильного и железнодорожного транспорта.

Список использованной литературы

1. Андреева, Е. С. Опасные явления погоды юга России / Под. ред. Карлина Л. Н. —СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2006. — 216 с.
2. Архивные фонды ГМБ г. Туапсе.
3. Афромеева, И.А. Методика косвенного расчета продолжительности осадков. – Труды ГГО — 1969. — выпуск 247.
4. Богданова, Т.П. Частный циклогенез в юго-восточной части Северного Кавказа. – М.: Гидрометиздат, 1972. — 198 с.
5. Боровиков, А.М., Мазин, И.П. Микрофизические характеристики облаков. – М.: Гидрометиздат, 1975. — выпуск 3. — том 1(часть 2). — 115 с.
6. Воробьев, А.М. «Синоптическая метеорология» Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
7. Данные фондов КЦГМС г. Краснодара по ст. Круглик и АМСГ.
8. Дубинский, Г.П., Гуральник, И.И., Мамикова, С.В.. Метеорология-Л.:Гидрометеиздат, 1965. - 549с.
9. Зверев, А. С. Синоптическая метеорология.-Л.:Гидрометеиздат, 1991. -616с.
10. Климат Краснодарского края. Под редакцией д-ра геогр. наук Ц.А.Швер, Т.И. Павличенко. - Л.: Гидрометеиздат, 1990.- 191с.
11. Матвеев, Л.Т. Общая метеорология. Физика атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. -354с.
12. Материалы научно-практической конференции «Гидрометеорологическое обеспечение отраслей природопользования», - Туапсе, 2005.- 89с.
13. Мейсон, Б.Дж. Физика облаков [Текст] / Пер. с англ. Г. Т. Никандровой и В. С. Протопопова; Под ред. В. Г. Морачевского и Е. С. Селезневой. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. - 542
14. Навозова, Ф.В. «Краснодарский край». Краснодарское К. изд-во, 1995. – 120 с.

15. Нагалеvский, Ю. Я. Чистяков, В. И. «Физическая география Краснодарского края». Краснодар: Изд. «Северный Кавказ», 2003. – 256 с.
16. Облака и облачная атмосфера: Справочник / [Сост. И. П. Мазин и др.]; Под ред. И. П. Мазина, А. Х. Хргиана. - Л.: Гидрометеoиздат, 1989. - 646 с.
17. Саломатин, А. М., Серебренникова, О.П., Бахтин, А.И., Ткаченко, Ю.Ю. Обзор стихийных явлений на территории Краснодарского края и Республики Адыгея за 1997г. - Вестник КОРГО. — 1998 — вып.1 — С. – 214-217.
18. Сергин, С. Я., Яйли, Е. А. Цай, С. Н., Потехина, И. А. «Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья». Монография. СПб.; изд. РГГМУ, 2001 – 188 с.
19. Справочник по климату СССР Вып. 13. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л.: Гидрометеoиздат, 1968.
20. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеoиздат, 1966. – 491 с.
21. Темникова, Н.С. Климат Северного Кавказа и прилежащих степей. — Л., Гидрометеoиздат, 1959. — 368 с.
22. Хромов, С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. - Л.: Гидрометеoиздат, 1983. – 455 с.
23. Чернякова, А.П. Режим осадков на побережье Черного моря при различных типах синоптических процессов. – Ростов-на-Дону, 1957. -127с
Справочник по климату Чёрного моря. — Л.: Гидрометеoиздат, 1974. – 406с.
24. Чупахин, В. М. Физическая география Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1974. – 302 с.