

УДК 501.515.4

**КАРТЫ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ВЫДЕЛЕНИЕМ АНОМАЛЬНЫХ ЗОН**

А.В. Чередниченко

Описана процедура построения региональной карты грозовой деятельности на территории Алматинской области с учетом местной орографии. Метод опирается на применение данных метеорологического радиолокатора и наземной сети метеорологических станций. При построении карт особое внимание уделялось выделению аномальных зон.

Грозы являются одним из опасных явлений природы. Гроза – это комплексное метеорологическое явление, при котором возникают мощные электрические разряды между облаком и земной поверхностью или между облаками, сопровождающиеся световым эффектом (молния), а на близком расстоянии – и звуковым эффектом (громом). При грозе имеют место также град и ливневые осадки. Естественно, что на протяжении нескольких десятков лет разрабатываются методы прогноза грозовых явлений, изучаются условия их зарождения, жизни и поведения. Однако целью нашей работы было не разработать прогноз грозы на территории Алматинской области, а построить карту грозовой активности с выделением аномальных зон. Работа выполнялась по хоздоговорной теме по заказу Алматы Пауэр Консолидейтед (АПК).

Такие карты требуются для энергетиков, чтобы при проектировании новых линий или реконструкции старых, предпринять ряд мер по их защите от грозовых явлений. Это относится как к проектированию самих линий, так и к проектированию подстанций и вспомогательных сооружений. Естественно, что такие карты могут сэкономить огромные средства. И хотя на сегодняшний день существует ряд Положений [9], где дается районирование территории всего бывшего Советского Союза, в том числе и Казахстана, по разным номиналам грозовой активности, но такой подход является приблизительным, поскольку не дает точного представления о грозах на небольшой территории, какой является Алматинская область. Обновление таких карт происходит раз в 12 лет, и осуществляется с целью уточнения зон грозовой активности для энергетических компаний, имею-

щих свои объекты на небольших территориях, и является обязательным условием их деятельности.

Под характеристиками грозовой активности подразумеваются средняя многолетняя повторяемость гроз, суммарная продолжительность гроз за год, а также средняя продолжительность отдельно взятой грозы. Для расчета вышеперечисленных характеристик были использованы данные наблюдений за тридцатилетний период. Содержание базы данных контролировалось на достоверность собранной информации с помощью алгоритмов семантического и физического контроля.

Перед исполнителем стояла задача построить следующие виды карт: «Карта повторяемости гроз на территории Алматинской области», «Карта среднегодовой продолжительности гроз на территории Алматинской области». Названия карт были установлены заказчиком темы с целью сохранения полной приемственности с предыдущими, выполненными ранее и заменить или уточнить их мы не могли. Кроме двух вышеназванных карт мы построили также карту средней продолжительности отдельно взятой грозы (рис. 3). Нам такая карта представлялась важной для более глубокого понимания условий формирования и развития гроз.

При разработке общей стратегии и порядка построения карты было рассмотрено несколько вариантов. В первую очередь нас заинтересовал вариант предыдущей карты, который был построен в 1992 году. Основой, которую заложили в него авторы, была зависимость между повторяемостью гроз и высотой места. В связи с этим изолинии повторяемости гроз в горных и предгорных районах велись параллельно изогипсам. Ряд авторов [2, 5] даже предлагают корреляционные зависимости между количеством осадков и количеством гроз. Однако по ряду соображений мы пришли к выводу о том, что такой подход оправдывает себя не во всех случаях. И на это есть ряд причин. Во-первых, при рассмотрении зависимости между количеством гроз и количеством осадков обе характеристики рассматривались в целом за год, в то время как грозы обычно начинаются в нашем регионе в апреле, а заканчиваются в октябре [8, 9]. Во-вторых, на количество гроз и их продолжительность существенную роль оказывает экспозиция склона и общая орография местности, а также траектории перемещения кучево-дождевых облаков – носителей гроз.

