

УДК 910.3:551,524.7:629.78 (479.24)

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ВИХРЕЙ НАД КАСПИЙСКИМ МОРЕМ

Канд. геогр. наук Т.Д. Агаев

В работе рассмотрены возможности использования космической информации в оценке погодных условий при облачном вихре над Каспийским морем. Выявлено, что для образования и сохранения мезомасштабных облачных вихрей необходимо наличие низкой инверсии, существование устойчивого потока в нижней тропосфере, а также наличие изолированных препятствий (гор, островов), возвышающихся над нижней границей инверсии и порождающих инерционные колебания.

Облачность является одним из важнейших факторов определяющих характер многих физических, а также климатообразующих процессов протекающих в атмосфере Земли. Так как формирование облаков зависит от характера атмосферной циркуляции, орографии местности, различных физических параметров и т.д., то они несут информацию для оценки погодных условий. Облачность является важным элементом при изучении вопросов теплового баланса подстилающей поверхности, загрязнения нижних слоев атмосферы, строительства высотных сооружений и ряда других оперативных и хозяйственных задач. Наибольший интерес облачность представляет для авиации.

Как известно, наземные наблюдения не лишены некоторых недостатков, так-так они носят дискретный характер, как во времени, так и в пространстве и весьма ограничены по высоте. Наблюдение за состоянием атмосферы с искусственных спутников Земли (ИСЗ) в отличие от дискретных наземных наблюдений имеют много преимуществ и существенно восполняют их недостатки [3, 5-7]. В последнее десятилетие информация, получаемая с ИСЗ, открыла уникальные перспективы получения разнообразных данных о состоянии атмосферы, в том числе облачности.

Анализ космической информации показывает, что над Каспийским морем в отдельные дни можно наблюдать образование облачных вихрей. Несмотря на значительную разницу в масштабах движений, облачные вихри в атмосфере, являются аналогом вихревых цепочек Кармана, на-

блюдавшихся в лабораторных экспериментах [2, 4, 9]. В настоящей работе рассмотрены возможности использования космической информации в оценке погодных условий при облачном вихре над Каспийским морем.

Материалы и методы

В работе был применен метод статистического анализа данных наблюдений аэрологических и наземных метеорологических станций, расположенных на западном побережье Каспия, а также космические снимки Кавказско-Каспийского региона.

Практическая часть

Облачные вихри в большинстве случаев состоят из слоисто-кучевых облаков, несколько реже слоистых. Главная особенность этих облаков состоит в том, что они формируются в пограничном слое атмосферы, свойства которых определяются термодинамическим взаимодействием воздуха с подстилающей поверхностью Земли.

Из анализа аэрокосмической информации следует, что облачные вихри обычно наблюдаются в зоне Среднего Каспия, севернее Апшеронского полуострова, где своеобразие орографии может существенно повлиять на характер атмосферной циркуляции и условия погоды, в том числе и на процессы облакообразования. На побережье этой зоны расположились горные хребты – Главный Кавказский и Боковой хребет с вершинами Базар-Дюзю (4480 м) и Шагдаг (4250 м). Апшеронский полуостров, глубоко вдаваясь в Каспийское море, является продолжением Главного Кавказского хребта, его крайней оконечностью, резко сниженной к морю (рис. 1). Запад и юга-запад полуострова представляют возвышенности высотой 300...350 м, а восточная часть – низменность.



Рис. 1. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (NOAA, Terra). 11.12.2009, 1350 X 1700 [10].

Облакообразование, являющееся результатом процесса конденсации и сублимации водяного пара, происходит, в основном, вследствие увеличения влагосодержания или понижения температуры в данном слое. Эти факторы в свою очередь определяются адвекцией, вертикальными движениями, турбулентным обменом, фазовыми преобразованиями воды в атмосфере.

В холодной воздушной массе формирование низкой облачности обусловлено тремя основными процессами: испарением с более увлажненной или водной поверхности; турбулентным переносом тепла и водяного пара от подстилающей поверхности в нижний слой холодной воздушной массы; нагреванием подстилающей поверхности солнечной радиацией днем и охлаждением её, путем эффективного длинноволнового излучения, ночью.

Анализ аэрологических данных показывает, что обычно при наблюдении низких облаков над Каспийским морем преобладают северо-западные и северные ветры. Следует отметить, что в случаях низкой облачности чрезвычайно мала повторяемость юго-западных ветров. Это объясняется отрицательным влиянием на облакообразование горной области Малого Кавказа, вызывающего фёновый эффект при ветрах южного направления [1].

Установлено, что в дни, когда наблюдаются облака нижнего яруса, вертикальные движения в пограничном слое, чаще всего, имеют скорость 0,1...0,2 см/с. Даже такие скорости, при наличии инверсии в верхней части пограничного слоя атмосферы и малых дефицитах точки росы, способствуют более быстрому началу конденсации водяного пара или усилению этого процесса.

