

Жексенбаева А.К.,
Шушарина Л.М.

**Синоптические условия
выпадения обильных
осадков на территории
Северного Казахстана
в вегетационный период**

В статье изучены условия выпадения обильных осадков в вегетационный период на территории Северного Казахстана. Изучение обильных атмосферных осадков представляет как научный, так и практический интерес. Рассмотрена повторяемость осадков свыше 25 мм для пяти станций. Приведены наибольшие суточные количества осадков по месяцам, дан анализ синоптических условий и выявлены типы процессов, приводящие к интенсивным осадкам. Рассмотрены конкретные случаи выпадения значительных ливней.

Ключевые слова: обильные осадки, фронтальные осадки, внутримассовые осадки, вторжение, холодный фронт, циклон.

Zheksenbayeva A.K.,
Shusharina L.M.

**Synoptic conditions of loss of
plentiful rainfall in the territory
of Northern Kazakhstan during
the vegetative period**

In article conditions of loss of plentiful rainfall during the vegetative period in the territory of Northern Kazakhstan are studied. Studying of a plentiful atmospheric precipitation represents, both scientific, and practical interest. Repeatability of rainfall over 25 mm for five stations is considered. The greatest daily allowance of an amount of precipitation on months is given, the analysis of synoptic conditions is given and the types of processes leading to intensive rainfall are revealed. Concrete cases of loss of considerable heavy rains are considered.

Key words: plentiful rainfall, frontal rainfall, intra mass rainfall, invasion, cold front, cyclone.

Жексенбаева А.К.,
Шушарина Л.М.

**Солтүстік Қазақстан
аймағындағы вегетациялық
кезеңде қарқынды
жауын-шашындардың түсуінің
синоптикалық жағдайлары**

Қазақстанның солтүстік аймағында вегетациялық кезеңдегі қарқынды жауын-шашындардың түсуін зерттеу ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады. Мақалада бес станция үшін 25 мм-ден артық түскен жауын-шашындардың қайталанушылығы қарастырылған. Айлар бойынша жауын-шашындардың ең үлкен тәуліктік мөлшері көрсетілген. Синоптикалық жағдайлардың талдауы берілген және қарқынды жауын-шашындарды туғызатын процестердің түрлері айқындалған. Қарқынды нөсерлердің түсуінің жеке жағдайлары қарастырылған.

Түйін сөздер: қарқынды жауын-шашындар, фронталды жауын-шашындар, массаішілік жауын-шашындар, ену, салқын фронт, циклон.

СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЫПАДЕНИЯ ОБИЛЬНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Введение

Атмосферные осадки, как и погода вообще, оказывает большое влияние на жизнедеятельность человека. Осадки относятся к категории явлений, которые могут влиять как положительно, так и отрицательно. Дожди, при которых за сутки выпадает 30 мм осадков и более, относятся к обильным и являются опасными для хозяйственной деятельности [1, 2]. С одной стороны, выпадение осадков большой интенсивности приводит к смыву почвы и повреждению искусственных сооружений, в некоторых районах дождевые паводки сопровождаются затоплением населенных пунктов. Длительные и интенсивные осадки затрудняют проведение сельскохозяйственных и строительных работ, движение автотранспорта, авиации и т.д. А с другой стороны, обильные осадки способствуют значительному увлажнению почвы, что благоприятно действует на жизнедеятельность растений [3].

На территории Казахстана климат отдельных физико-географических зон существенно различается. Разнообразие климатических и орографических условий Казахстана предопределяет неравномерное распределение осадков по его территории [4].

Лесостепная зона представляет большую хозяйственную ценность как основной земледельческий район, ресурсы которого давно и интенсивно используются.

Северный Казахстан, который находится в лесостепи, является главным сельскохозяйственным регионом страны. Количество осадков, которое здесь выпадает, достаточно для ведения и развития сельскохозяйственных работ. За год в среднем выпадает 280-350 мм осадков [5], из которых около 50% в течение вегетационного периода – с мая по август [6].

Район исследования

На севере Республика Казахстан граничит с Россией. Его граница расположена в бассейне рек Тобола, Ишима, Убагана, от южных склонов Уральских гор на западе до равнинных степей Прииртышья на востоке. Местность северного района

Казахстана большей частью равнинная, природа чередует свои красоты степных просторов с «островками» белоствольных берёз и плакучих ив в обрамлении голубой глади озёр. Климат региона резко континентальный с колебаниями температур минус 45 градусов Цельсия, зимой, до 45 градусов Цельсия.