Рассмотрев ряд работ [3, 4, 10, 11, 12, 13] мы пришли к выводу, что лучшим вариантом на данном этапе будет следование Техническому заданию Заказчика и рассматривать явление грозы следует отдельно от осад-

ков. Для этого был разработан соответствующий алгоритм, позволяющий отобрать из базы исходных данных информацию о повторяемости и продолжительности каждой взятой грозы. Это позволило сразу получить необходимые данные для составления карт и продолжительности и повторяемости гроз.

Самый общий анализ собранных данных показал, что их недостаточно для уверенного однозначного проведения изолиний и повторяемости, и продолжительности гроз ввиду недостаточной плотности метеорологической сети в регионе. Тогда мы решили использовать дополнительно данные наблюдений метеорологического радиолокатора, расположенного в аэропорту г. Алматы и охватывающего своими наблюдениями практически всю необходимую территорию. Предполагалось использовать прежде всего информацию о пространственном распределении повторяемости кучево-дождевой облачности. Наша общая стратегия была направлена на то, чтобы совместить данные метеостанций, расположенных в Алматинской области, и данные метеорологического радиолокатора. Такой тандем позволил бы нам существенно детализировать нашу карту, а, кроме того, повысить ее точность.

Согласно данным [14] и др. в настоящее время подавляющее большинство радаров, установленных на территории бывшего СССР и Казахстана, применяющихся для метеорологических целей, являются обычными (не доплеровскими) радиолокаторами импульсного типа. Несмотря на отдельные различия, они имеют много общего. МРЛ позволяют контролировать большие пространства в радиусе до 300 км от места установки, представляя целостную картину распределения облачности и осадков над большими площадями. Последовательные во времени наблюдения дают возможность определить направление и скорость перемещения, эволюцию облачности и связанных с ней явлений.

В ближней зоне, т.е. на расстоянии до 40 км, можно определять более детальную вертикальную структуру облачности. Это удастся сделать, выполняя вертикальные разрезы в нужных направлениях. Появляется возможность получить информацию о числе облачных слоев, высотах верхней и нижней границ каждого из них, а для конвективной облачности - внутреннюю структуру и возможность опасных явлений.

Возможности МРЛ известны, например из [14] и др., но нас интересуют в первую очередь его возможности по обнаружению гроз и кучево-дождевой облачности, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вероятность обнаружения гроз, %

Явления и облака	Расстояние (км)	Лето	Зима
Грозы и грозовые облака (Cb)	50...100	100	Нет явлений
	100...150	95	
	150...200	80	
	200...300	50	

В сравнении с наземными записями радиолокационная информация об облачности проигрывает в детализации облачности, что в данном случае второстепенно. В то же время она выигрывает, давая распределение полей облачности и осадков на больших площадях, с высоким пространственным разрешением, достигающим согласно [1] 1...2 км в ближней и несколько больше – в дальней зоне. И в тех условиях, когда визуальные наблюдения невозможны, т.е. ночью, при осадках и др. Заметим, что наблюдатель метеостанции фиксирует грозы в радиусе до 50 км и их относят к точке наблюдений.

Именно широкие возможности МРЛ, автоматизация всего процесса наблюдений и ежечасные наблюдения дали возможность использовать их данные для выполнения темы по определению грозовой активности по Алматинской области.

На этапе построения непосредственно самих карт нам потребовалась промежуточная карта между данными МРЛ и данными наземной сети. Необходимо было увязать среднюю повторяемость кучево-дождевых облаков по квадратам дальней зоны со средней повторяемостью гроз по данным метеорологических станций за пятилетний период параллельных наблюдений. Для точек, где располагались метеостанции, вычислялось соотношение повторяемости кучево-дождевой облачности к повторяемости гроз. Далее считалось, что в промежутках между метеостанциями это отношение меняется линейно и путем интерполяции его значения были вычислены для всех квадратов 30×30 км региона. Затем повторяемость кучево-дождевой облачности с помощью вычисленных отношений была пересчитана в повторяемость гроз для всех квадратов, в которых нет метеостанций. Далее величины отношений гроз к кучево-дождевой облачности, как климатические характеристики, были использованы для расчета такой же карты повторяемости гроз, но где в качестве средних величин взяты значения, вычисленные за тридцатилетний период, т.е. в соответствии с требованием Заказчика. Результаты таких расчетов представлены на рис. 1.

