

тенденции и закономерности в развитии географической науки в Республике Казахстан» 28 апреля 2010 г. – Алматы: Қазақ университеті, 2010. – С. 106–112.

3. Меписцверидзе Э.И., Кольчицкая Л.Г., Васильев П.П. К вопросу об особенностях распределения многолетних значений минимальных и максимальных температур воздуха // Труды ГМНИЦ СССР. – 1983. – Вып. 252. – С. 16–23.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные КазССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Вып. 18. – Книга 1. – 457 с.

С.Е. Полякова, Л.В. Козуленко

Қазақстанның солтүстік бөлігінде ауа жоғарғы температураларының таралу ерекшеліктері

Қазақстанның солтүстік бөлігінде жаз айындағы ауа жоғарғы температураларына кеңістік-уақыттық талдау келтірілген. Орташа максимумды және орташа айлық ауа температураларының кейбір статистикалық сипаттамалары анықталған.

S.E. Polyakova, L.V. Kogutenko

Features of distribution of high temperatures of air in northern part of Kazakhstan

The existential analysis of high temperatures of air in northern part of Kazakhstan in summer is carried out. Some statistical characteristics of average monthly and average maximum air temperatures are revealed.

*Статья рекомендована к печати
д.г.н., проф. В.Г. Сальниковым
(кафедра метеорологии)*

УДК 551.507.362.2

З.Р. Токпаев

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАЧНОСТИ В РАЙОНЕ ПАВЛОДАРА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата, г. Алматы

Показаны результаты исследования облачности по спутниковым изображениям в весенний период в районе Павлодара (2003-2005 гг.)

Проблема изучения облачности является крайне актуальной, так как именно с ней связаны выпадение осадков и некоторые опасные гидрометеорологические явления. Фотоснимки облачности, получаемые со спутников, выгодно отличаются от наземных наблюдений тем, что дают целостную картину распределения облаков над обширными территориями, соизмеримыми с основными синоптическими объектами. Это позволяет по характеру рисунка изображения на снимках изучать неоднородности облачного покрова различного масштаба, многие из которых для дискретных наземных наблюдений являются практически неуловимыми. При изучении снимков возникает необходимость идентифицировать и классифицировать облачные образования согласно классификации облаков, принятой при наземных наблюдениях. Эта проблема и затронута в настоящей статье.

Изучению различных характеристик облачности в прошлом было посвящено множество работ. Укажем некоторые из них. В статье /1/ описывается методика анализа

данных измерений многоканального сканирующего радиометра AVHRR, установленного на полярно-орбитальных метеоспутниках серии NOAA, для детектирования и классификации типов облачности, выделения зон осадков и оценки их интенсивности. Также Успенским были рассмотрены пороговый и кластерный методы анализа спутниковых данных для определения количества облачности. Приводятся оценки точности определения количества облачности и распознавания зон осадков предложенным методом отдельно для теплого и холодного периодов года.

В статье /2/ впервые была рассмотрена методика диагноза гроз по спутниковым снимкам облачности, которая основана на обработке синхронных данных, получаемых с помощью радиометров микроволнового и ИК диапазонов. Анализ результатов спутникового картирования гроз в летний период 2003 г. на европейской территории России показал, что они не только не противоречат результатам наземных наблюдений, но и существенно дополняют их в тех районах, где сеть наблюдений отсутствует или является недостаточно плотной.

П.А. Боковой и Т.В. Севастьяновой в /3/ дано обобщение возможных типов структуры и динамики конвективных облаков для районов Северного Кавказа и Средней Азии и определены синоптические факторы, формирующие их независимо от физико-географических условий. Динамика облаков и облачных ячеек определяется характером горизонтальных движений, обусловленных макро- и мезоциркуляционными процессами различных слоев тропосферы.