Северный Казахстан включает Северо-Казахстанскую, Павлодарскую, Акмолинскую и Костанайскую области. Протяженность территории региона с запада на восток составляет 1300 км, а с севера на юг – около 900 км.

Северо-Казахстанская область расположена на севере Казахстана, занимает южную окраину Западно-Сибирской равнины и часть Казахского мелкосопочника (Сары-Арки). Климат резко континентальный. Зима холодная и продолжительная, лето сравнительно жаркое, с преобладанием ясной, часто засушливой погоды. Среднее годовое количество осадков составляет 350 мм, из них 80-85% выпадет в тёплое время года (апрель–октябрь).

Акмолинская область занимает западную окраину Казахской складчатой страны между горами Улытау на юго-западе и Кокшетаускими высотами на севере. Общий уклон местности – с востока на запад. Климат резко континентальный, засушливый, с жарким летом и холодной зимой. Суточные и годовые амплитуды температур очень велики. Весна и осень выражены слабо. Солнечных дней много, количество солнечного тепла, получаемого летом землёй, почти столь же велико, как в тропиках. Облачность незначительна. Годовые осадки уменьшаются с севера на юг, максимум их приходится на июнь, минимум – на февраль.

Павлодарская область расположена на северо-востоке Республики Казахстан по обоим берегам р. Иртыш. Большую часть области занимает степная равнина, которую казахи издревле называли Сарыарка – Золотая степь. Климат резко-континентальный, характеризующийся холодной продолжительной зимой (5,5 месяцев), жарким и коротким летом (3 месяца).

Территория Костанайской области характеризуется относительно равнинным рельефом. Северную часть занимают юго-восточная окраина Западно-Сибирской низменности, к югу от неё располагается Тургайское плато; на западе области – волнистая равнина Зауральского плато, а на юго-западе отроги Сары-Арки. Климат резко континентальный и крайне засушливый. Зима продолжительная, морозная, с сильными ветрами и метелями, лето жаркое, сухое. Годовое

количество осадков 250–300 мм на севере области и 240–280 мм на юге. Вегетационный период 150–175 суток на севере и 180 суток на юге [7].

Исходные данные

Исследованию условий формирования и выпадения осадков по территории Казахстана посвящено много работ [8-11]. Значительные осадки на юге и юго-востоке республики изучались Р.С. Голубовым [9], на севере Казахстана А.А. Серебряковой и Е.В. Гребенюк [11]. При синоптическом анализе в основном пользуются типизацией макросиноптических процессов, разработанной ташкентскими исследователями для региона Средней Азии и Казахстанскими учеными [12], которая в дальнейшем постоянно совершенствовалась.

В данной работе рассматриваются некоторые характеристики обильных осадков для 5 станций Северного Казахстана, а также синоптические условия, обуславливающие формирование и выпадение этих осадков. Материалом для исследования послужили суточные суммы осадков на метеорологических станциях Костанай, Петропавловск, Кокшетау, Павлодар, Астана за вегетационный период с 1 апреля по 30 сентября с 2003 по 2013 гг., а также карты погоды за этот же период.

Анализ и обсуждение

Согласно исследованиям В.Г. Дейчевой обильные осадки на всей территории Казахстана выпадали очень редко, от 1 до 7 раз в 10 лет [3]. По результатам выполненных исследований количество обильных осадков только в Северном Казахстане в последнее десятилетие составило от 3 до 10 раз (табл.1). Можно видеть, что в последнее десятилетие наблюдается снижение выпадения количества наблюдаемых максимальных осадков в 1,5-2 раза. Так, наблюдаемый максимум осадков, по исследованию В.Г. Дейчевой, изменялся от 54,8 (Кокшетау) до 104,6 мм (Павлодар).

Анализ таблицы показывает, что средняя месячная многолетняя норма осадков за вегетационный период изменяется в пределах 32-51 мм. В северных районах республики обильные осадки выпадают в мае – августе. За исследуемый период почти на всех станциях наблюдаемый максимум осадков за сутки превышает месячную норму осадков, а на станции Павлодар

за этот же период осадков выпало в два раза выше месячной нормы.

В работе также были рассмотрены синоптические условия выпадения обильных осадков. Всего за рассматриваемый период было зарегистрировано 36 случаев обильных осадков. Все случаи объединены в две большие группы:

фронтальные и внутримассовые. С фронтальными процессами связано 28 случаев, а с внутримассовыми – 8. Для этого анализировались приземные и кольцевые карты, а также карты барической топографии. ниже даны основные типы синоптических процессов и указана повторяемость каждого типа (табл. 2).