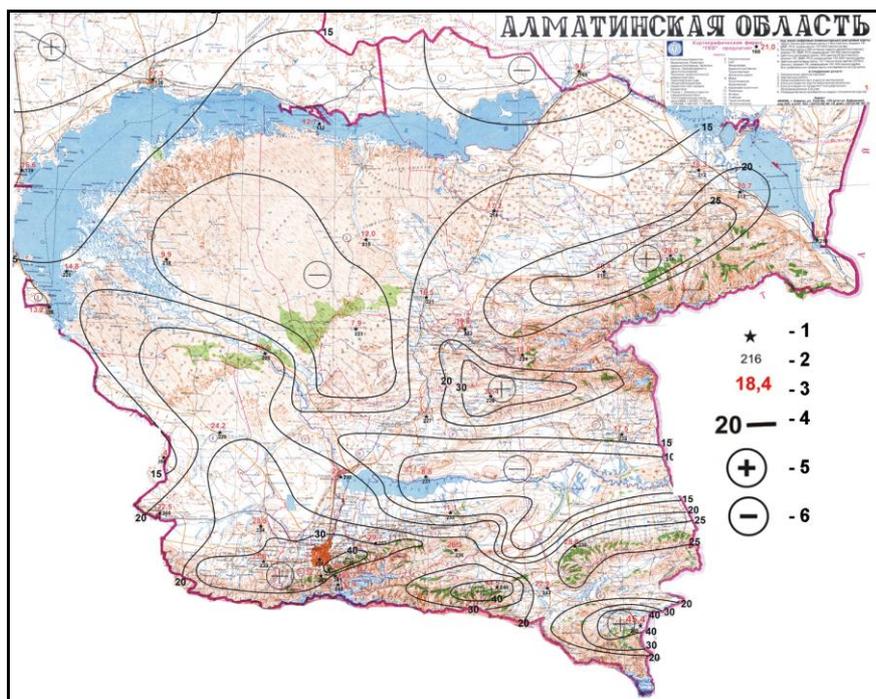


Рис. 1. Карта повторяемости гроз на территории Алматинской области. 1- метеостанция; 2 – номер метеостанции; 3 - повторяемость грозы, суток за год; 4 – линия равных значений; 5 – зона повышенной повторяемости гроз; 6 – зона пониженной повторяемости гроз.

Необходимость в промежуточной карте объясняется тем, что данные МРЛ отсутствуют на компьютерных носителях и требовалось выполнить первичную обработку вручную, что требует значительного времени. Используемая нами методика не требовала довольно сложной коррекции исходных данных МРЛ на снижение вероятности обнаружения с расстоянием (см. табл. 1.) Это в определенной степени упростило процедуру расчетов.

В работе [12] представлены карты распределения повторяемости кучево-дождевой облачности и гроз по данному региону за трехлетний период с применением хорошо обоснованного физически метода коррекции исходных данных. Однако, этот метод достаточно сложный технически. Сравнение нашей карты с картами, содержащимися в [13], указывает на хорошее вместе с тем их совпадение. Таким образом, используя информацию МРЛ, нам удалось существенно детализировать пространственное распределение повторяемости гроз в регионе, несмотря на относительно редкую сеть метеорологических станций.

На рис. 1 нанесены соответствующие значения числа суток с грозами за год и проведены изолинии. Можно видеть, что над северо-западной частью области, т.е. над западной частью Южного Прибалхашья, расположена обширная область пониженной повторяемости гроз (ниже 10 гроз/год). Над восточной частью озера Балхаш и севернее расположена вторая область пониженной повторяемости гроз, генетически связанная с первой, но меньше по площади.