В работе Г.Н. Чичасова /4/ рассматриваются результаты расчета статистических характеристик структуры полей повторяемости числа случаев с ясным (0–2), полужасным (3–7) и пасмурным (8–10) небом по нижней облачности, выполненного по данным 73 станций, расположенных на равнинной территории восточного Казахстана. Одной из особенностей рассматриваемого региона является соизмеримость его территории не только с барическими образованиями, но и барическими системами в целом. Нередко весь исследуемый район может находиться в однотипных погодных условиях, что находит отражение в режиме полей облачности.

В /5/ О.В. Переведенцева рассматривает новый подход к прогнозированию обложных осадков в зимний период года (ноябрь – март) на основе цифровой информации радиометра AVHRR со спутников серии NOAA и прогностических данных гидродинамической модели Великобритании (Брекнелл). Восстановление осадков в зимний период проводилось по данным радиометра AVHRR полярно-орбитальных спутников NOAA–12, NOAA–15, NOAA–16. Полученные результаты показали, что цифровая информация с ИСЗ о радиационной температуре облачности является объективной количественной характеристикой осадков, выпадающих из этой облачности.

А.В. Назаренко, И.П. Расторгуев и А.Н. Неижмак в /6/ предлагают методику использования информации радиометра AVHRR, установленного на спутниках NOAA, в диагнозе и прогнозе опасных явлений конвективного происхождения. Ими, исходя из возможностей программного обеспечения, применительно к задачам метеоподразделений авиации была разработана методика диагноза и прогноза опасных конвективных явлений погоды в массиве фронтальной облачности. В ходе их исследования были проанализированы применяемые специалистами гидрометеорологической службы методы диагноза и прогноза опасных явлений погоды, связанных с активным развитием конвекции.

В.В. Иванов, А.В. Черепанов, А.И. Сухинин, С.И. Миськив, В.Ю. Ромасько в /7/ описывают программный продукт, позволяющий восстанавливать фактические и прогностические значения некоторых метеорологических параметров по радиояркостным характеристикам облачного покрова на основе методик, разработанных Росгидрометом, и произведенный с учетом особенностей Сибирского региона. Все данные воспроизводятся на экране компьютера простыми действиями при перемещении курсора на интересующую область. Эта информация может служить существенным дополнением к традиционным синоптическим методам прогноза в целях предупреждения последствий ЧС.

В нашем исследовании использовались снимки со спутников серии NOAA. Тип орбиты: приполярная солнечно синхронная. Высота: 830 или 870 км. Пространственное разрешение: 1.1 км. Ширина полосы обзора: 3000 км. Оснащены радиометрами высокого разрешения AVHRR, которые сканирует атмосферу и поверхность Земли в 5 диапазонах. Диапазоны (в мкм): 1) 0.58–0.68; 2) 0.725–1.1; 3) 3.55–3.93; 4) 10.3–11.3; 5) 11.4–12.4.

Мы пользовались снимками в видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Была сделана попытка классифицировать облачность по значениям яркости на спутниковых снимках для весенних месяцев с привлечением приземных карт погоды. При этом необходимо было отделить яркость, поступающую от подстилающей поверхности, что создавало некоторые трудности, но после привлечения к исследованию наземных данных они были преодолены. Дешифрирование снимков производилось с помощью программы ScanEx, в которой и определялись значения яркости. Ее значения на снимках изменяются от 0 до 255 условных единиц, определяемых особенностью цветопередачи. Показания яркости снимались в пяти заданных точках исследуемого района, при этом пятая точка была непосредственно над Павлодаром.

В ходе анализа полученных данных о яркости были получены несколько градаций и определены повторяемости значений яркости. Градации были выбраны после детального анализа снимков и выявления в каждой из градаций определенного типа облачности или сочетания этих типов.

Исследования проводились за 2003–2005 гг., однако в марте из-за отсутствия данных был взят лишь 2003 год. Результаты помещены в таблицах 1–3 за март, апрель и май, соответственно.