Таблица 1 – Наблюденный максимум осадков за исследуемый период на территории Северного Казахстана, мм

Пункт наблюдений	Наблюденный максимум осадков, мм		Средняя месячная норма осадков, мм
	со дня образования станций до 1973 г.	в период исследований (2003-2013 г.г.)	
Петропавловск	88,4	45,7 (25.05.2011)	32
Астана	71,4	31,1 (3.08.2008)	41
Костанай	71,1	53,0 (28.07.2013)	51
Павлодар	104,6	72,7 (12.07.2007)	39
Кокшетау	54,8	43,3 (26.06.2012)	45

Таблица 2 – Повторяемость типов синоптических процессов, (%)

№	Типы синоптической ситуации	Число случаев	Повторяемость, %
Фронтальные			
1	вторжение холодного воздуха, прохождение холодных фронтов западного и северо-западного вторжений	14	38,8
2	центральная часть циклона западного и северо-западного вторжений	9	25,0
3	выход южнокаспийских циклонов	1	2,7
4	высокий малоподвижный циклон, прохождение вторичных холодных фронтов	4	11,1
Внутримассовые			
5	старый заполняющийся циклон над севером Казахстана	6	16,7
6	тыловая часть высотных малоподвижных циклонов	2	5,6

В ходе исследования все синоптические процессы выпадения обильных осадков были объединены в 6 типов:

Тип 1. Синоптическая ситуация этого типа характеризуется большой меридиональностью высотного барического поля, сменой воздушных потоков южного направления на северное, особенно при северо-западных вторжениях. При западных вторжениях меридиональность выражена слабее. Оси барических и термических ложбин направлены с северо-запада на юго-восток. При этом барическая ось проходит в среднем 300-500 км западнее линии приземного фронта, а термическая ось отстает от барической на 100-200 км, таким образом, в тылу холод-

ного фронта формируется интенсивная высотная фронтальная зона (ВФЗ) с большими контрастами давления и температуры.

Основные случаи выпадения значительных ливней связаны с западными вторжениями холодных масс воздуха, прохождением холодных фронтов, и в центральных частях циклонов. На холодных фронтах часто возникали волновые возмущения, замедляя их перемещение.

Анализ приземных и карт барической топографии показал, что во всех случаях выпадения значительных осадков воздушные массы отличались с большими запасами энергии неустойчивости. Контраст температуры в зоне фронта у земли составлял 6-10°C на 500 км. На картах

относительной топографии контрасты достигали 16-20 дкм/1000 км. Сумма дефицитов точки росы на трех уровнях А-Т850, АТ-700 и АТ-500 изменялась в пределах 3-10°C.

Примером такого случая может служить выпадение значительных осадков 11-12 июля 2007 года. Так, на станции Кокшетау 11 июля выпало 32,6 мм осадков за сутки, а 12 июля – 30,9 мм, при месячной норме 63,0 мм. На станции Павлодар 12 июля выпало 72,7 мм, что составляет почти две месячных норм (месячная норма 39 мм) осадков.

На карте АТ-500 к северо-западу от Казахстана наблюдается большая циклоническая область, окаймленная с запада и востока пологими

гребнями (рис.1). Циклонически изогнутые изогипсы с большим радиусом кривизны по южной периферии этого центрального циклона образуют планетарную высотную фронтальную зону (ПВФЗ), обуславливая юго-западные течения над Казахстаном, и запад-северо-западные над Кавказом и Черным морем.

Степень меридиональности невелика и в Казахстан поступает воздух, движущийся с Атлантики по южной Европе. Воздушная масса влажная, дефициты на карте АТ-850 и АТ-700 вблизи центра циклона составляет 1-5°C. Такой процесс можно отнести к влажному западному, согласно классификации среднеазиатских и казахстанских ученых.