Еще одна обширная зонально-ориентированная область с очень низкими величинами повторяемости гроз (менее 10 гроз/год) расположена вдоль реки Или от центральных районов Капчагайского водохранилища до границы с Китаем и далее, существование которой обусловлено орографическими факторами.

Вдоль западной части региона повторяемость гроз постепенно увеличивается в юго-восточном направлении от 15 гроз в год у побережья Балхаша (станция Куйган) до 33 гроз в год у северных склонов Заилийского Алатау (станция Узун-Агач). Вдоль северных склонов Заилийского Алатау в полосе длиной до 145 км и шириной 10...40 км расположена область высокой повторяемости гроз со сложным ее распределением по высоте с максимумом юго-восточнее г. Алматы до 42,4 гроз в год (область 1).

Сравнимая по размерам и природе образования область высокой повторяемости гроз расположена вдоль северо-западных склонов Джунгарии, от оз. Алаколь до Талдыкоргана, однако величина повторяемости там всего 21...29 гроз в год (область 2). Еще одна область высокой повторяемости у юго-восточных склонов Джунгарских гор с центром в районе Кугалы – 32,4 гроз в год (область 3).

Очень высокая повторяемость гроз в регионе имеет место у северных склонов Кунгей-Алатау, на станции Джаланаш – 44,5 случаев в год (область 4). Вдоль северных склонов хребта Кетмень повторяемость гроз ниже (до 30 случаев в год), но сама область достаточно вытянута вдоль гор до территории Китая и далее на восток (область 5). Область самой высокой повторяемости гроз, однако, находится в горном районе – станция Нарынкол до 45,4 случаев в год (область 6).

В целом можно заключить, что наиболее грозоопасными являются северные и северо-западные склоны гор Заилийского Алатау. В то же время ввиду особенностей орографии и воронкообразного движения воздушных масс в регионе высокая повторяемость гроз имеет место у юго-западных склонов Джунгарии и по западу региона.

В данном исследовании синоптические условия формирования и траектории передвижения гроз не рассматриваются. Такое исследование выполнено в [12, 13], где показано, что кучево-дождевая облачность и грозы в регионе связаны с перемещением холодных атмосферных фронтов преимущественно с северо-запада. Там же указывалось на наличие спиралеобразного движения воздушных масс, на обширной территории, прилегающей к горам Заилийского Алатау с севера и являющейся орографической котловиной, открытой с северо-запада и севера. Анализируя нашу карту распределения повторяемости гроз, можно найти подтверждение этому (рис. 1). По западной и юго-западной части региона повторяемость гроз одна из самых высоких, и она быстро увеличивается с приближением к горам Заилийского Алатау, достигая хорошо выраженного максимума у его северных предгорий (50 случаев в год). Именно в этой части предгорий по данным МРЛ кучево-дождевая облачность проникает наиболее глубоко в горы (до 100 км и более). Затем, восточнее в том числе в районе Алматы, траектории приобретают направление, параллельное горам, с максимумом повторяемости гроз в предгорьях. Далее, траектории перемещения облачности приобретают северо-восточное направление, т.е. от гор, чем частично и объясняется минимум повторяемости гроз над восточной частью Капчагайского водохранилища и восточнее по долине реки Или. Уже поэтому изолинии повторяемости гроз следуют изогипсам только в самых общих чертах.

В этих воздушных потоках северо-восточного направления, отходящих от гор Заилийского Алатау повторяемость гроз (и осадков) заметно возрастает только у южных склонов Джунгарского Алатау (район Сары-Озека), что косвенно подтверждает и само существование в этом месте воздушных потоков такого направления.

Значительное влияние гор на повторяемость гроз заметно и у северных и северо-восточных склонов Джунгарского Алатау. Как и для Заилийского Алатау в среднем повторяемость гроз в предгорьях в 5 раз превышает их повторяемость над прилегающей с севера равниной.

Интересно отметить также, что с высотой повторяемость гроз увеличивается, а затем также резко снижается. В зоне ледников и прилегающих к ним территориях повторяемость гроз близка к нулю. Видимо, и количество осадков ливневого происхождения на этих высотах невелико. Это характерно как для Заилийского Алатау так и для Джунгарского Алатау.

