

СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГРОЗ НАД ТЕРРИТОРИЯМИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И КАЗАХСТАНА

В.П. Горбатенко

Томский государственный университет

Исследованы временные и пространственные изменения грозовой активности над территориями юго-востока Западной Сибири и Казахстана. Определены траектории циклонов, обуславливающие возникновение и развитие гроз, и типы атмосферной циркуляции при грозах. Определено соответствие фронтальных и внутримассовых гроз для каждого из районов исследования.

Изучение повторяемости типов синоптических процессов над той или иной территорией представляет значительный интерес в связи с оценкой опасных для народного хозяйства явлений погоды. Необходимо отметить, что исследованию циркуляционных процессов над северным полушарием или его отдельными территориями посвящено значительное количество работ [2, 4, 5, 10]. Выполнялись такие работы и для территорий Западной Сибири и Казахстана, но проводились они, в основном, с целью изучения циркуляционных процессов, а не для изучения характеристик метеорологических полей, связанных с этими процессами. Кроме того, исследования синоптических процессов летнего периода над территорией Западной Сибири было проведено для сравнительно короткого периода (1963–1967 гг.) [5].

Известно, что гроза связана с наличием сильной неустойчивости стратификации воздуха при высоком влагосодержании. Общий фон для возникновения и развития грозы на достаточно больших территориях создают макропроцессы. Макроциркуляционные условия определяют пути перемещения циклонов, в которых, в основном, и формируются условия, благоприятные для возникновения грозы. Однако в каждом конкретном районе эти условия реализуются по-разному, в зависимости от характеристик конкретной территории.

Целью данной работы является выделение особенностей циркуляционных процессов атмосферы над районами Западной Сибири и Казахстана из которых одни способствуют возникновению гроз, а другие нет. Для этого выполнен анализ многолетних тенденций в изменении форм циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе северного полушария, проведенный для каждого дня летних периодов 1962–1985 гг. и анализ изменений числа дней с грозой этого периода для территорий Западной Сибири северного и восточного Казахстана. Кроме того, проведено исследование структуры временных рядов числа дней с грозой на предмет выявления общих закономерностей в их многолетнем режиме.

Грозовая активность, наблюдаемая визуально на метеорологических станциях, характеризуется числом дней с грозой и суммарной продолжительностью гроз в году. Методика регистрации грозы как явления в период с 1912 г. по настоящее время не претерпела

существенных изменений, хотя с 1966 г. грозы не подразделяются на близкие и отдаленные. Необходимо отметить, что в ряде пунктов ЕТР, в Восточной Сибири, в некоторых районах Западной Сибири и Казахстана проводились и инструментальные наблюдения над грозами, однако надежные данные о результатах непосредственного определения плотности разрядов молнии в землю пока не получены, поскольку наблюдения эти не были продолжительными. Следовательно, при решении задач мониторинга грозовой активности, как элемента глобальной электрической цепи в атмосфере, анализ многолетних данных визуальных наблюдений над грозами не имеет альтернативы.

Предлагаемые в настоящей работе исследования выполнены для территорий юго-востока Западной Сибири (Томская область с прилегающими к ней метеостанциями и Алтайский край), северной, центральной, южной и восточной частей Казахстана. При исследовании временных изменений характеристик грозовой деятельности над Западной Сибирью были использованы данные 45 метеостанций за период 1936–1995 гг. На территории Казахстана использованы данные 74 станций за период 1936–1985 гг. В табл. 1 представлены средние и экстремальные значения грозо-

Таблица 1
Средние (\bar{x}) по территории, максимальные (\max) и минимальные (\min) значения числа дней с грозой (T) и суммарной за грозовой сезон продолжительности гроз (Π)

ТЕРРИТОРИЯ		ХАРАКТЕРИСТИКА	
		T	Π
ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ	MIN	16	23
	MAX	30	65
	\bar{x}	22	42
АЛТАЙСКИЙ КРАЙ	MIN	22	22
	MAX	32	54
	\bar{x}	26	43
СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН	MIN	12	16
	MAX	25	61
	\bar{x}	21	36
ЦЕНТРАЛЬ- НЫЙ КАЗАХСТАН	MIN	8	11
	MAX	26	66
	\bar{x}	18	32
ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН	MIN	9	16
	MAX	17	31
	\bar{x}	14	26
ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН	MIN	16	18
	MAX	38	92
	\bar{x}	23	40

вой активности на исследуемых территориях. Максимальные значения грозовой активности зарегистрированы в Алтайском крае, минимальные – на территории южного Казахстана. Территория восточного Казахстана по средним характеристикам грозовой активности ближе к территории Алтайского края, чем к прочим территориям Казахстана.