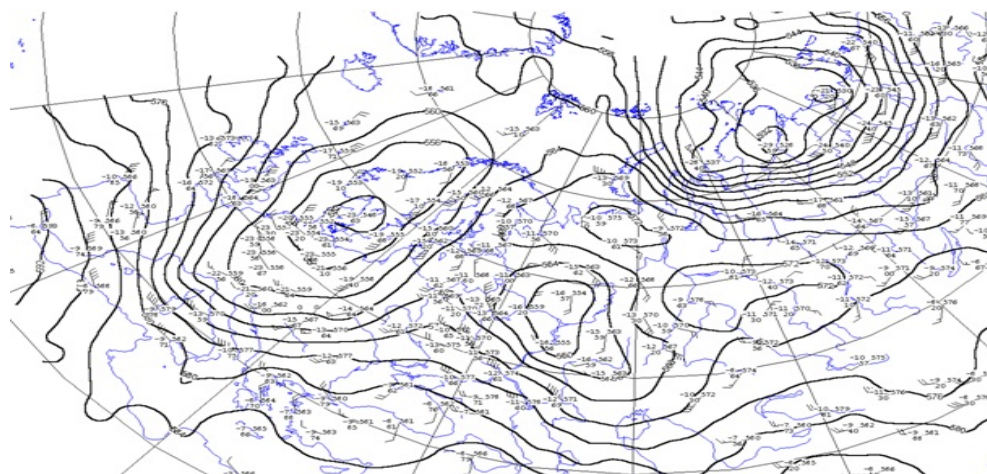


Рисунок 1 – Карта барической топографии уровня 500 гПа за 00 ч мск. 11 июля 2007 г.

У Земли на большей части Казахстана наблюдаются антициклонические образования, смещающиеся с ЕТР (рис.2). Один центр находится над юго-востоком и востоком Казахстана, очерчен изобарой 1005 гПа, второй центр расположен над Кавказом мощностью 1016 гПа. Погоду над северной частью Казахстана определяет циклон, смещающийся с центральных районов ЕТР через Урал на Западную Сибирь. Его глубина составляет около 995 гПа.

Циклон высокий, находится в стадии максимального развития. На карте ОТ⁵⁰⁰₁₀₀₀ вблизи приземного центра наблюдается замкнутый очаг холода. С ним связаны две системы фронтов, холодные участки которых проходят почти меридионально через центральные районы Казахстана. По мере продвижения к востоку на холодных фронтах возникают волны, из которых раз-

виваются молодые циклоны. Анализ кольцевых карт за 10 и 11 июля показывает один из таких циклонов образующихся к северо-востоку от Аральского моря.

Развитию циклона на фоне в общем небольшой меридиональности способствовало усиление ложбины над Центральным Казахстаном, правая часть которой является циклогенетической. Расходимость циклонически изогнутых изогипс и переход их от циклонической кривизны в антициклоническую привели к сильному динамическому падению давления. Интенсивная адвекция тепла с юго-запада также способствовала падению давления у земли. В результате в тыл возникшего циклона западное вторжение осуществлялось быстро и энергично. Фронты являются быстро движущимися холодными фронтами второго рода, хорошо выражены в поле всех ме-

теорологических величин. Контраст температуры в зоне фронта у земли составлял 6-10⁰С на 500 км, а на карте относительной топографии достигал 16-25 дкм/1000 км. 11 и 12 июля холодные фронты вызывали обильные ливни, грозы, похолодание, усиление ветра в северных и северо-восточных районах республики.

12 июля центр возникшего циклона сместился на территорию Павлодарской области, он начал заполняться (рис. 3). В тылу циклона вытянулась ложбина в западном направлении, в которой образовался ряд вторичных фронтов.

Их возникновению способствовал заток свежих порций арктического воздуха по западной периферии циклона, о чем свидетельствует появление новых очагов роста давления на картах-кольцовках.

Усиление неустойчивости воздуха, а также выпадению обильных ливней в тыловой и центральной частях циклона способствовал интенсивный прогрев воздуха у земли. Температура воздуха в дневные часы повышалась до 20-25⁰С, на высотах еще сохранялась адвекция холода, у земли значения точки росы были высокие 15-18⁰С.