Таблица 1

Повторяемость различных градаций яркости в марте 2003 года

Градации	Ночные сроки					Дневные сроки				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0–35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
36–70	–	1	–	–	1	2	1	1	1	–
71–105	2	1	3	3	1	2	2	4	1	2
106–140	6	7	6	5	6	8	8	7	13	10
141–175	9	7	10	10	9	15	10	16	9	13
176–210	11	9	7	7	9	4	9	3	5	5
211–255	2	6	5	6	5	–	1	–	2	1

Анализ повторяемости градаций яркости в марте (рис. 1) в сумме за ночные и дневные сроки наблюдения показывает, что минимальное количество случаев наблюдается в градациях 0–35 и 36–70, что обусловлено наличием в этом месяце снежного покрова, который обладает высоким альбедо.

Около 50% и более всех случаев занимают значения в градациях 106–140 и 141–175. Значения яркости в градациях 176–210 и 211–255 наблюдаются несколько реже, что говорит о том, что мощная облачность наблюдается здесь не часто. В основном имеет место облачность средней мощности.

Анализ повторяемости градаций яркости в апреле 2003 года за ночные сроки показывает, что минимальное количество случаев наблюдается в градациях 0–35 и 211–255. Это связано с тем, что в этом месяце в Северном Казахстане в основном еще сохраняется снежный покров, имеющий высокое альбедо и дающий довольно высокие значения яркости (до 140). Значения, близкие к нулю, наблюдаются очень редко.

Наибольшие значения яркости преимущественно наблюдались при прохождении фронтальной облачности, конвективная облачность в апреле слабо развита, поэтому в градации 211–255 мало случаев, а ведь известно, что максимальные значения яркости дает именно облачность вертикального развития (рис. 2).

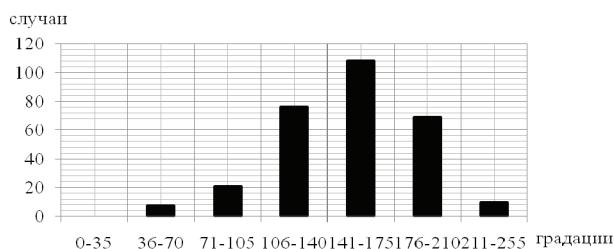


Рисунок 1. График суммарной повторяемости градаций яркости в марте

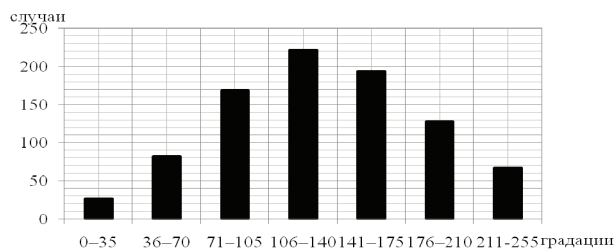


Рисунок 2. График суммарной повторяемости градаций яркости в апреле

Наибольшее количество случаев находится в градациях 71–105, 106–140 и 141–175, причем максимальное в градациях 106–140. В первых двух градациях яркости такое большое количество случаев в основном связано с наличием снежного покрова, неплотного слоя облачности нижнего и среднего ярусов и тонкой перистой облачностью. В третьей градации случаи связаны с присутствием мощного слоя слоистой облачности, в основном фронтального происхождения. Повторяемость градаций за дневные сроки имеет примерно тот же характер, что и ночные, однако здесь максимум сместился на 141–175 и 176–210. Это наталкивает на мысль о том, что условия для существования облачности в дневные сроки более благоприятные, чем ночью (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость различных градаций яркости в апреле

Градации	Ночные сроки					Дневные сроки				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2003 г.										
0–35	0	0	0	0	0	1	0	4	5	5
36–70	0	2	1	2	3	2	3	4	3	3
71–105	5	5	8	7	8	5	5	8	2	3
106–140	12	11	13	11	11	9	4	4	4	11
141–175	10	10	4	9	5	10	12	4	8	6
176–210	1	2	3	1	2	1	6	6	6	1
211–255	2	0	1	0	1	2	0	0	2	1
2004 г.										
0–35	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
36–70	1	1	2	1	1	1	0	4	4	5
71–105	6	5	6	3	4	3	6	2	3	4
106–140	10	6	6	7	11	9	7	7	5	4
141–175	4	11	8	6	5	9	7	5	5	4
176–210	3	5	4	6	7	8	7	10	2	8
211–255	6	2	4	5	2	0	3	2	11	5
2005 г.										
0–35	0	1	1	2	3	0	0	2	2	0
36–70	3	3	6	7	5	2	0	5	4	4
71–105	10	8	6	6	7	5	6	9	3	11
106–140	6	7	9	5	5	8	6	4	7	3
141–175	6	5	0	2	7	9	11	5	5	2
176–210	2	3	5	3	1	5	3	3	7	7
211–255	2	2	2	4	1	0	3	1	1	2

