

А.М. Геворгян

**СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
ОБИЛЬНЫХ ОСАДКОВ В АРМЕНИИ ПРИ ПРОХОЖДЕНИЯХ
ХОЛОДНЫХ ФРОНТОВ С СЕВЕРО-ЗАПАДА**

A.M. Gevorgyan

**SYNOPTIC CONDITIONS OF FORMATION OF HEAVY
PRECIPITATION EVENTS IN ARMENIA RELATED TO PASSAGES
OF COLD ATMOSPHERIC FRONTS FROM NORTH-WEST**

В статье приводится анализ синоптических условий при прохождении холодных фронтов с северо-запада, обуславливающих обильные осадки в Армении. Анализ синоптических процессов в дни с обильными осадками проводился по данным наблюдений 32 метеорологических станций Армении, фактических приземных и высотных синоптических карт, спутниковых снимков облачности. Синоптический анализ обильных осадков проводился за период 2001–2009 гг.

Ключевые слова: обильные осадки, атмосферная циркуляция, холодный фронт.

Synoptic analysis of passages of cold fronts from north-west giving rise to heavy precipitation events in Armenia is presented. Synoptic analysis is based on analysis of weather maps, weather data from 32 meteorological stations, satellite images, Japanese reanalysis data (JRA-25) and daily precipitation amounts data of Global Precipitation Climatology Project One Degree Daily (GPCP 1DD) over the period 2001–2009.

Key words: heavy precipitation events, atmospheric circulation, atmospheric front.

В данной статье приводится характеристика синоптических процессов, связанных с прохождением холодных фронтов с северо-запада и обуславливающих обильные осадки в Армении [1–5]. Анализ синоптических процессов в дни с обильными осадками проводился по данным наблюдений 32 метеорологических станций Армении, фактических приземных и высотных синоптических карт, спутниковых снимков облачности. За обильные осадки были приняты случаи, когда суточное количество осадков составляло 20 мм и более [5] хотя бы на одной метеорологической станции из рассмотренных 32 метеорологических станций, распределение которых представлено на рис. 1. Синоптический анализ обильных осадков проводился за период 2001–2009 гг., во время которого были проанализированы 885 случаев выпадения обильных осадков.

Результаты субъективного синоптического анализа за период 2001–2009 гг. показали, что выпадение обильных осадков наблюдаются при 7 типах синоптических процессов. Распределение случаев выпадения обильных осадков по типам синоптических процессов в теплый (апрель–октябрь) и холодный (ноябрь–март) периоды года представлено на рис. 2–3.

Из рис. 2–3 видно, что распределение числа случаев обильных осадков по синоптическим процессам в теплый период года существенно отличается от распределения в холодный период года. В теплый период (рис. 2) выпадение

обильных осадков в Армении в основном связано с внутримассовыми процессами, с прохождением холодных фронтов с северо-запада, с выходами циклонов с юго-запада и с волновыми возмущениями на холодном фронте. В холодный период года (рис. 3), как и следовало ожидать, отсутствуют обильные осадки, связанные с внутримассовыми процессами, доля выходов циклонов с юго-запада при выпадении обильных осадков увеличивается более чем в три раза по сравнению с теплым периодом года (38 % и 11 %, соответственно). Последнее связано с тем, что в холодный период года создаются благоприятные условия для выходов циклонов с юго-запада, поскольку более часто циркуляция атмосферы носит меридиональный характер.

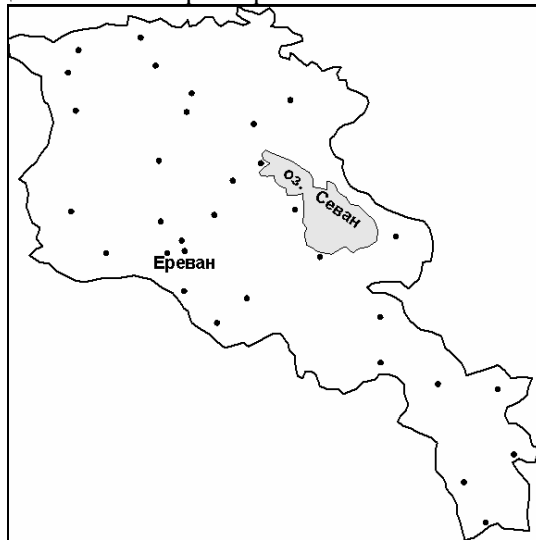


Рис. 1. Распределение метеорологических станций

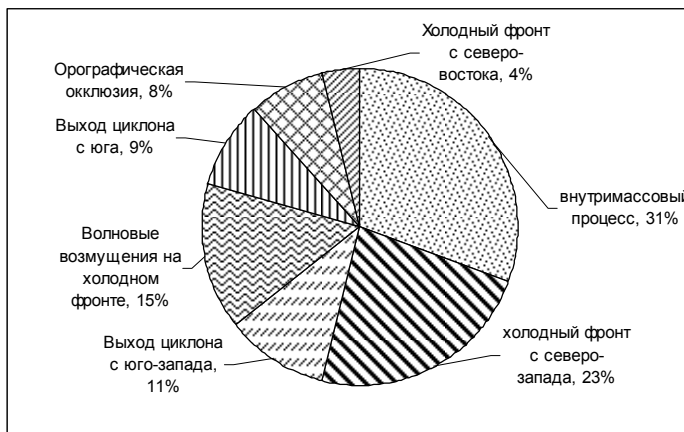


Рис. 2. Доли синоптических процессов при выпадении обильных осадков. Теплый период (апрель – октябрь)