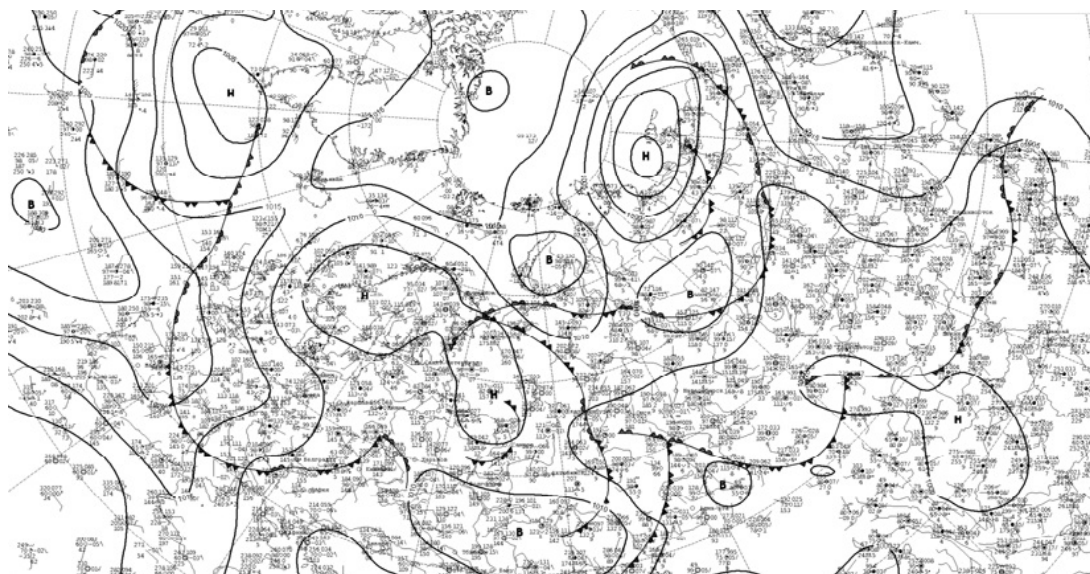


Рисунок 2 – Карта погоды за 00 ч мск. 11 июля 2007 г.

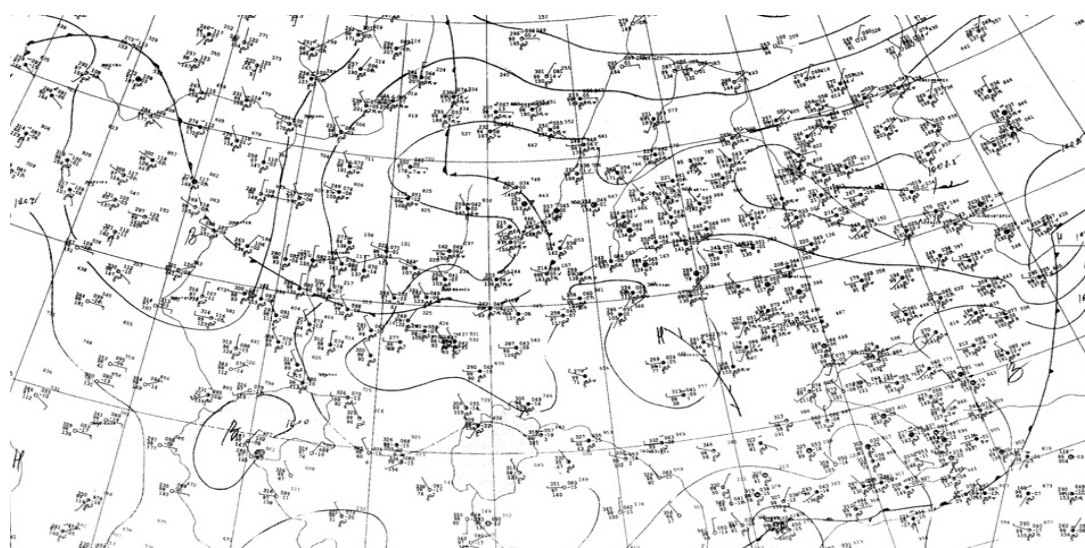


Рисунок 3 – Кольцевая карта погоды 12 июля 2007 г. за 12 ч мск.

Тун 2. Обильные осадки в этом случае выпадали вблизи центров циклонов западного и северо-западного вторжений. Приземным центрам циклона соответствовали высотные циклоны, центры которых располагались западнее приземных. В тыловой части циклона располагалась глубокая ложбина холода на карте барической топографии, что говорит о большой неустойчивости воздушной массы. Контрасты температуры во фронтальной зоне у земли и на уровне АТ-850 составляют 3-9⁰С, а на карте относительной топографии 13-25 дкм/1000 км. Суммарный дефицит точки росы на трех уровнях АТ-850, АТ-700 и АТ500 равен 3-12⁰С.

Примером этого типа может служить выпадение значительных осадков 27-28 июля 2013 года.

Высотное барическое поле характеризовалось барическим гребнем над Центральной Европой, ось которого проходила со Средиземного моря на Скандинавский полуостров (рис. 4). Над восточной частью ЕТР и Уральским хребтом располагался центр высотного циклона, от которого в юго-западном направлении на районы Черного моря и Кавказа вытягивается ложбина. Между ними формируется ПВФЗ, ось которой проходит со Скандинавского полуострова, на юго-восток ЕТР то есть, огибает высотный циклон с юга и над Казахстаном приобретает направление с юго-запада на северо-восток.

Данная макросиноптическая ситуация соответствует северо-западному холодному вторжению.