Распределение средней суммарной за год продолжительности гроз представлено на рис. 2. Сравнение ее с картой повторяемости позволяет видеть, что области наибольшей повторяемости и наибольшей продолжительности (как и области наименьшей повторяемости и наименьшей продолжительности) совпадают. Более того, существует определенная корреляция: чем больше повторяемость, тем больше продолжительность. Однако, это не более чем общая зависимость. Так, в области 1 при наибольшей повторяемости 42,4 случая в год наибольшая продолжительность 56,7 часов в год, а в области 2, особенно в районе Уч-Арала, при повторяемости 20,7 случаев продолжительность достигает 58,1 часов в год.

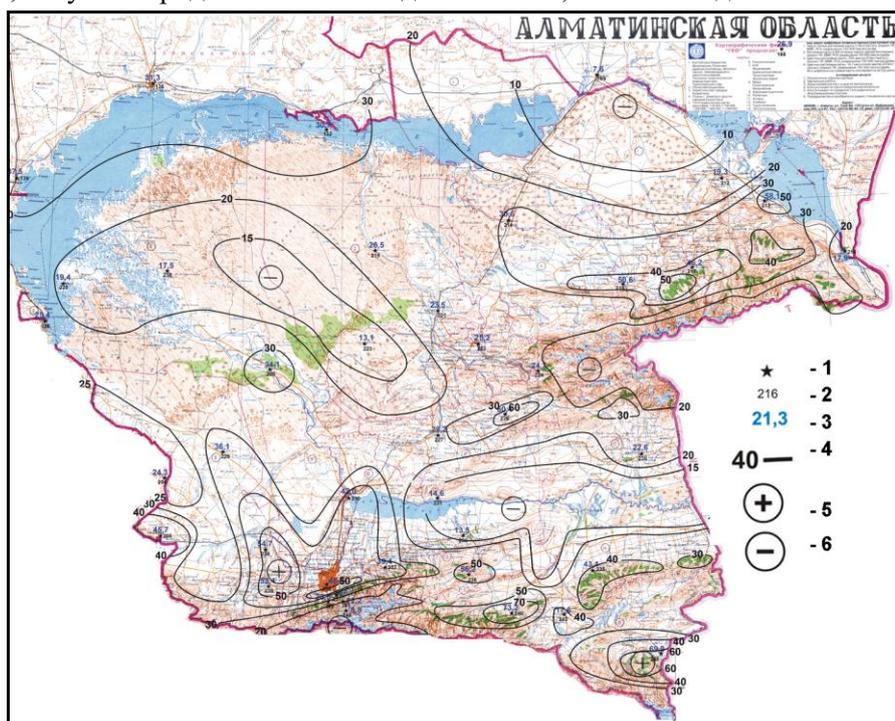


Рис. 2. Карта продолжительности гроз на территории Алматинской области, час/год.

1- метеостанция; 2 – номер метеостанции; 3 - повторяемость грозы, суток за год; 4 – линия равных значений; 5 – зона повышенной повторяемости гроз; 6 – зона пониженной повторяемости гроз.

Наибольшая длительность гроз имеет место в области у северных склонов Кунгей Алатау – 73,2 часов в год, несколько меньше у Нарынкола – 69,9 часов в год. В области 3, т.е. у юго-западных склонов Джунгарии, продолжительность гроз до 60,4 часов в год, при 32,4 случаев грозы за год.

Так же нами была построена карта средней продолжительности отдельной грозы (рис. 3). Дело в том, что как уже отмечалось выше, для энергетиков при проектировании линии важно знать вероятность повреждения линий или сооружений ударами молний или другими метеорологическим явлениями. В отношении грозы можно предположить, что чем гроза продолжительнее, тем вероятнее поражение объекта. При этом согласно Наставлению [6], за время начала грозы принят момент первого грома независимо от того, была видна молния или нет. Временем прекращения грозы считается момент удара грома при условии, что в следующие 15 минут он не повторится. Понятно, что наблюдатель может регистрировать несколько гроз в день, а в горных районах и того больше. В то же время продолжительность таких гроз может быть несколько минут. Следовательно существует проблема между повторяемостью гроз и их продолжительностью. Отсюда можно заключить, что карта средней продолжительности гроз позволяет более объективно оценивать грозоопасность территории.