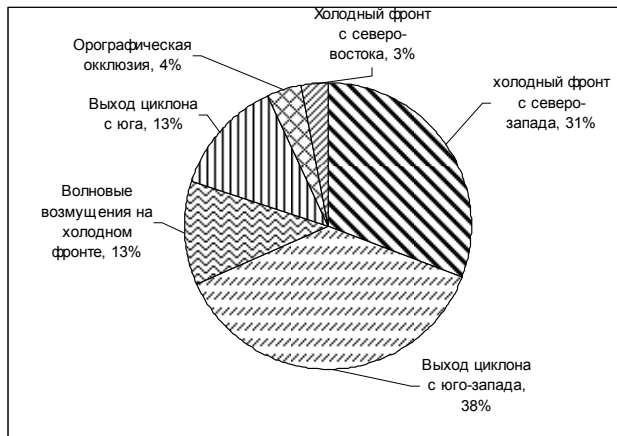


Рис. 3. Доли синоптических процессов при выпадении обильных осадков. Холодный период (ноябрь – март)

Рассмотрим синоптические условия при прохождении холодных фронтов с северо-запада. Кроме фактических синоптических карт были построены средние карты для давления над уровнем моря, средние карты температуры воздуха на изобарической поверхности 850 гПа и средние карты геопотенциальной высоты на изобарической поверхности 850 и 500 гПа для рассматриваемого типа синоптического процесса по данным реанализа Японского метеорологического агентства (JRA-25). Анализ синоптических карт в дни с прохождением холодных фронтов с северо-запада показал, что можно выделить три характерные синоптические ситуации, описание которых приводится ниже.

1. Прохождение холодного фронта с северо-запада, распространяющегося в передней части гребня (или отрога) Скандинавского антициклона

Ярким примером данного процесса может служить прохождение холодного фронта с северо-запада 24–25 февраля 2007 г. В эти дни на 4 станциях наблюдались обильные осадки, наибольшее количество суточных осадков составило 47 мм на станции Раздан. Синоптическая ситуация при прохождении холодного фронта представлена на фактических картах погоды и АТ 850 гПа за 24–25 февраля 2007 г. (рис. 4 и 6) и на средних картах приземного давления и АТ 850 гПа в дни с рассматриваемой синоптической ситуацией для холодного периода, построенных по данным реанализа JRA-25 (рис. 5 и 7). На фактических и средних картах видно, что центр мощного Скандинавского антициклона находится над ЕТР (Европейская территория России) и Восточной Европой. Гребень антициклона распространяется на Черное море и на Южный Кавказ. Армения находится под влиянием гребня Скандинавского антициклона. В передней части гребня антициклона и над Арменией наблюдается рост атмосферного давления (рис. 5), что свидетельствует о том, что при прохождении холодных фронтов с северо-

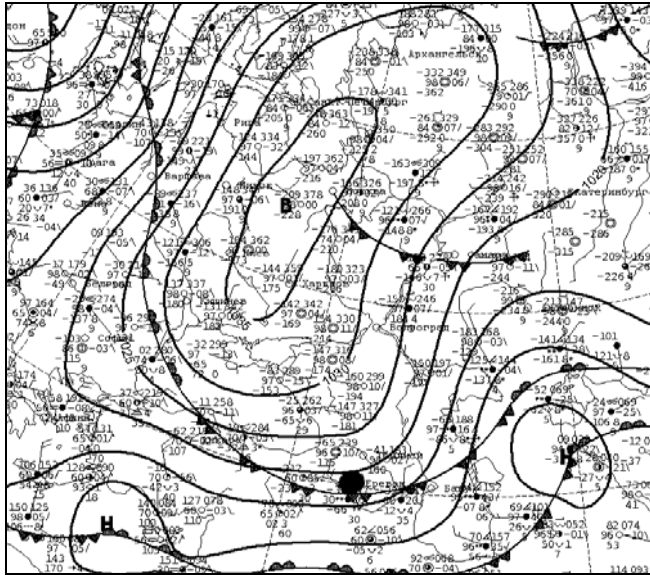


Рис. 4. Приземная карта за 25.02.2007

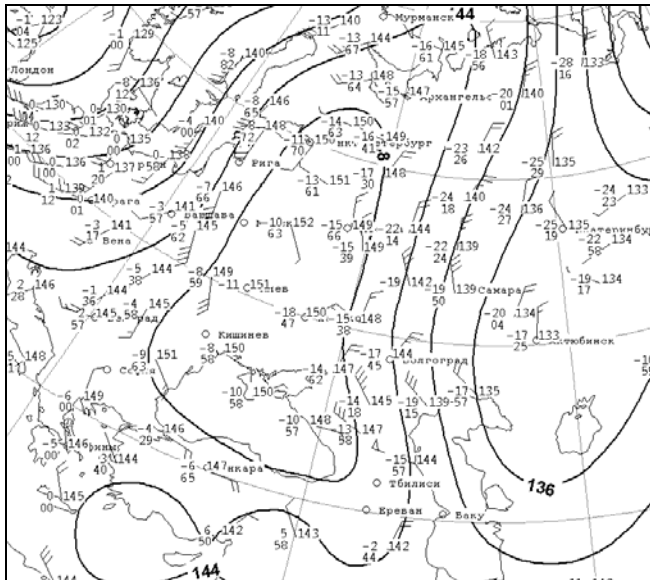


Рис. 6. Карта АТ 850 гПа за 25.02.2007

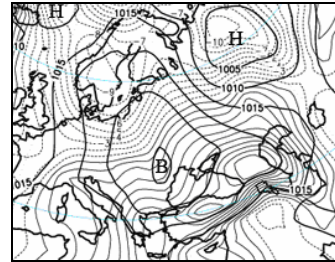


Рис. 5. Средняя карта давления над уровнем моря для холодного периода года (JRA-25)¹