Периодические изменения во временном ходе метеорологических величин подтверждены множеством исследований, не является исключением и грозовая деятельность. На рис. 1 представляющем временной ход числа дней с грозой (T), отмечаемый станцией Барнаул, за период 105 лет, хорошо заметно, сколько значительно меняется грозовая активность от года к году. И, тем не менее, на фоне этих вариаций заметна некоторая периодичность в рядах грозовой активности. Выделяются десятилетия как с высокими значениями числа дней с грозой, так и с низкими. Если же сравнить временные изменения значений числа дней с грозой на различных, хотя и соседних территориях (рис. 2), то окажется, что на каких-то временных промежутках они синхронны, на других – нет. Временные вариации среднего числа дней с грозой для трех районов, представленные на рис. 2, позволяют сделать выводы: 1) уровень значений числа дней с грозой на

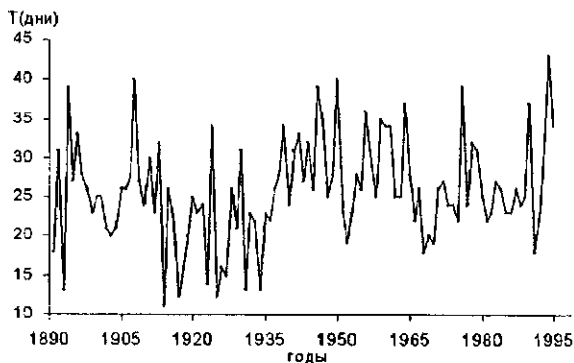


Рис. 1. Число дней с грозой за год, ст. Барнаул, период 1891–1995 гг.

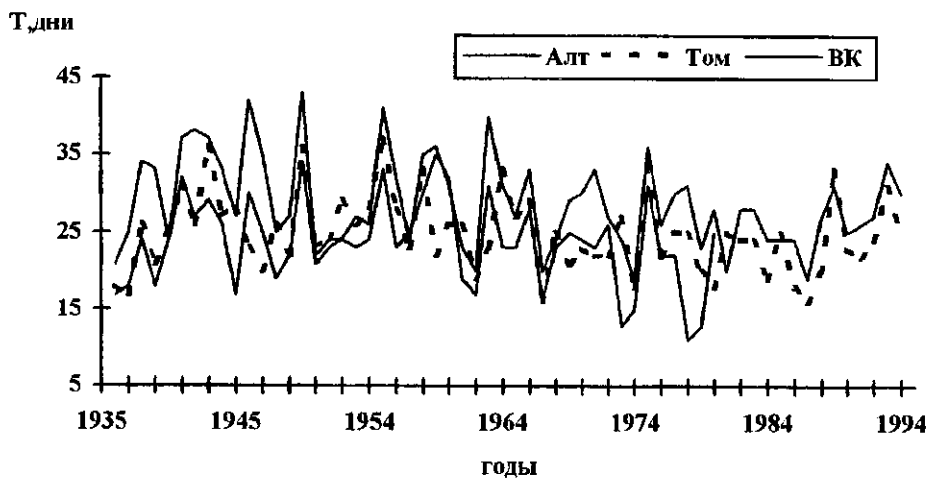


Рис. 2. Среднее число дней с грозой на метеостанциях Томской области (Том), Алтайского Края (Алт) и Восточного Казахстана (ВК)

территории Алтайского края ближе по значениям к числу дней с грозой, регистрируемых на территории Томской области, нежели на территории восточного Казахстана (Усть-Каменогорская и Павлодарская области); 2) временные вариации значений T метеостанций Томской области и Алтайского края гораздо лучше согласуются между собой, чем с данными, полученными в восточном Казахстане. Однако, циклические компоненты, даже на первый взгляд, существенно отличаются.