Анализ радиозондовых данных показывает, что появление инверсий является своего рода первым признаком образования облачности нижнего яруса в холодный период года в дневные часы суток. В это время года инверсии в основном образуются за счет переноса теплого воздуха, обусловленного субтропическим антициклоном, развивающимся на юге. Прохождение южных циклонов над исследуемым районом, создает благоприятные условия для поступления из северных районов через Северный Кавказ и Средний Каспий в Азербайджан масс холодного воздуха в нижней тропосфере [6, 8]. Главный Кавказский хребет является основным препятствием для непосредственного вторжения холодных масс с севера, вследствие недостаточной мощности холодного воздуха при достижении им Северного Кавказа. Скапливающийся перед Главным Кавказским хребтом холодный воздух обтекает его с востока и мощным потоком

вдоль западного побережья Каспия приходит на Апшеронский полуостров. При адвекции холодного воздуха с севера (нередко с отрицательной температурой), происходит его обогащение влагой, испаряющейся с более теплой водной поверхности при её охлаждении. Разрушается приземная инверсия, однако на некоторой высоте инверсия еще сохраняется, ограничивая сверху некоторый слой воздуха (формирующий слой), где происходит образование облачности. Взаимодействие воздуха понижает температуру в нижней части инверсионного слоя, что приводит к конденсации воздуха и образованию облачности, чаще всего нижнего яруса (рис. 2).

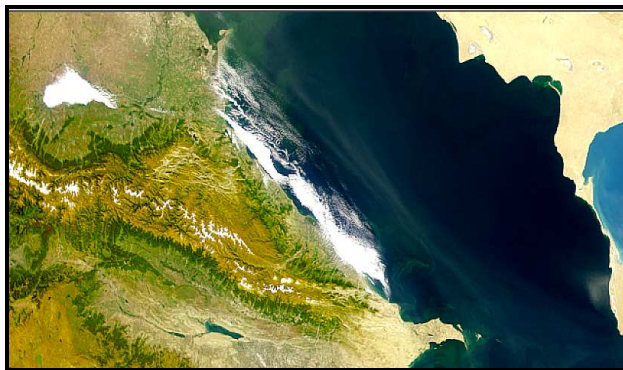


Рис. 2. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (NOAA, Terra). 02.10.99, 1174X1624 [10].

Из анализа космических фотоизображений следует, что перед формированием облачного вихря над Каспийским морем в северной части Главного Кавказского хребта можно наблюдать волнистые облака, которые часто имеют вид извилистых полос, с безоблачными просветами. Образованию волнистых облаков в основном способствуют следующие факторы: ориентация гор относительно преобладающего направления ветра, устойчивость температурной стратификации в нижней и средней тропосфере, достаточно большая влажность воздуха. Как правило, подветренные волны образуются при воздушном потоке (скорость около 7...15 м/с), квазиперпендикулярном к основному горному хребту.

На снимке за 23.06.85 г. (рис. 3а) видно, что в северной части Главного Кавказского хребта в этот день имели место волнистые облака, а в южной части – закрытые конвективные ячейки, состоящие из облаков типа Sc (слоисто кучевые). Анализ аэрологической информации за этот день показывает, что в вечерне-ночные часы произошло выхолаживание земной поверхности, а на высотах имела место адвекция теплого воздуха. Это привело к формированию инверсионного слоя и образованию волнистых облаков типа Sc (кон-

тур А). Рассмотрение этого снимка в диапазоне 0,7...1,0 мкм выявило, что мелкие волны на снимке не просматриваются, а из закрытых конвективных ячеек заметны лишь те, у которых облачные элементы и расстояния между ними превышают разрежающую способность аппаратуры. На следующий день (24.06.85 г.) севернее Главного Кавказского хребта на побережье Каспийского моря образовался облачный вихрь (рис. 4), диаметр которого несколько десятков километров.

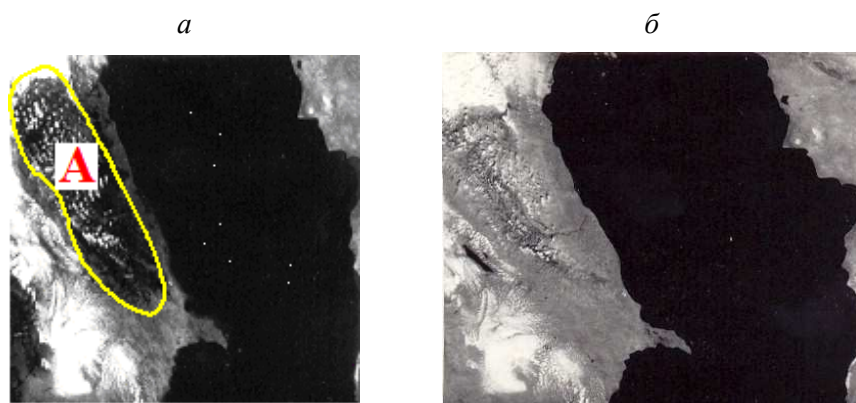


Рис. 3. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона. «Метеор», 23.06.85 г., в спектральном диапазоне а) 0,5...0,7 мкм; б) 0,7...1,0 мкм.