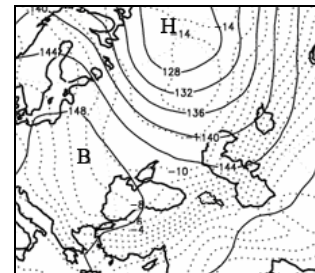


Рис. 7. Средняя карта АТ 850 гПа для холодного периода года (JRA-25)²

1 – сплошные жирные линии – изобары (проведены с интервалом через 5 гПа), сплошные линии – положительные изаллобары за 24 ч, пунктирные линии – нулевые и отрицательные изаллобары за 24 ч (проведены с интервалом через 1 гПа). 2 – сплошные жирные линии – изогипсы (проведены с интервалом через 4 дам), пунктирные линии – изотермы (проведены с интервалом через 2⁰С). ● – точка, соответствующая Еревану на синоптических картах

запада наблюдается смещение гребня антициклона (а в месте с ним и холодного фронта) в юго-восточном направлении на Черное море и Армению. Области максимального роста давления расположены севернее и северо-западнее Армении, где рост давления за 24 ч в среднем составляет 10–11 гПа.

Распределение средней температуры воздуха на изобарической поверхности 850 гПа показывает, что при данном типе процесса наблюдается интенсивная меридиональная циркуляция атмосферы (рис. 7). Холодные воздушные массы распространяются с северной и центральной части ЕТР на Черное и Каспийское моря. В области расположения холодного атмосферного фронта (над Южным Кавказом и Арменией) наблюдается сильное сгущение изотерм. Контраст температуры воздуха за холодным фронтом и перед холодным фронтом в среднем составляет 10–12 °С в холодный период года.

Средние значения давления над уровнем моря и геопотенциальной высоты на карте АТ 850 гПа в центре Скандинавского антициклона, в передней части его гребня и над Ереваном по фактическим данным и по средним картам за холодный и теплый периоды года приведены в табл. 1 и 2 (средние карты за теплый период года в статье не приводятся). Давление в центре Скандинавского антициклона в среднем составляет 1032 и 1026 гПа в холодный период года и теплый период года соответственно согласно фактическим наблюдениям, что свидетельствует о том, что в холодный период года Скандинавские антициклоны мощнее, чем в теплый период года. Из табл. 1 и 2 также видно, что средние значения давления и геопотенциальной высоты в центре антициклона занижены по средним картам реанализа JRA-25 относительно фактических наблюдений.

Таблица 1

Средние значения давления над уровнем моря, гПа

Точки	Холодный период года		Теплый период года	
	факт.	JRA-25	факт.	JRA-25
Центр антициклона	1032	1030	1026	1023
Гребень	1021	1021	1017	1016
Над Ереваном	1016	1015	1012	1012

Таблица 2

Средние значения геопотенциальной высоты на картах АТ 850 гПа, дам

Точки	Холодный период года		Теплый период года	
	факт.	JRA-25	факт.	JRA-25
Центр антициклона	154	150	153	153
Гребень	148	147	149	149
Над Ереваном	144	145	146	146

На рис. 8 представлена фактическая карта АТ 500 гПа за 25 февраля 2007 г, а на рис. 9 – средняя карта АТ 500 гПа за холодный период года. На рис. 8–9 наблюдается глубокая высотная ложбина, которая распространяется с северо-востока на юго-запад. Армения находится в передней части высотной ложбины, где наблюдается сильное сгущение изогипс. Над Восточной Европой и Скандинавией наблюдается высотный гребень, ось которого направлена преимущест-

венно с юга на север. В передней части высотного гребня расположен Скандинавский антициклон у земли (рис. 4–5). На рис. 9 можно заметить, что над западной частью ЕТР и Восточной Европой, где расположен Скандинавский антициклон у земли, наблюдается интенсивный рост геопотенциальной высоты (в среднем 6–8 дам в сутки).

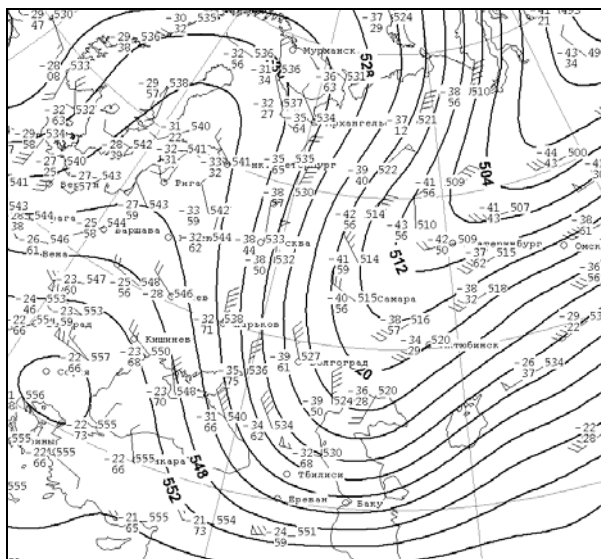


Рис. 8. Карта АТ 500 гПа за 25/02/2007

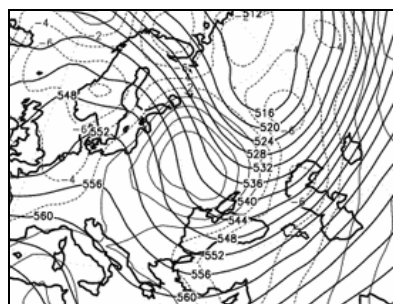


Рис. 9. Средняя карта АТ 500 гПа для холодного периода года (JRA-25)³

1 – сплошные жирные линии – изогипсы (проведены с интервалом через 4 дам), сплошные линии – положительные изаллогипсы за 24 ч, пунктирные линии нулевые и отрицательные изаллогипсы за 24 ч (проведены с интервалом через 2 дам)