Структура многолетних колебаний таких метеорологических элементов, как температура воздуха, атмосферные осадки, атмосферная циркуляция изучена весьма детально и используется в практике долгосрочного прогнозирования, чего нельзя сказать о грозовой активности. Временные ряды характеристик грозовой активности характеризуются сложной статистической структурой. Сравнение работ, проведенных для различных территорий [1, 11], позволяет утверждать, что над различными территориями наблюдаются циклы различной периодичности. Обусловлено это, в первую очередь, наличием циклических составляющих различного периода в рядах повторяемости синоптических процессов, обуславливающих возникновение и развитие гроз над той или иной территорией. Кроме того, огромное значение на грозовую активность оказывает состояние подстилающей поверхности. Грозовой активности свойственна дискретность пространственного распределения [6, 7]. Даже на расстояниях порядка 20 км, средние многолетние значения характеристик грозовой активности могут отличаться более, чем в 2 раза. Параллельное исследование временных изменений грозовой активности над исследуемыми территориями и синоптических процессов, эти изменения обуславливающих, позволяют определить степень влияния синоптических факторов на формирование не только временных изменений грозовой активности, но ее и пространственной неоднородности.

Для выявления периодических составляющих в рядах многолетних колебаний метеовеличин применяются прикладные методы корреляционной теории стационарных случайных процессов [3]. Поэтому в настоящей работе была проведена проверка гипотезы о стационарности реализации анализируемого процесса с помощью критерия инверсий. После устранения нестационарности для обнаружения периодических колебаний в исследуемых временных рядах были рассчитаны оценки автокорреляционной функции. Исследование периодической составляющей во временных колебаниях грозовой активности на метеостанциях Томской, Кемеровской областей, Алтайского края и Казахстана (период наблюдения 55–105 лет) позволило выявить следующее: В рядах станции Барнаул (рис. 1) и Казалинск, имеющих наибольшую длительность (около 100 лет) удалось выявить цикличности как малого, так и практически полувекового периода. В табл. 2 приведены периоды различной продолжительности во временных рядах числа дней с грозой, наблюдаемых над различными территориями. Анализируя данные, представленные в табл. 2, можно заметить, что коротко- и среднепериодные циклы в рядах числа дней с грозой, присущи большинству территорий. Самые существенные отличия наблюдаются в отношении долгопериодных циклов. Территории Алтайского края присущи как циклы, характерные для рядов станций центра Западной Сибири, так и для станций, расположенных на территории Казахстана. Это не удивительно, поскольку территория Алтайского края подвержена влиянию циклонов, образовавшихся, либо проходящих как по территории севера и центра Западной Сибири, так и по территории Казахстана.

Необходимо заметить, что при этом на любой из территорий методом автокорреляционной функции установлено наличие цикличности и других периодов, нежели тот, что приведен в табл. 2. Например, в рядах пяти станций, расположенных на юге Западной Сибири длительностью 60 и более лет и девяти станций Казахстана длительностью 40–46 лет цикличность выявить не удалось. Несмотря на заметное различие в результатах исследования, можно выявить основные закономерности. Цикличности малого периода от 2 до 7 лет отмечены в рядах более чем половины станций каждой из исследуемых территорий (60% Томская область, и 70% Казахстан). Цикличности продолжи-

тельностью 9–13 лет обнаруживает 45% станций Западной Сибири, 53% – Северного Казахстана, 30% – Центрального, 40% – Южного, 50% – Восточного Казахстана. Причиной того, что не все станции даже одной территории, обнаруживают в своих рядах одинаковую периодичность явления, вряд ли можно считать качество данных, полученных в результате визуальных наблюдений. Все, используемые в работе, метеорологические ряды были подвержены проверкам на качество и те из них, качество которых вызывало сомнение, из анализа исключались. Периодичность, свойственная большинству метеорологических рядов наблюдений над грозами для той или иной территории, скорее всего, свойственна повторяемости синоптических процессов, обеспечивающих грозы на этих территориях. Однако на территории одной области или района в рядах наблюдений над грозами могут наблюдаться периоды с различной амплитудой [6]. Для того, чтобы понять причину таких различий необходимы детальные исследования временных изменений грозовой деятельности на плотной сети станций, расположенных в различных физико-географических условиях, но на этой проблеме, мы в данной работе, останавливаться не будем.

Целью данной работы является выделение схем циркуляционных процессов атмосферы над районами центра Западной Сибири, Алтая и Казахстана из которых одни процессы способствуют возникновению гроз, а другие нет. С этой целью был проведен анализ многолетних тенденций в изменении форм циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе северного полушария, проведенный для каждого дня летних периодов 1962–1985 гг. и анализ изменений числа дней с грозой этого периода для территорий Западной Сибири северного и восточного Казахстана.