Анализ повторяемости градаций яркости в апреле 2004 года за ночные и дневные сроки показывает наличие тех же самых минимумов, что и в 2003 году, однако в градации 211–255 здесь наблюдается гораздо большее количество случаев, а максимумы очень сильно размыты по градациям 71–105, 106–140, 141–175, 176–210 и 211–255. Это говорит о значительных различиях в типах синоптических процессов, протекающих в смежных годах в течение одного и того же месяца, и облачность одного года мало зависит от облачности следующего.

Таблица 3

Повторяемость различных градаций яркости в мае

Градации	Ночные сроки					Дневные сроки				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2003 г.										
0–35	3	2	3	2	3	2	1	8	6	6
36–70	3	4	3	6	5	9	9	6	10	7
71–105	8	10	9	9	10	10	7	3	3	5
106–140	5	7	10	9	5	6	5	6	7	3
141–175	7	4	2	2	3	1	5	3	3	3
176–210	3	2	3	2	3	-	2	2	-	4
211–255	-	-	-	-	1	2	1	2	1	2
2004 г.										
0–35	2	3	1	2	2	4	2	5	5	6
36–70	5	7	2	6	3	7	4	7	7	9
71–105	7	10	14	11	15	6	8	5	5	5
106–140	6	3	5	4	4	4	5	1	2	5
141–175	5	3	6	7	4	3	5	9	4	3
176–210	3	2	-	-	-	3	5	1	5	1
211–255	2	2	2	-	2	3	1	2	2	1
2005 г.										
0–35	2	3	1	1	3	3	1	4	3	2
36–70	4	3	8	4	4	5	5	6	6	7
71–105	10	8	8	11	11	6	9	6	6	4
106–140	6	7	5	10	5	3	4	6	6	2
141–175	5	5	3	-	5	6	6	2	4	9
176–210	-	1	2	3	2	3	5	3	4	4
211–255	3	3	3	1	-	4	-	3	1	2

В апреле 2005 за ночные и дневные сроки минимумы наблюдаются в градациях 0–35 и 211–255. Это обусловлено причинами, которые были приведены выше. Максимумы отчетливо не выделяются. Если в таблице 1 сделать сравнительный анализ по точкам, в которых снималась яркость, значения будут иногда значительно отличаться, что обусловлено существенным различием типов и видов облачности, а также не сплошной ее структурой даже в пунктах, находящихся на небольшом расстоянии друг от друга.

В мае в Северном Казахстане обычно происходит полный сход снежного покрова, и в результате начинают появляться случаи в градации 0–35 и увеличение их числа в градации 36–70. Максимумы находятся в пределах 71–105 и 106–140. Высокие значения яркости наблюдаются сравнительно редко, независимо от того, какие это сроки, ночные или дневные, прогрев земной поверхности уже более значителен, чем в марте и апреле, но все еще не достаточен для интенсивного образования конвективной облачности. В целом можно сказать, что распределение яркости по градациям становится более равномерным, чем в предыдущие месяцы сезона (рис. 3).

Путем анализа снимков облачности были определены морфологические типы, соответствующие принятым градациям, а также оценена яркость подстилающей поверхности без снежного покрова и при его наличии. В качестве вспомогательного материала привлекались приземные карты погоды и таблицы ТМ-1. Они облегчают задачу дешифрирования, однако не всегда дают необходимую информацию, так как снимки облачности принимаются с небольшим сдвигом по времени и к тому же яркость облачности бралась в фиксированных точках, тогда как при наземных наблюдениях определяется облачность всего неба. Поэтому в большей степени мы полагались на данные дешифрирования снимков. Результаты исследования помещены в таблицу 4.