В табл. 3 представлены средние значения геопотенциальной высоты в центре высотной ложбины и над Ереваном на изобарической поверхности 500 гПа по фактическим данным и по данным средних карт за холодный (рис. 8) и теплый периоды года (средняя карта АТ 500 гПа за теплый период года в статье не приводится). Из табл. 3 видно, что геопотенциальная высота в центре высотной ложбины значительно ниже в холодный период года (543 дам) относительно теплого периода года (557 дам). Также можно заметить, что значение геопотенциальной высоты в центре высотной ложбины завышено по данным реанализа на 1 дам и в холодный период года, и в теплый период года.

Таблица 3

Средние значения геопотенциальной высоты на карте АТ 500 гПа, дам				
Точки	Холодный период года		Теплый период года	
	факт.	JRA-25	факт.	JRA-25
Центр высотной ложбины	543	544	557	558
Над Ереваном	556	554	565	565

На рис. 10 представлен спутниковый снимок облачности за 24 февраля 2007 г. в 10 ч по местному времени. На рис. 10 хорошо видна широтно расположенная зона облачности обширного холодного фронта над Южным Кавказом.

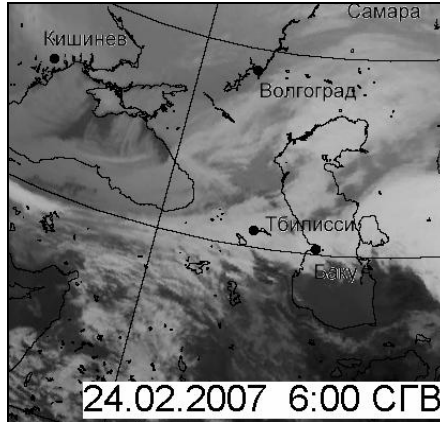


Рис. 10. Спутниковый снимок облачности за 24.02.2007

2. Прохождение холодного фронта с северо-запада в передней части гребня (или отрога) Азорского антициклона

Следует отметить, что данный тип синоптической ситуации, в свою очередь, разделяется на 2 подтипа. Первый подтип наблюдается, когда центр Азорского антициклона находится западнее Пиренейского п-ва приблизительно на 40° с.ш. Второй подтип наблюдается, когда центр Азорского антициклона смещен севернее и находится над Британскими островами или западнее (приблизительно на 50° с.ш). Здесь будем рассматривать только первый подтип синоптической ситуации. Все случаи прохождения холодных фронтов, связанных с данной синоптической ситуацией, наблюдались в теплый период года.

Прохождение холодного фронта с северо-запада, связанного с передней частью гребня Азорского антициклона, наблюдалось 28–29 июля 2009 г. 28 июля во второй половине дня и ночью 29 июля на пяти станциях Армении наблюдались обильные осадки, на станции Варденис количество осадков за 12 ч составило 35 мм. Синоптическая ситуация при рассматриваемом типе процесса представлена на фактических картах погоды и АТ 850 гПа за 29 июля 2009 г. (рис. 11 и 13) и на средних картах давления над уровнем моря и АТ 850 гПа (рис. 12 и 14). На этих картах можно заметить, что область высокого давления распространяется от Атлантического океана до Черного моря по югу и центру Европы. Армения находится под влиянием передней части гребня Азорского антициклона. На рис. 12 также можно заметить, что в передней части гребня Азорского антициклона и над Арменией наблюдается рост атмосферного давления в среднем на 2–3 гПа в сутки. На рис. 14 можно заметить, что изотермы на изобарической поверхности 850 гПа сильно сгущены в передней части гребня Азорского

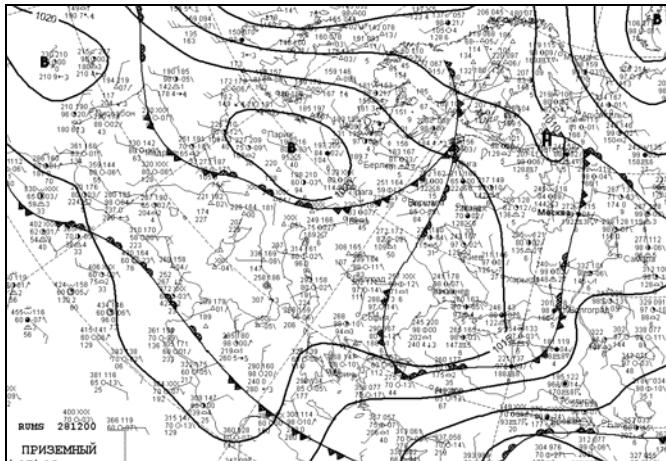


Рис. 11. Приземная карта за 28.07.2009

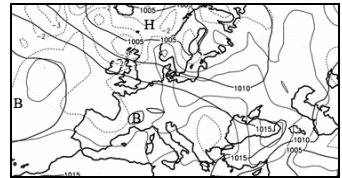


Рис. 12. Средняя карта давления над уровнем моря для теплого периода года (JRA-25)¹