Классификация атмосферных процессов проводилась на территории, ограниченной 40–90° в.д. Исследования основывались на типизации А.А. Каца [9], согласно которой зональное состояние циркуляции атмосферы довольно часто нарушается, при этом в тропосфере над Атлантико-Евразийским сектором северного полушария устанавливаются стационарные меридиональные волны различной локализации. Однако район исследований находится на стыке первого и второго естественных синоптических районов, поэтому более целесообразно пользоваться типизацией

Таблица 2

Сравнение периодов цикличности в рядах числа дней с грозой, регистрируемых над различными территориями

Территория исследований	Период (число лет)						
	3–4	5–7	8–9	10–13	14–17	18–24	25–35
Томская область	3	5		10	14	19	26
Алтайский край	4	7			14, 17	22	26, 34
Северный Казахстан			9			18	
Центральный Казахстан	4	6		11	17		
Южный Казахстан	4	7		10	16		34
Восточный Казахстан		5	8	11	15	22	25

[9] с учетом изменений, внесенных И.Г. Храмцовой [12]. Типизация [12] более информативна для исследуемой территории и по сравнению с использованием типизации [9] показала лучшие результаты. Изменения коснулись восточной (В) и зональной (Зон) форм циркуляции. Согласно [9], над Западной Сибирью восточная форма близка к смешанной: в той и другой высотный гребень располагается примерно по Уралу, а зональная к западной (в обеих формах преобладают юго-западные потоки). В [12] в отличие от типизации [9], к восточной форме циркуляции отнесены такие поля AT_{500} , когда высотный гребень находится над Западной Сибирью (ось проходит примерно по 70° в.д.), а к зональной, когда высотный циклон находится над полюсом, при этом в умеренных широтах над Западной и Восточной Сибирью преобладает западно-восточный перенос. Выделены следующие типы меридиональной циркуляции: Выделены следующие типы циркуляции:

Западный (З) – характеризуется наличием высотного гребня над Британскими островами и высотного циклона в районе Карского моря и полуострова Таймыр. Ложбина циклона распространяется на Западную Европу, ее ось мигрирует между $30-40^\circ$ в.д., над исследуемой территорией преобладают юго-западные потоки.

Центральный (Ц) – наличием гребня над восточной Европой и ложбины циклона над Западной Сибирью, центр циклона расположен над севером Сибири. Ось ложбины ориентирована с северо-востока на юго-запад и проходит по линии Игарка – Сургут – Кустанай.

Смешанный (С) – наличием гребня над востоком ЕТС, ложбины – в междуречье Оби и Енисея, ось направлена с севера на юг, по меридиану 80° в.д.

Восточный (В) – наличием гребня над Западной Сибирью. Ось гребня мигрирует в зависимости от сезона между $60-72^\circ$ в.д., занимая крайнее восточное положение весной и летом.

Для зональной циркуляции (Зон) характерно наличие циклона в полярной области и западно-восточного переноса в умеренных широтах.

Различные типы циркуляции создают различные условия для возникновения и развития грозовых си-

туаций. На первом этапе для выявления связи между изменением повторяемости основных форм циркуляции атмосферы и временным ходом климатических характеристик были определены формы атмосферной циркуляции для каждого дня грозового сезона периода 1962–1982 гг. (табл. 3). Затем исследовано как отразились изменения форм циркуляции атмосферы на траекториях циклонов, пересекающих территории исследований.

Согласно данным табл. 3 в течение весенне-летних месяцев четко выражено преобладание центральной формы циркуляции атмосферы за весь исследуемый период в целом.

Однако если рассмотреть временное изменение соотношения выделенных форм на всем исследуемом временном промежутке (рис. 3), окажется, что очевидное преобладание центральной формы циркуляции, зафиксированное в период 1963–1970 гг. не продолжается в последующее десятилетие (отдельные случаи в 1972, 1975, 1979 гг.). Заметно увеличивается число дней с зональной формой циркуляции, а в весенне-летний период 1973–1974 гг. отмечается преобладание смешанной формы циркуляции. Материалом для исследования зависимости грозовой активности от выше названных типов циркуляции атмосферы послужили данные за 1966–1975 гг.

Установлено (табл. 4), что наибольшее число гроз регистрируется при меридиональных формах циркуляции атмосферы. Из меридиональных (по крайней

Таблица 3
Число дней с различными формами атмосферной циркуляции по месяцам грозового сезона за период 1962–1982 гг.