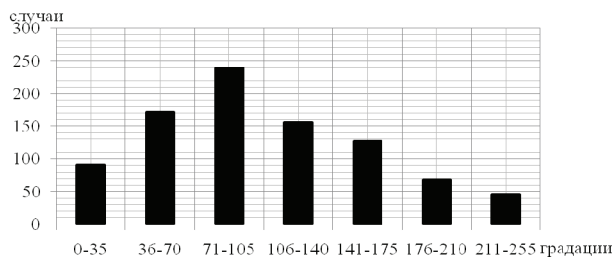


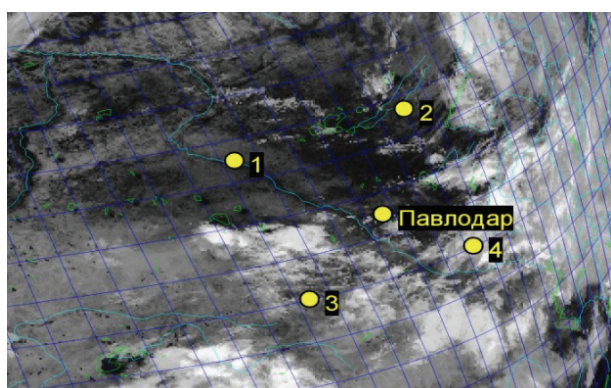
Рисунок 3. График суммарной повторяемости градаций яркости в мае

Таблица 4

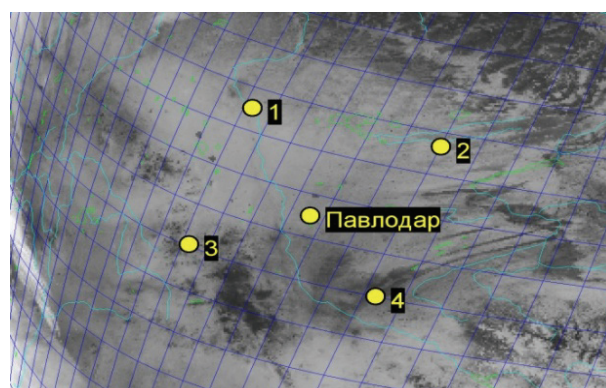
Типы облачности в зависимости от значений яркости

Градация	Тип облачности (подстилающей поверхности)
0-35	земля
36-70	земля, туманы
71-105	снег, Ci, Cs, Cc, Ac
106-140	As, Sc
141-175	Sc, Cu, St
176-210	Ns, Cu cong
211-255	Ns, Cb, Cu Cong

Анализ данных показывает, что яркость подстилающей поверхности может очень сильно изменяться. Она в значительной степени зависит от наличия снежного покрова, а также от его отражающих свойств, которые несколько изменяются в результате его слеживания и осадения на него различных частиц. Свежевыпавший снег дает наибольшие значения яркости подстилающей поверхности. Таким образом, она изменяется от 0 до 105. При этом значения 0-35 нам дает земная поверхность, свободная от снега, на снимках она обладает темно-серым тоном изображения (рис. 5 а, б).



а



б

Рисунок 5. Подстилающая поверхность без снега (а) и со снегом (б)

В градации 36-70 также, кроме земной поверхности, могут наблюдаться туманы, хотя в исследуемые периоды времени они были редки. Туманы обычно повторяют формы рельефа и имеют молочно-белое изображение с ровными краями. Снежный покров и полупрозрачные

облака (туманы) имеют очень похожие спектральные и текстурные характеристики. Это создает дополнительные сложности при дешифрировании снимков.