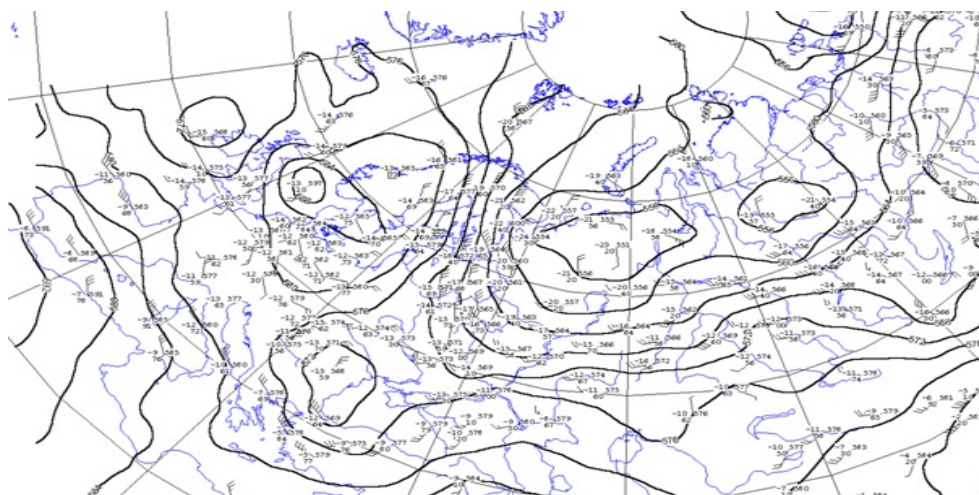


Рисунок 4 – Карта барической топографии уровня 500 гПа за 00 ч мск. 27 июля 2013 г.

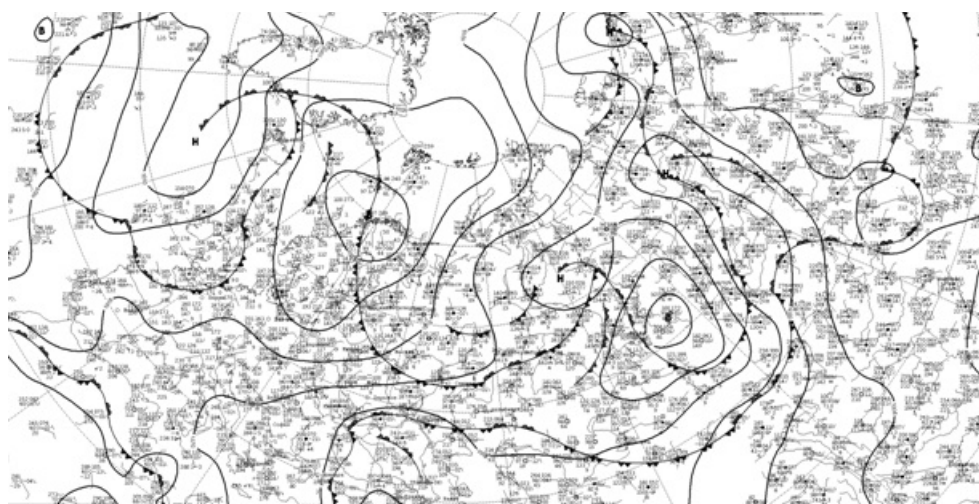


Рисунок 5 – Карта погоды за 00 ч мск. 27 июля 2013 г.

Поскольку высотный гребень и циклон развиты до больших высот, ПВФЗ имеет большую интенсивность. Над территорией Северного Казахстана она составляет 20-22 дкм/1000 км, что способствует активной циклонической деятельности у земли. На высоте с ней связаны струйные течения со скоростями 150-160 км/час, обеспечивающие вынос теплого влажного воздуха в юго-западных потоках на высотах.

У земли над юго-востоком ЕТР и Западным Казахстаном располагается обширный высокий циклон с давлением в центре <995 гПа (рис.5). В нижней тропосфере это термически ассиметричное барическое образование, на верхних уровнях (300, 200 гПа) ему соответствует замкнутый очаг холода. С ним связан арктический фронт, а по южной периферии этого циклона на территории Казахстана развита волновая деятельность на фронте умеренных широт. При этом в северных областях с 25 по 27 июля выпадали кратковременные дожди, местами значительные.

Благодаря наличию северо-западных высотных течений в тылу циклона, холодные воздушные массы усиливают температурные и барические контрасты в ВФЗ умеренных широт. Кроме того, правая часть ПВФЗ обладает большой степенью циклогенетичности. Эти факторы способствуют развитию циклогенеза с юга и более глубокого проникновения холода к югу.