Месяцы	Форма циркуляции				
	Ц	З	С	В	Зон
Апрель	177	125	83	88	127
Май	212	87	108	117	96
Июнь	198	105	103	81	113
Июль	200	60	129	112	119
Август	201	99	113	61	146
Всего,	988	476	536	459	601
%	32.3	15.5	17.5	15.1	19.6

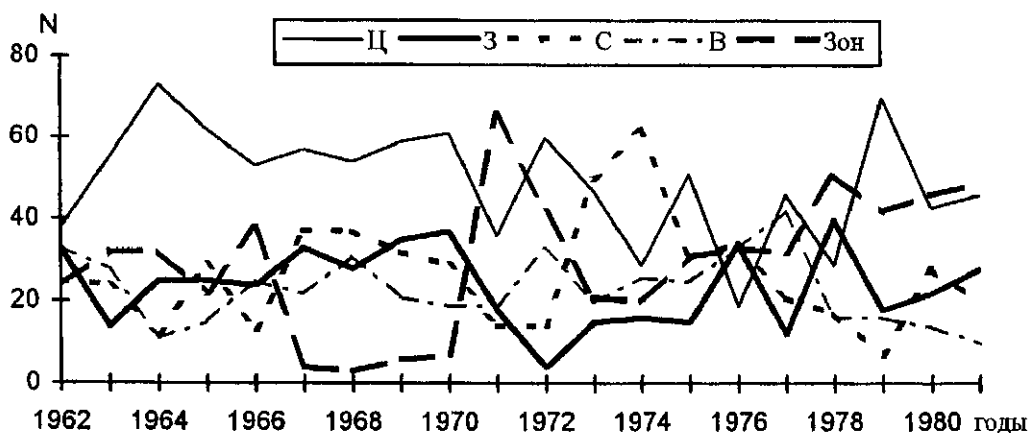


Рис. 3. Временные изменения числа дней с различными формами циркуляции за период 1962–1981 гг. (апрель-август)

Число дней с грозой над различными территориями (в % от общего количества) при различных типах макропроцессов

Район	Формы атмосферной циркуляции				
	Ц	З	С	В	Зон
Западная Сибирь	44	12	23	14	7
Восточный Казахстан	23	16	25	11	25
Северный Казахстан	26	16	25	10	23
Центральный Казахстан	27	13	27	12	21
Южный Казахстан	35	15	18	14	18

мере, над юго-восточной частью Западной Сибири) дают центральная (44%) и смешанная (23%) формы циркуляции, когда над Западной Сибирью располагается высотная ложбина.

Наиболее грозоопасными для территорий Северного и Восточного Казахстана являются не только центральная и смешанная формы циркуляции, но и в значительной степени – зональная, поскольку эта форма циркуляции обеспечивает поступление влажных воздушных масс, с территорий Каспийского и Аральского морей.

Большое количество дней с зональной циркуляцией в 1971 и в 1978 гг. (рис. 3), явилось, по-видимому, причиной всплеска грозовой активности на территориях Казахстана и Алтая (рис. 2). На территории Южного Казахстана наибольшее число дней с грозой также отмечается при Центральной форме циркуляции атмосферы. Это не удивительно, поскольку именно с формой Ц на территорию Южного Казахстана поступают наиболее влажные воздушные массы, а высокая влажность, как у поверхности земли, так и на высотах, является необходимым условием для возникновения грозы. При центральной и смешанной формах циркуляции атмосферы территория юго-востока Западной Сибири, как и Казахстана, располага-

ется вблизи высотной фронтальной зоны, поэтому в большинстве случаев грозы имеют фронтальное происхождение. Временной ход повторяемости числа дней с грозой и форм циркуляции, при которых отмечается наибольшее число гроз также хорошо согласуется. Максимальные значения грозовой активности во всех регионах исследуемой территории [8] приходится, чаще всего, на те же годы, что и максимальное число дней с центральной формой циркуляции. Пример с территории Западной Сибири представлен на рис. 4.

Поскольку повторяемость циклонов и их траектории обусловлены сезонным контрастом температур и структурой высотного барического поля, следовательно, они могут значительно меняться в различные синоптические эпохи и обуславливать колебания климатических норм.

С циклонической же деятельностью, связаны, как известно, и межширотный обмен теплом, т.е. значения температур в данном регионе, и повторяемость гроз. Различные типы циркуляции создают разные условия возникновения и развития грозовых ситуаций. Нами были проанализированы пути циклонов, пересекающих исследуемые нами территории в различных направлениях на протяжении интересующего нас периода (табл. 5).