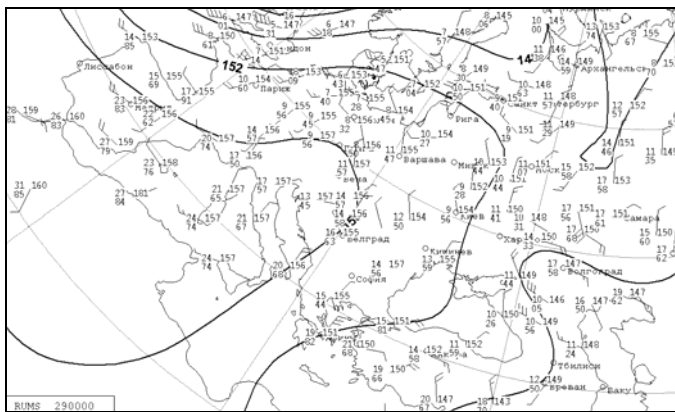


Рис. 13. Карта АТ850гПа за 29.07.2009

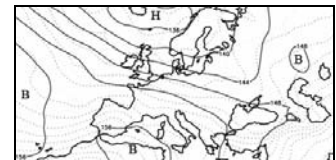


Рис. 14. Средняя карта АТ 850 гПа для теплого периода года (JRA-25)²

антициклона и над Арменией. Зона с сильным сгущением изотерм соответствует холодному фронту, причем холодный воздух расположен над Черным морем. Контраст температуры воздуха за холодным фронтом и перед холодным фронтом в среднем составляет 6–8 °С.

Средние значения давления над уровнем моря и геопотенциальной высоты на карте АТ 850 гПа в центре Азорского антициклона, в передней части его гребня и над Ереваном, по фактическим данным и согласно средним картам, приведены в табл. 4 и 5. Из табл. 4 можно заметить, что в среднем значения давления над уровнем моря в центре Азорского антициклона и в передней части его гребня занижены по данным реанализа на 2–4 гПа относительно фактических значений, а над Ереваном – давление завышено на 2 гПа по данным реанализа.

Таблица 4

Средние значения давления над уровнем моря, гПа

Точки	Теплый период года	
	факт.	JRA-25
Центр антициклона	1027	1023
Гребень	1017	1015
Над Ереваном	1010	1012

Таблица 5

Средние значения геопотенциальной высоты на карте АТ 850 гПа, дам

Точки	Теплый период года	
	факт.	JRA-25
Центр антициклона	158	158
Гребень	151	150
Над Ереваном	147	148

На фактической карте АТ 500 гПа за 29 июля 2009 г. и на средней карте АТ 500 гПа (рис. 15–16) наблюдается высотная ложбина, ось которой направлена с северо-запада на юго-восток. Армения находится в передней части высотной ложбины, где наблюдается сгущение изогипс и относительно слабое падение геоптенциальной высоты (в среднем на 2–4 дам в сутки).

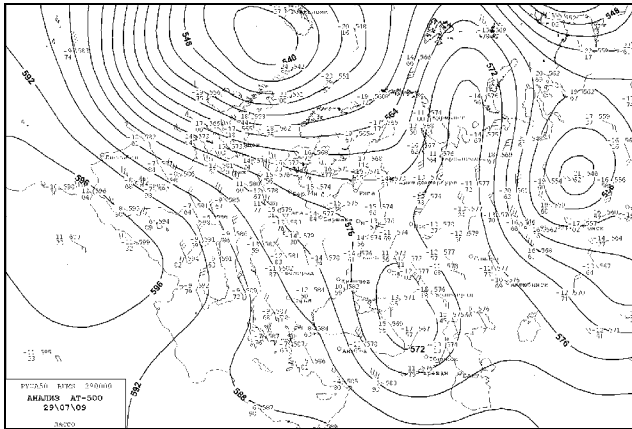


Рис. 15. Карта АТ 500 гПа за 29.07.2009

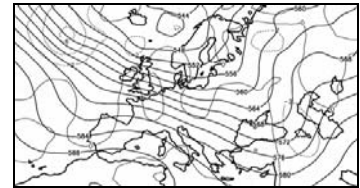


Рис. 16. Средняя карта АТ 500 гПа для теплого периода года (JJA-25) ³

Средние значения геопотенциальной высоты на изобарической поверхности 500 гПа в центре высотной ложбины и над Ереваном, по данным фактических наблюдений и по данным средней карты для теплого периода года (рис. 16) представлены в табл. 6.

Таблица 6

Средние значения геопотенциальной высоты на карте АТ 500 гПа, дам

Точки	Теплый период года	
	факт.	JRA-25
Центр высотной ложбины	566	567
Над Ереваном	574	573

На спутниковых снимках облачности за 28–29 июля 2009 г. (рис. 17–19) хорошо видно движение облачности, соответствующей холодному фронту, с северо-запада на юго-восток.

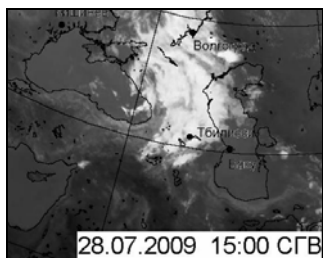


Рис. 17

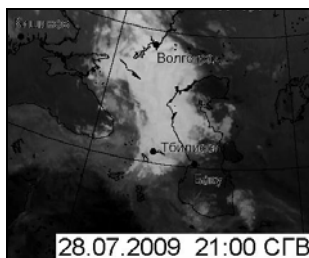


Рис. 18

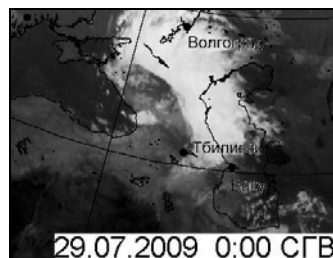


Рис. 19

3. Прохождение холодного фронта с северо-запада в тылу циклона, центр которого находится над Каспийским морем

В отличие от вышеперечисленных синоптических ситуаций в данном случае при прохождении холодного фронта Армения находится в тылу циклона на приземной карте погоды.