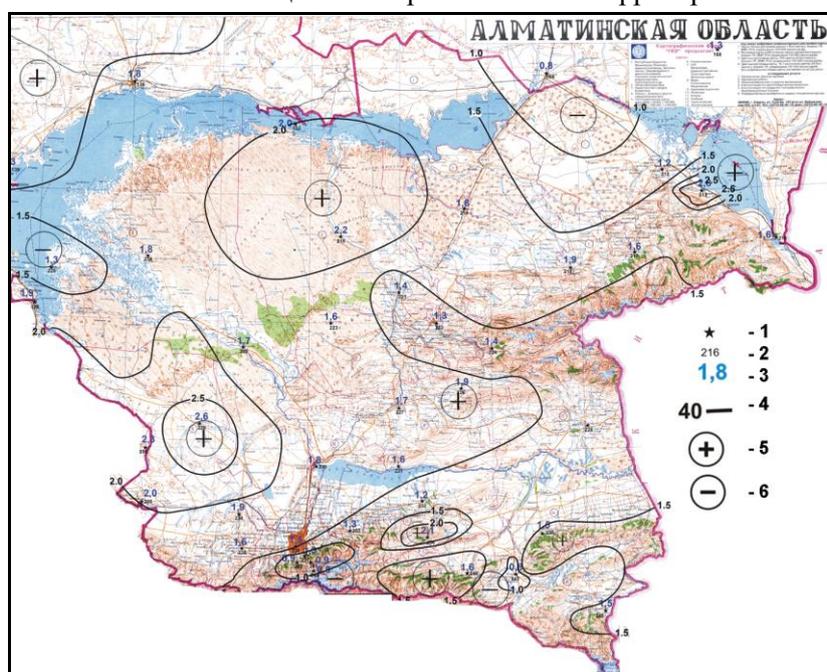


Рис. 3. Карта средней продолжительности отдельной грозы.
 1- метеостанция; 2 – номер метеостанции; 3 - повторяемость гроз, суток за год; 4 – линия равных значений; 5 – зона повышенной повторяемости гроз; 6 – зона пониженной повторяемости гроз.

Наибольшая продолжительность наблюдающаяся на территории Алма-тинской области составляет два с половиной часа. Районов с такой продолжи-

тельностью обнаружено два: первый над М Айдайрлы, где гроза длится в среднем 2,6 часа. Второй над южной частью озера Алаколь (М Акчи) – 2,6 часа.

Над северо-западной частью озера Балхаш отмечена область с продолжительностью отдельной грозы в два часа. Такая же область отмечена нами над песками Ирижар, Жаманкум и Суртке, что находятся южнее центральной части оз. Балхаш. Следовательно, грозы, отмечаемые в пустыне Прибалхашья, несмотря на низкую повторяемость, имеют высокую продолжительность, в среднем большую, чем у северных склонов гор Заилийского и Джунгарского Алатау. Еще одна значительная зона со средней продолжительностью два часа находится над Западной частью Алматинской области перед Чу-Илийской горной системой.

Если говорить о средней продолжительности отдельной грозы на территории всей Алматинской области то видимо значение в 1,5 часа будет наиболее показательно поскольку отмечается на большинстве станций. Наибольшая по площади область пониженной продолжительности расположена на юго-востоке Алматинской области. Имея меридиональную ориентацию, она лежит перед горами Алатау, и простирается от Джунгарского хребта до Заилийской горной страны. Еще одна область с 1,5 часовой продолжительностью расположена между озерами Балхаш и Алаколь. Несколько областей с этой же продолжительностью отмечены перед хребтом Кунгей Алатау с Северной стороны, с западной стороны хребта Кетмень и в дельте реки Или в южной части оз. Балхаш.