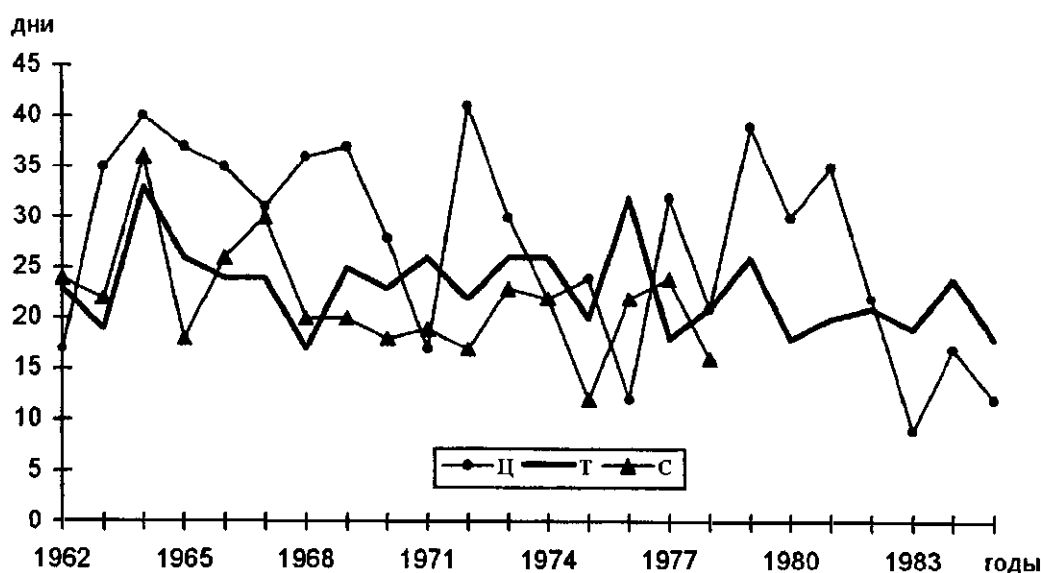


Рис. 4. Число дней с грозой (Т) над территорией Западной Сибири и число дней с центральной (Ц) и смешанной (С) формами циркуляции атмосферы за летний период

Таблица 5

Повторяемость групп циклонов, обуславливающих возникновение гроз над различными территориями

Район исследований	Группы циклонов (в %)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Западная Сибирь	19,5	19,5	11,5	17,5	7	17	7	1
Восточный Казахстан	25	19,5	17,5	13,5	10	7	4	3
Северный Казахстан	20,5	26,5	22	17	6	3	5	–
Центральный Казахстан	20	26	21	16	6	–	5	6
Южный Казахстан	16	14	26	–	16	–	–	28

Исследования синоптических условий возникновения гроз на территориях Западной Сибири и Казахстана проводились на основе анализа синоптических карт за основные сроки (03, 09, 15, 21 ч) и карт барической топографии за 03 часа, а также на основе фактических данных о грозах, взятых из таблиц ТМ-1 для всех станций исследуемой территории. Поскольку грозы развиваются, преимущественно, в циклонических полях, были рассмотрены пути перемещения циклонов, при которых над исследуемыми территориями наблюдались грозы за период 1967–1976 гг. В результате анализа было выделено пять основных групп циклонов:

1. Смещающиеся с западной составляющей вдоль 60–65 параллели с.ш. Циклоны смещаются с центральных районов ЕТР и среднего Урала к Восточно-Сибирскому плоскогорью. Траектории циклонов чаще повторяются в июне и июле. Грозы возникают по всей территории при прохождении холодных и вторичных холодных фронтов.

2. Образующиеся на волне полярного фронта в районе Свердловска, Омска, Куйбышева. Фронтальные разделы, расположенные в ложбине в широтном или юго-западном направлении почти всегда имеют волны. Летом повторяемость циклонов в два раза больше, чем весной или осенью.

3. Продвигающиеся из районов Каспийского и Аральского морей. С выходом этих циклонов связаны резкие изменения погоды. Термобарическое поле характеризуется сильно развитой меридиональностью направлений. Грозы отмечаются повсеместно.

4. Смещающиеся с запада на восток вдоль побережья Северного Ледовитого океана. Грозы, как правило, связаны с прохождением холодного фронта, который имеет меридиональное направление. Фронты быстро смещаются по исследуемой территории, несколько задерживаясь в ее восточной части. В течение всего грозового сезона циклоны этой группы встречаются равномерно.