Рассмотрим данный процесс на примере случая 21 января 2006 г. В этот день на 6 станциях наблюдались обильные осадки.

Синоптическая ситуация для рассматриваемого процесса представлена на фактических картах погоды и АТ 850 гПа за 21 января 2006 г. (рис. 20 и 22) и на средних картах над уровнем моря и АТ 850 гПа (рис. 21 и 23). На фактических и средних картах видно, что над Каспийским морем наблюдается циклон (на картах АТ 850 гПа наблюдается ложбина), Армения находится в тылу циклона. Над Черным морем наблюдается гребень высокого давления, который распространяется в тыл циклона. На рис. 21 видно, что в передней части гребня высокого давления (западнее Армении) наблюдается интенсивный рост давления (до 6–7 гПа в сутки), а над Арменией и в области циклона – падение давления (до 3–4 гПа в сутки). На рис. 23 видно, что над Арменией наблюдается зона сгущения изотерм, соответствующая холодному фронту. Холодный воздух расположен северо-западнее Армении над Черным морем, что характерно при прохождении холодных фронтов с северо-запада. Разница температур воздуха за холодным фронтом и перед холодным фронтом в среднем составляет 8–10 °С.

В табл. 7 и 8 представлены средние значения атмосферного давления над уровнем моря и геопотенциальной высоты на карте АТ 850 гПа в центре циклона, в передней части гребня высокого давления и над Ереваном по фактическим данным и по данным средних карт (средние карта за теплый период в статье не приводится). Из табл. 7 видно, что атмосферное давление в центре циклона завышено по данным реанализа. Из табл. 8 видно, что средние значения геопотенциальной высоты на изобарической поверхности 850 гПа в рассматриваемых точках, по данным реанализа и по фактическим данным, мало отличаются друг

от друга. Интересно заметить, что над уровнем моря глубина циклонов над Каспийским морем в среднем больше в теплый период года (на 1 гПа, табл. 7), а на изобарической поверхности 850 гПа – наоборот, согласно фактическим данным.

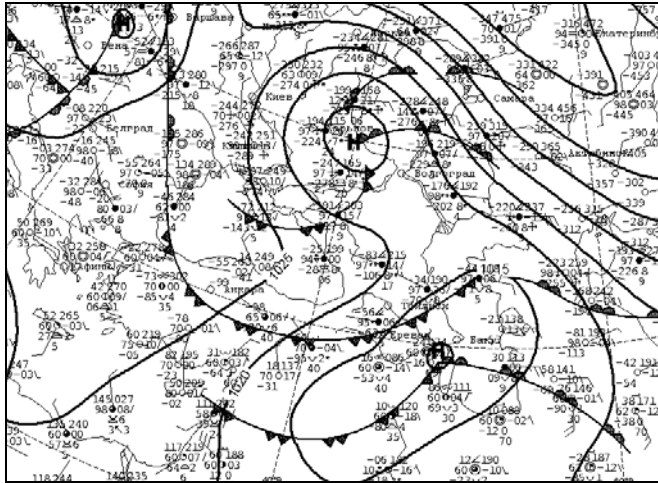


Рис. 20. Приземная карта за 21.01.2006

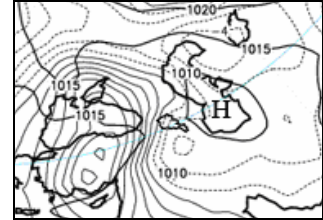


Рис. 21. Средняя карта давления над уровнем моря для холодного периода года (JRA-25)¹

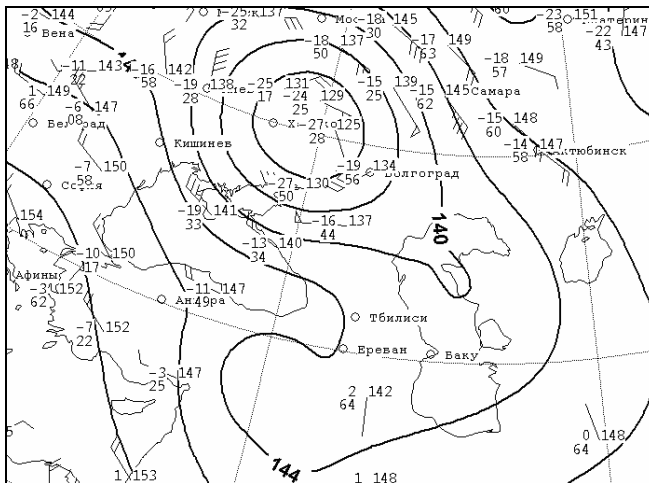


Рис. 22. Карта АТ 850 гПа за 21.01.2006

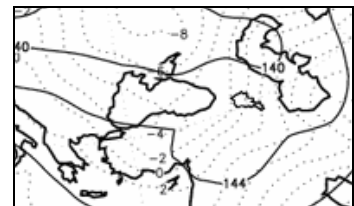


Рис. 23. Средняя карта АТ 850 гПа для холодного периода года (JRA-25)²

Таблица 7

Средние значения давления над уровнем моря, гПа

Точки	Холодный период года		Теплый период года	
	факт.	JRA-25	факт.	JRA-25
Центр циклона	1005	1009	1004	1007
Гребень	1016	1014	1011	1011
Над Ереваном	1010	1011	1006	1009

Средние значения геопотенциальной высоты на карте АТ 850 гПа, дам

Точки	Холодный период года		Теплый период года	
	факт.	JRA-25	факт.	JRA-25
Центр циклона	140	140	143	144
Гребень	144	144	145	145
Над Ереваном	141	141	143	144

На рис. 24 представлена фактическая карта АТ 500 гПа за 21 января 2006 г., а на рис. 25 – средняя карта АТ 500 для данного типа синоптической ситуации в холодный период года.