Наименьшая продолжительность отдельно взятой грозы – 1 час. Таких областей отмечено три, и все они небольшие. Две из них находятся в предгорьях Заилийского Алатау: одна – над городом Алматы, другая – между хребтами Кунгей Алатау и Кетмень, что находится на юге Алматинской области. Еще одна область находится на севере и занимает территорию между оз. Балхаш и оз. Сасыколь и уходит в Восточно-Казахстанскую область.

Интересная особенность, обнаруженная нами в ходе выполнения работы, – области с повышенной продолжительностью отдельной грозы расположены в равнинной местности, в то время как грозы с наименьшей продолжительностью располагаются или в предгорьях или, в горах.

По проделанной работе были получены следующие выводы:

В регионе грозы обусловлены, в основном, фронтальной деятельностью, однако, орографические условия (горная местность) играют дополнительную, важную роль в грозообразовании.

Воздушные массы, сопровождающиеся грозами, появляются в исследуемом регионе чаще всего с северо-запада и, приостановившись перед горами, разворачиваются в восточном направлении, образуя воронку над южной частью Алматинской области. Эта особенность циркуляции оказывает заметное влияние на распределение повторяемости гроз.

Очаги наибольшей продолжительности и повторяемости гроз находятся в предгорной зоне. Начиная с некоторой высоты местности количество гроз уменьшается, а вблизи ледников их повторяемость близка к нулю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Нездойминова Г.А. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. – Л.: Гидрометеоздат, 1986 – 231 с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 616 с.
3. Кендал М.: Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 900 с.
4. Ким И.С. Об изменении повторяемости типов синоптических процессов Средней Азии // Метеорология и гидрология. – 2001. – №3. – С. 45-56.
5. Климат Казахстана / Под ред. А.С. Утешева – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 368 с.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Ч. I. Вып. 3. Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 300 с.
7. Научно–прикладной справочник по климату СССР. Вып. 18. Кн. 2. Казахская ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 440 с.
8. Научно–прикладной справочник по климату СССР Вып. 18. Кн. 1. Казахская ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 514 с.
9. Правила устройства электроустановок. Законодательные акты и нормативные документы / Министерство энергетики Российской Федерации 6. изд.. – М.: Энергоатомиздат, 1986, Переработанное и дополненное - 648 с.
10. Чередниченко А.В. Аэросиноптические условия выпадения ливневых осадков в горах // Современные проблемы геоэкологии и зооологии. – Алматы. – изд. КазГНУ им. аль-Фараби, 2001. – С. 270-275.
11. Чередниченко А.В. Аэросиноптические условия выпадения ливневых осадков на северном макросклоне Заилийского Алатау. // Вестник КазГУ. – 2000 – С. 64-73
12. Чередниченко А.В. Климатические характеристики гроз над юго-востоком Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 1999. – С. 37-46.

13. Чердничко А.В. Об аэросиноптических условиях образования ранних гроз над юго-востоком Казахстана // Актуальные проблемы географии Республики Казахстан. – Изд. КазГУ им. аль-Фараби. – 1998. – С. 49-57.
14. Чердниченко В.С. Радиометеорология и аэрология – Бишкек: Изд. КРСУ, 1998. – 632 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ АУЫТҚУ ЗОНАСЫ
БЕЛГІЛЕНГЕН НАЙЗАҒАЙЛЫ БЕЛСЕНДІЛІК КАРТАСЫ**

А.В. Чердниченко

Алматы облысы аумағының жергілікті орографиясын есепке ала отырып найзағайлы белсенділіктің аймақтық картасын құру жұмысы сипатталады. Әдіс жер бетілік метеорологиялық бекеттер жүйесі және метеорологиялық радиолактор мәліметтерін қолдануға сүйенеді. Карта құру кезінде ауытқу зоналарын белгілеуге көңіл бөлінеді.