В результате над Центральным Казахстаном на волне полярного фронта возник молодой циклон, который начал смещаться в северо-восточном направлении. При этом он углублялся, оформлялся несколькими замкнутыми изобарами, вызывая похолодание, небольшие осадки в южных и центральных областях Казахстана.

28 июля центр циклона достиг 55° широты, началось заполнение и окклюдирование циклона. В его тылу за счет непрерывного подтока свежих порций холодного воздуха и малоподвижности циклона, развиваются вторичные фронты, обуславливающие обильные ливневые дожди в северных областях Казахстана.

У земли и на высотах над этой территорией отмечалась значительная циклоническая кривизна изобар и изогипс, что способствовало возникновению упорядоченных восходящих токов. Значительной неустойчивости атмосферы способствовало наличие ложбины холода на высотах и интенсивный прогрев воздуха у земной поверхности. Температура воздуха в дневные часы поднималась до 25-28°C. Кроме того, большое увлажнение всей толщи тропосферы (дефицит в

нижней половине тропосферы составляет 0-4°C) также способствовало выпадению обильных ливней.

Тун 3. Характерным признаком выхода южнокаспийского циклона на Казахстан является меридионально преобразованное поле над ЕТР. Над Западной Европой располагается высотный барический гребень, а над ЕТР глубокая барическая ложбина с высотным циклоном над югом ЕТР, которому соответствует замкнутый очаг холода. Ось барической ложбины направлена на Черное море. Над территорией Казахстана сохраняется гребень тепла, что способствует увеличению контраста температуры в ВФЗ, направленной с юго-запада на северо-восток, под которой у земли наблюдался выход южнокаспийского циклона. Фронт, вызвавший сильные дожди на Севере Казахстана, имел большой контраст температуры. У поверхности земли и на карте АТ-850 он достигал 10-15°C, на карте относительной топографии сгущение изогипс над северными районами Казахстана составляло 35-40 дкм/1000 км. Воздух характеризовался повышенной влажностью, суммарный дефицит точки росы на трех уровнях составлял 3-7°C.

Тун 4. Для этого типа характерно наличие высокого, малоподвижного медленно заполняющегося циклона, по западной периферии которого прохождение вторичных холодных фронтов вызвало выпадение обильных дождей. Так на станциях Павлодар и Кокшетау 12 июля 2007 года выпало 72,7 и 30,9 мм соответственно. Воздушная масса была неустойчивая. Этому способствовало большое увлажнение всей толщи тропосферы, наличие очага холода на высотах и прогрев воздуха у земной поверхности. Кроме того, у земли и на высотах в районах ливней отмечалась значительная циклоническая кривизна изобар и изогипс, способствующая усилению упорядоченных восходящих токов. Суммарный дефицит точки росы на АТ-850, АТ-700 и на АТ-500 изменялся в пределах 5-8°C.

Тун 5. Синоптическая ситуация этого типа характеризуется наличием над Северным Казахстаном малоградиентной области пониженного давления. Осадки выпадали в отдельных пунктах, и распределение их по территории характеризуется пятнистостью. Возникновению значительных дождей способствовало большое увлажнение тропосферы и неустойчивая стратификация, связанная с прогревом воздуха у земной поверхности. Суммарный дефицит точки росы на АТ-850, АТ-700 и на АТ-500 изменялся в пределах 7-12°C.

Тип 6. Обильные осадки этого типа наблюдались чаще всего в тыловой части циклона и связаны с прохождением вторичных холодных фронтов. Обильные ливни отмечались в основном во второй половине дня. Формированию и выпадению ливневых осадков способствовал значительный дневной прогрев воздуха у поверхности земли при наличии очага холода на высотах в средних и верхних слоях, что обуславливало большую термическую неустойчивость во всей толще тропосферы. Суммарный дефицит на трех уровнях не превышал 10-15°C.

Выводы

Значительные осадки в Северном Казахстане наблюдаются в основном в летнее время, следует отметить, что прослеживается некоторое увеличение количества обильных осадков [3]. За исследуемый период их число варьировало от 3 до 10 раз, количество осадков при этом составляло 25-73 мм.

Выделено 6 основных типов синоптических процессов, при которых наблюдаются значительные ливни. Чаще всего они связаны с вторжением холодного воздуха и прохождением холодных фронтов западного и северо-западного вторжений. И реже всего осадки выпадали в тыловой части высотных малоподвижных циклонов.

В 78% осадки были связаны с фронтальными процессами, и лишь в 22% случаев – с внутримассовыми.