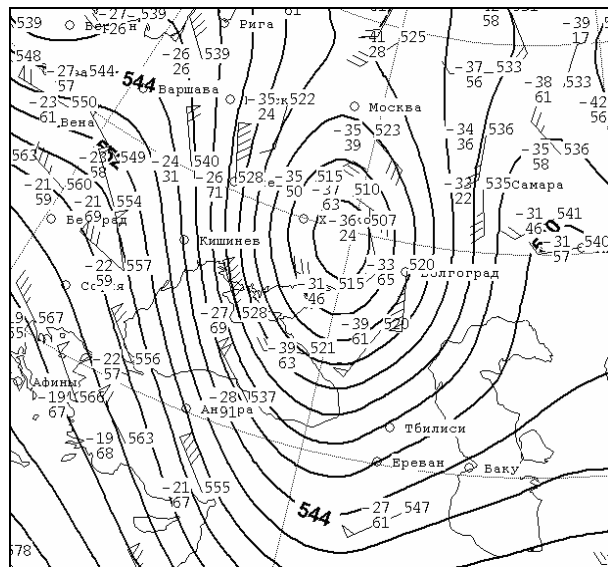


Рис. 24. Карта АТ 500 гПа за 21.01.2006

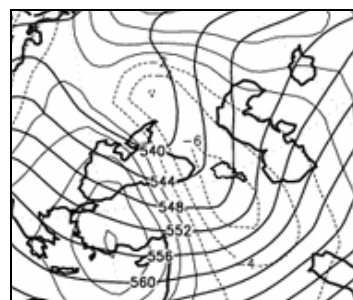


Рис. 25. Средняя карта АТ 500 гПа для холодного периода года (JRA-25)³

На рис. 24–25 наблюдается глубокая высотная ложбина, которая распространяется с севера на юг. Армения находится в передней части высотной ложбины, где наблюдается сильное сгущение изогипс. На рис. 25 можно заметить, что в холодный период года над Арменией наблюдается интенсивное падение геопотенциальной высоты (в среднем на 6–8 дам в сутки), а в тыловой части высотной ложбины наблюдается интенсивный рост геопотенциальной высоты (в среднем на 8–10 дам в сутки).

В табл. 9 представлены средние значения геопотенциальной высоты в центре высотной ложбины и над Ереваном на картах АТ 500 гПа по фактическим данным и по данным средних карт для холодного (рис. 25) и теплого периодов года (средняя карта за теплый период года в статье не приводится). Из табл. 9 видно, что значение геопотенциальной высоты в центре высотной ложбины и над Ереваном в холодный период года значительно ниже относительно теплого периода года (в среднем на 18–21 дам по фактическим данным).

Таблица 9

Средние значения геопотенциальной высоты на карте АТ 500 гПа, дам

Точки	Холодный период года		Теплый период года	
	факт.	JRA-25	факт.	JRA-25
Центр высотной ложбины	540	540	561	560
Над Ереваном	546	547	564	564

4. Распределение осадков при прохождении холодных фронтов с северо-запада

Рассмотрим распределение средних суточных сумм осадков по территории Южного Кавказа в дни с прохождением холодных фронтов с северо-запада. С этой целью были построены карты распределения осадков для исследуемого региона по данным архива суточных осадков GPCP 1DD за период 2001–2009 гг., который в основном основан на спутниковых измерениях осадков и представляет собой глобальный архив суточных осадков в узлах регулярной сетки с горизонтальным разрешением $1 \times 1^\circ$.

Карты среднесуточных сумм осадков в дни с обильными осадками, связанными с прохождением холодных фронтов с северо-запада, для холодного и теплого периодов года представлены на рис. 26–27. На рис. 26–27 можно заметить, что распределение осадков при рассматриваемом типе процесса носит более пятнистый характер в холодный период года. В холодный период года области с наибольшими осадками расположены западнее Армении и на юго-востоке Каспийского моря (в среднем 7–8 мм), количество осадков над Арменией в среднем составляет 4–5 мм в сутки. Зона осадков в теплый период года (рис. 27) по своей форме напоминает характерный вид облачности холодного фронта на спутниковых снимках облачности (рис. 17–19). Наибольшее количество осадков наблюдается на крайнем юго-востоке Черного моря и севере Армении и составляет 6–7 мм.

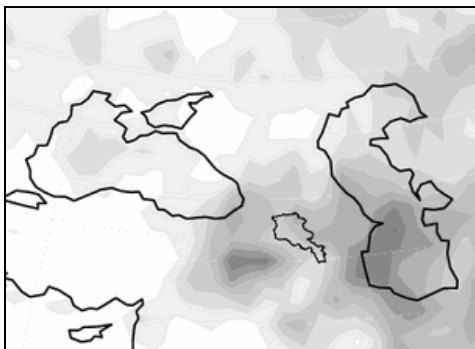


Рис. 26. Среднесуточное количество осадков, холодный период года (GPCP 1DD)

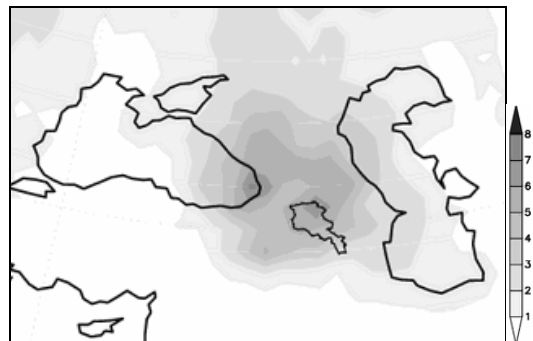


Рис. 27. Среднесуточное осадки, мм количество осадков, теплый период года (GPCP 1DD)

Интересно рассмотреть распределение обильных осадков на территории Армении по данным наблюдений станции. Последнее даст возможность более подробно оценить влияние рельефа на образование обильных осадков.