5. Образующиеся в районе оз. Балхаш или на юге Западной Сибири. Фронтальные разделы, расположенные по широте, либо в юго-западном направлении, всегда имеют волны. В течение летнего периода они имеют почти одинаковую повторяемость. Циклоны приносят сухую воздушную массу, поэтому грозы отмечаются только на отдельных станциях, там где достаточно местной влаги.

6. Образовавшиеся в районе междуречья Обь-Иртыш и смещающиеся на юго-восток. Интенсивные и продолжительные грозы на основных и вторичных холодных фронтах отмечаются по всей территории.

7. Циклоны, смещающиеся из районов Кольского полуострова на Омск. Холодные фронты, вызывающие грозы, часто сменяют свое меридиональное направление на широтное и над исследуемой территорией образуют волны.

8. Циклоны, образовавшиеся в районах Апххабада, Ташкента, либо в междуречье Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи (южные циклоны), смещаются на северо-восток. Поскольку циклоны сформированы в сухой воздушной массе, то, как правило, интенсивных гроз не образуют.

В табл. 5 представлены значения повторяемости (в %) каждой из вышеперечисленных групп циклонов для каждого из исследуемых районов. Данные таблицы составлены на основе анализа синоптических карт и фактических данных о грозах на исследуемой территории. Наиболее грозоопасными для территории Западной Сибири являются две группы циклонов 1 и 2; для северного и центрального Казахстана – 2 и 3; для южного Казахстана – 8 и 3. Только для территории южного Казахстана, синоптические процессы, обуславливающие возникновение и развитие гроз существенно отличаются от остальных территорий. Кроме того, можно выделить территорию Восточного Казахстана, где достаточно большой процент гроз обеспечивают циклоны 5 группы. Если территорию Алтайского края выделить в табл. 5 отдельной строкой, то и процентное соотношение групп циклонов окажется средним между строчками, соответствующими территории западной Сибири в целом и территории восточного Казахстана.

Синоптические процессы, связанные с грозами, для северной и центральной частей Казахстана различаются мало и не могут служить причиной пространственной неоднородности грозовой активности внутри выделенных нами территорий. Синоптические процессы, способствующие возникновению гроз над восточной частью Казахстана несколько иные, хотя тоже не являются важнейшей причиной неоднород-

Таблица 6

Синоптические условия образования гроз для каждой из территорий в (%) от суммы всех гроз, регистрируемых на территории

Территория	Фронтальные грозы			Внутримассовые Грозы			
	х	т	о	ц	с	м	а
Западная Сибирь	33	12	5	17	13	19	3
Восточный Казахстан	46	14	3	18	9	9	1
Северный Казахстан	42	15	2	16	10	10	4
Центральный Казахстан	45	13	1	18	11	10	2
Южный Казахстан	39	17	2	13	11	18	–

ности внутри восточных территорий. Самую большую неоднородность могут обеспечивать грозы, возникшие в циклонах 5 группы, поскольку они приносят сухую воздушную массу. Грозы в этих циклонах возникают лишь на отдельных станциях и, возможно, лишь там, где достаточно местной влаги. Процент гроз, связанных с этим циклоном над Алтайским краем и восточным Казахстаном несколько больше, чем над остальными территориями, хотя и мал.

При исследовании синоптических условий возникновения гроз, последние, обычно, подразделяются на фронтальные и внутримассовые. В настоящей работе мы воспользовались такой же генетической классификацией, с подразделением фронтальных гроз на грозы, развивающиеся на холодных фронтах (х), теплых фронтах (т) и фронтах окклюзии (о). Внутримассовые грозы подразделяются на грозы, возникающие в тылу циклона (ц), в малоградиентном поле (м), в теплом секторе циклона (с), в гребне антициклона (а).

Все случаи гроз за период 1967–1971 гг. были систематизированы по типам синоптического положения и сведены в табл. 6. За случай с грозой принимался случай, когда хотя бы на одной станции отмечалась гроза. На юго-востоке Западной Сибири фронтальные грозы составляют 50% от общего количества. Внутримассовые же грозы возникают там, где подстилающая поверхность и столб воздуха над ней прогреваются сильнее и где достаточно влаги, поэтому число гроз в теплом секторе циклона и в малоградиентных полях на территории юго-востока Западной Сибири больше, чем над другими территориями. По территориям северного Казахстана фронтальные грозы составляют около 60% от числа всех гроз, по территориям центрального Казахстана фронтальных гроз тоже 60%, по территориям восточного Казахстана: до 65%, в южном – около 60%.