При выпадении обильных ливней воздух характеризовался неустойчивой стратификацией. Контрасты температуры в зоне фронта у поверхности земли изменялись в пределах 3-10°C. Сумма дефицитов точек росы на трех изобарических поверхностях была порядка 3-12°C для фронтальных условий, и 7-15°C – для внутримассовых.

Продолжительность внутримассовых осадков, как правило, меньше фронтальных. На их формирование и выпадение большую роль оказывает орографические особенности местности.

Литература

- 1 Наставление по службе прогнозов. – М.: Гидрометеиздат, 1978. – Раздел II. – Ч. 5. – 55 с.
- 2 Положение о сборе сведений и порядке предупреждений об особо опасных метеорологических явлениях. – М.: Гидрометеиздат, 1972. – 20 с.
- 3 Дейчева В.Г. Аэросиноптические условия выпадения обильных осадков на территории Казахстана // Труды КазНИГМИ – 1978. – Вып. 72. – С. 86-99.
- 4 Климат Казахстана. Под ред. А.С. Утешева. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1959. – 367 с.
- 5 Справочник по климату СССР – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – Вып.18. – Ч. 4. – 550 с.
- 6 Чередниченко А.В. Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасах облачности. – Бишкек: Илим, 2009. – 260 с.
- 7 Атлас Казахской ССР. – М.: ГУГК, 1982. Т. 1. – 300 с.
- 8 Агаркова А.П. Структура многолетнего годового хода осадков в Казахстане // Труды КазНИГМИ, 1959. Вып 43. – С. 25-37.
- 9 Голубов Р.С. Синоптико-климатическое описание Казахстана // Труды КазНИГМИ. – 1956. – Вып 6. – С. 3-21.
- 10 Гребенюк Е.В., Дулетова Т.А. Синоптические условия возникновения обильных снегопадов в Казахстане. // Труды КазНИГМИ. – 1959. – Вып 10. – С. 92-103.
- 11 Серебрякова А.А., Гребенюк Е.В. Аэросиноптический анализ условий выпадения обильных дождей на севере Казахстана. // Труды КазНИГМИ. – 1956. – Вып 6. – С. 60-67.
- 12 Синоптические процессы Средней Азии /В.А. Бугаев, В.А. Джорджио и др. – Ташкент: Изд. АН Узбекской ССР, 1957. – 447 с.

References

- 1 Nastavlenie po sluzhbe prognozov.– M.: Gidrometeoizdat, 1978 – Razdel II. – Ch. 5. – 55 s.
- 2 Polozhenie o sbore svedenij i porjadke preduprezhdenij ob osobo opasnyh meteorologicheskikh javlenijah. – M.: Gidrometeoizdat, 1972 – 20 s.
- 3 Dejcheva V.G. Ajerosinopticheskie uslovija vypadenija obil'nyh osadkov na territorii Kazahstana // Trudy KazNIGMI – 1978. – Vyp. 72. – S. 86-99.
- 4 Klimat Kazahstana. Pod red. A. S. Utesheva. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1959. – 367 s.
- 5 Spravochnik po klimatu SSSR – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – Vyp.18. – Ch. 4. – 550 s.
- 6 Cherednichenko A.V. Izmenenie klimata Kazahstana i vozmozhnosti adaptacii za schet dostupnyh vodozapasov oblachnosti. – Bishkek: Ilim, 2009. – 260 s.

- 7 Atlas Kazahskoj SSR. – М.: GUGK, 1982. Т. 1. – 300 с.
- 8 Agarkova A.P. Struktura mnogoletnego godovogo hoda osadkov v Kazahstane. // Trudy KazNIGMI, 1959. – Vyp 43. – S. 25-37.
- 9 Golubov R.S. Sinoptiko-klimaticeskoe opisanie Kazahstana. // Trudy KazNIGMI, 1956. Vyp 6. – S. 3-21.
- 10 Grebenjuk E.V., Duletova T.A. Sinopticheskie uslovija vzniknovenija obil'nyh snegopadov v Kazahstane. // Trudy KazNIGMI, 1959. Vyp 10. – S. 92-103.
- 11 Serebrjakova A.A., Grebenjuk E.V. Ajerosinoptičeskij analiz uslovij vypadenija obil'nyh dozhdej na severe Kazahstana. // Trudy KazNIGMI, 1956. Vyp 6. – S. 60-67.
- 12 Sinopticheskie processy Srednej Azii /V.A. Bugaev, V.A. Dzhordzhio i dr. – Tashkent: Izd. AN Uzbekskoj SSR, 1957. – 447 s.