Снег преимущественно наблюдается в градации 71–105 и обладает светло-серым тоном изображения, также здесь мы можем увидеть разнообразные перистые и высоко-кучевые облака (рис. 6 а, б), наблюдается высоко-слоистая и слоисто-кучевая облачность. Некоторые типы облачности входят сразу в несколько градаций, что объясняется различием их подтипов по мощности и структуре. В следующей градации 141–175 может также наблюдаться слоисто-кучевая облачность, но при этом в эту градацию вошли кучевая и слоистая облачность. В пределах градации 176–210 наблюдается слоисто-дождевая и мощная кучевая облачность. В градации 211–255 определена слоисто-дождевая и кучево-дождевая облачность (рис. 6 в).

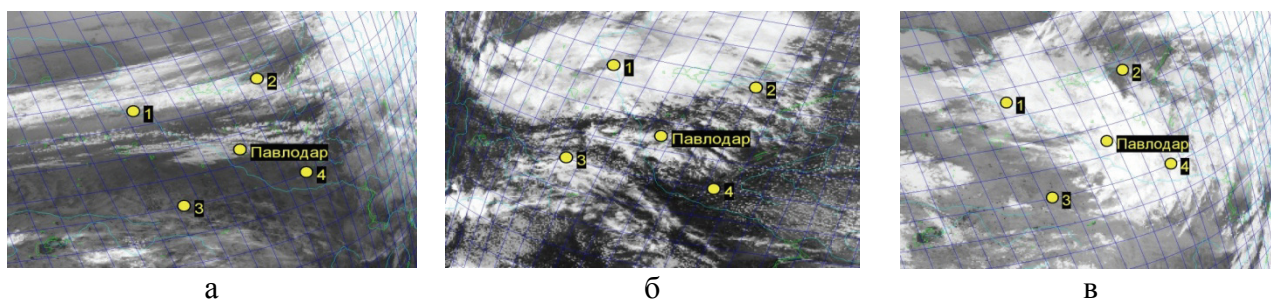


Рисунок 6. Перистая (а), высоко-кучевая (б) и кучево-дождевая (в) облачность

Эти типы имеют наибольшую яркость вследствие их большой вертикальной протяженности и высокого влагосодержания. Количество такой облачности мало, однако представляет наибольший интерес для изучения, так как с ней связаны некоторые стихийные гидрометеорологические явления. После проведения сравнительного анализа по точкам, в которых снималась яркость, стало известно, что значения ее при расстоянии между точками 200 км иногда сильно отличаются, что обусловлено существенным различием типов и видов облачности и ее постоянной эволюцией. Яркость подстилающей поверхности может очень сильно изменяться, и снежный покров может иметь яркость, сопоставимую с яркостью некоторых облачных элементов, таких, как перистые облака. Низкую температуру и яркую белую окраску дают не только слоисто-дождевые и кучево-дождевые облака, но и облака верхнего и среднего яруса, не образующие осадков. Для отделения облачности от заснеженной поверхности земли и определения типа облаков исследовались все имеющиеся снимки и динамика облачности на них в комплексе с наземными данными. Результатом явилась вышеприведенная классификация, которая максимально точно отображает местные особенности региона исследования.

Выполненные исследования могут рекомендоваться как вспомогательный материал при дешифрировании спутниковых снимков и определении типов облачности в весенний период на территории Северного Казахстана.

1. Волкова Е.В., Успенский А.Б. Детектирование облачности и определение ее параметров по спутниковым данным в светлое время суток // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 12. – С. 15–23.
2. Алексеева А.А., Бухаров М.В. Диагноз гроз по синхронной информации спутниковых радиометров микроволнового и инфракрасного диапазонов // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 6. – С. 30–39.
3. Бокова П.А., Севостьянова Т.В. О влиянии горно-долинной циркуляции на динамику конвективного облака // Труды КазНИГМИ. – 1982. – Вып. 90. – С. 43–51.
4. Чичасов Г.Н. О статистической структуре некоторых характеристик облачности в Казахстане // Труды КазНИГМИ. – 1978. – Вып. 72. – С. 41–52.
5. Переведенцева О.В. Прогноз осадков в холодный период года с использованием данных пятиканального радиометра AVHRR со спутников гидрометеорологического назначения серии NOAA // Метеорология и Гидрология. – 2006. – № 10. – С. 60–64.