Из общего числа фронтальных гроз, наибольшее их количество связано с холодными фронтами. Грозы теплых фронтов встречаются вдвое реже на территории Западной Сибири и более, чем втрое по территориям Казахстана.

Однако необходимо отметить, что в настоящем исследовании, мы не отнесли к фронтальным грозы,

возникающие в тылу циклона (ц) на вторичных холодных фронтах. Вторичные холодные фронты нередко наблюдаются в тылу циклона за основным холодным фронтом и являются причиной возникновения гроз. Если эти грозы считать фронтальными, то общее количество фронтальных гроз на всех, исследуемых нами территориях, увеличится почти на 15% и на территории Казахстана достигнет 75–80%, а на территории Западной Сибири – 67%.

Выводы:

1. Выявлены существенные отличия во временном ходе рядов наблюдений над грозами, особенно в продолжительности долгопериодных циклов. Территории Алтайского края присущи как циклы, характерные для рядов станций центра Западной Сибири, так и для станций, расположенных на территории Казахстана.

2. Установлено что наибольшее число гроз над юго-восточной частью Западной Сибири регистрируется при центральной (44%) и смешанной (23%) формах циркуляции, когда над Западной Сибирью располагается высотная ложбина. Для территорий Северного и Восточного Казахстана. Наиболее грозоопасными являются не только центральная и смешанная формы циркуляции, но и в значительной степени – зональная. На территории Южного Казахстана наибольшее число дней с грозой также отмечается при Центральной форме циркуляции атмосферы.

3. Наиболее грозоопасными для территории юго-востока Западной Сибири являются две группы циклонов: смещающиеся с центральных районов ЕТР и среднего Урала к Восточно-Сибирскому плоскогорью и образующиеся на волне полярного фронта в районе Свердловска, Омска, Куйбышева. Для северного и центрального Казахстана: образующиеся на волне полярного фронта в районе Свердловска, Омска, Куйбышева и продвигающиеся из районов Каспийского и Аральского морей. Для южного Казахстана – циклоны Каспийского и Аральского морей и южные циклоны.

4. На юго-востоке Западной Сибири фронтальные грозы составляют до 67% от общего количества. По территориям Казахстана фронтальные грозы составляют 75–80% от числа всех гроз.

Литература

1. Алексина Н.М. Использование циклов в прогнозе гроз // Тр. Зап. Сиб. РНИГМИ, 1979. Вып. 45. С. 120–124.
2. Байдал М.Х. Колебания климата Кустанайской области в XX столетии. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 152 с.
3. Бендат Дж., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа. М.: Мир, 1983. 312 с.
4. Бордовская Л.И. Характеристика синоптических процессов Западной Сибири // Проблемы гляциологии Алтая: Материалы научной конференции. Томск: Изд-во ТГУ, 1974. С. 95–117.
5. Бордовская Л.И., Цыбульский А.Е. Повторяемость и скорость движения циклонов и антициклонов над Западной Сибирью // Вопросы географии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1976. Вып. 9. С. 22–29.
6. Горбатенко В.П., Дульзон А.А., Решетько М.В. Пространственные и временные вариации грозовой активности над Томской областью // Метеорология и гидрология. 1999. № 12. С. 21–28.
7. Горбатенко В.П. Изменения грозовой активности над антропогенно преобразованной подстилающей поверхностью // География и природные ресурсы. 2000. № 2. С. 139–142.
8. Горбатенко В.П. Формы атмосферной циркуляции и грозовая активность // Проблемы географии на рубеже XXI века. Материалы всероссийской научной конференции. Томск: Издательство ТГУ, 2000г. С. 39–40.
9. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. М.: Гидрометеоиздат, 1960. 269 с.
10. Попова К.И. К вопросу о циркуляции атмосферы над Западной Сибирью в летний сезон // Труды ГГО, 1964. Вып. 164. С. 64–74.
11. Филиппов А.Х. Хуторянская Д.Ф. Структура многолетних колебаний числа дней с грозой // Тр. Сиб. Регионального ГМИ. 1975. Вып. 16. С. 122–128.
12. Храмова И.Г. Сезонные особенности зональных и меридиональных процессов над территорией Западной и Восточной Сибири // Труды Западно-Сибирского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института. М.: Гидрометеоиздат, 1978. Вып. 36. С. 62–69.