Распределение повторяемости обильных осадков при прохождении холодных фронтов с северо-запада для холодного и теплого периода года представлено на рис. 28 и 29 соответственно. В холодный период года повторяемости обильных осадков распределены неравномерно (рис. 28). Максимальная повторяемость обильных осадков наблюдается на станции Раздан (53 %), которая расположена в верхних течениях долины р. Раздан, которая способствует выпадению обильных осадков. Большая повторяемость обильных осадков наблюдается в предгорных и горных районах юго-востока (станции Горис и Джермук с повторяемостью обильных осадков 27 %). Меньше всего обильные осадки наблюдаются в Араратской долине (станции Армавир, Арарат, Арташат, Ереван), на северо-востоке и в долинных районах юго-востока, где повторяемость обильных осадков при прохождении холодных фронтов с северо-запада меньше 5 %. Проникновение влажных воздушных масс в указанные районы затруднено из-за наличия высоких горных хребтов, которые расположены на пути движения влажных воздушных масс.

В теплый период года, в отличие от холодного периода года, сравнительно высокая повторяемость выпадения обильных осадков наблюдается на севере, северо-востоке и юго-востоке республики (15–25 %, рис. 29). Последнее связано с большой неустойчивостью и относительно высокой влажностью воздушных масс в указанных районах. Как и в холодный период года, повторяемость обильных осадков в Араратской долине и в долинных районах юго-востока меньше 5 %. В этих районах наблюдается высокие температуры и большой дефицит влажности (особенно в периоде июнь–август), что препятствует выпадению обильных осадков (а в некоторых случаях – осадков вообще).

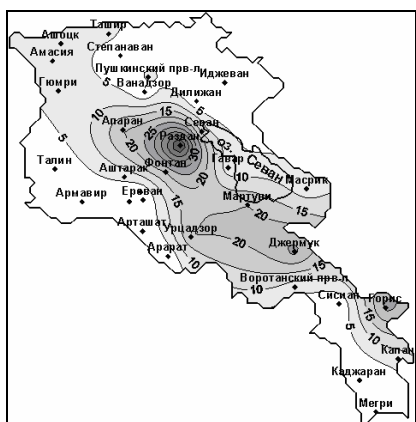


Рис. 28. Повторяемость обильных осадков при прохождении холодных фронтов. Холодный период

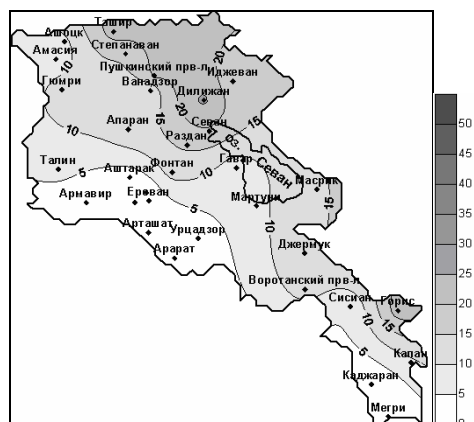


Рис. 29. Повторяемость обильных (%) осадков при прохождении холодных фронтов. Теплый период

Заключение

Обобщая полученные результаты, можно сказать следующее:

1. Приведена подробная характеристика синоптических условий при прохождении холодных фронтов с северо-запада, обуславливающих обильные осадки в Армении за период 2001–2009 гг.

2. Были составлены средние карты атмосферного давления, геопотенциальной высоты и температуры воздуха на изобарической поверхности 850 гПа, геопотенциальной высоты на изобарической поверхности 500 гПа и суточных осадков для всего Кавказа для рассматриваемого типа синоптического процесса по глобальным данным.

3. Были посчитаны средние значения атмосферного давления над уровнем моря, геопотенциальной высоты на изобарической поверхности 850 гПа и 500 гПа в некоторых точках, которые в большей степени определяют интенсивность синоптического процесса.

Литература

1. *Александрян Г.А.* Атмосферные осадки в Армянской ССР. – Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1971. – 178 с.
2. *Богаткин О.Г., Геворгян А.М.* Расчет параметров конвекции при обильных ливневых дождях в Армении / В сб.: Проблемы летной эксплуатации и безопасность полетов. Вып. 3 – СПб.: Изд-во Гос. ун-та гражданской авиации, 2009, с. 74-79.
3. *Геворгян А.М.* Территориальное распределение обильных осадков в Армении // Уч. зап. РГГМУ, 2010, № 12, с. 60-73.
4. *Геворгян А.М.* Синоптические условия образования обильных и максимальных осадков в Армении // Труды ГГО, вып. 562, 2010, с. 127-138.
5. *Харчилава Ф.Т.* Аэросиноптические условия образования и выпадения обильных осадков в Армении и разработка методики их прогнозирования // Труды ЗаКНИИГМИ, вып. 22, 1966, с. 13-23.