Рис. 4. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона. «Метеор», 24.06.85 г., в спектральном диапазоне 0,5...0,7 мкм

Космическое видеоизображение за 12.01.87 г. показано на рис. 5. Здесь видно, что в утренние часы перед горным хребтом севернее Апшеронского полуострова также имел место облачный мезовихрь состоящий из слоисто кучевых облаков (Sc). Формированию такого вихря способствовало наличие в этот день приземного инверсионного слоя в области вы-

сокого давления, устойчивого воздушного потока с севера и горного препятствия выше нижней границы инверсии.

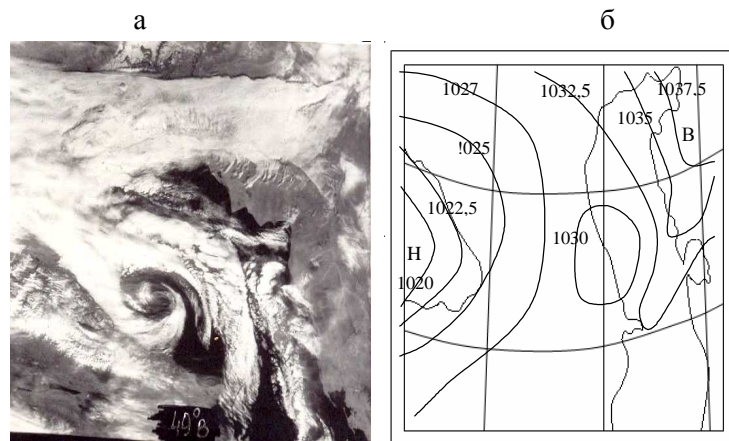


Рис. 5. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона. «Метеор», 12.01.87 г., в спектральном диапазоне а) 0,5...0,7 мкм; б) приземное поле давления за 09 час.

На космическом снимке за 25.02.2009 г. заметен, сплошной покров низких облаков, который охватил большую часть Каспийского моря (рис. 6). На северной части Апшеронского полуострова также заметен облачный вихрь, который сформировался под мощной приподнятой инверсией.



Рис. 6. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (NOAA, Terra). 25.02.2009, 1100X1400 [11].

Аэросинооптические данные показывают: до 24.02.2009 г. в Азербайджане господствовали теплые южные ветры, наблюдалась безоблачное небо, с выхолаживанием земной поверхности и образованием инверсий в вечерне-ночные часы. Но, начиная с вечерних часов 24.02.2009 г., имело место поступление устойчивого холодного воздушного потока с севера. Это способствовало образованию облачного вихря с низкой слоистой об-

лачностью. На рис. 7. представлена примерная схема образования облачного вихря в зоне Среднего Каспия.

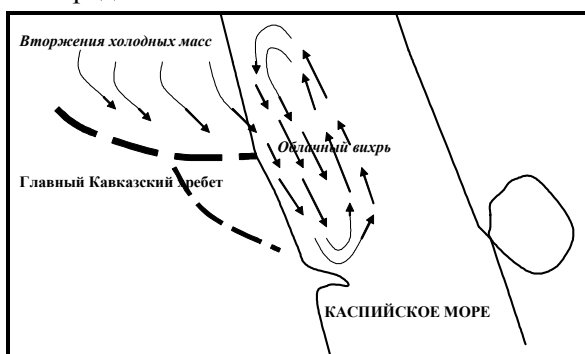


Рис. 7. Примерная схема образования облачных вихрей в зоне Среднего Каспия.

По мере удаления облачного вихря от препятствия интенсивность циркуляции в нем ослабевает под действием горизонтального турбулентного обмена, а горизонтальный размер увеличивается. После того как облачные вихри достигают таких размеров, они быстро разрушаются (рис. 8).



Рис. 8. Фрагмент космического снимка Кавказско-Каспийского региона (NOAA, Terra). 28.05.2002, 1100X1400.

Из вышеизложенного следует, что для образования и сохранения мезомасштабных облачных вихрей необходимо наличие низкой инверсии, существование устойчивого потока в нижней тропосфере, а также наличие изолированных препятствий (гор, островов), возвышающихся над нижней границей инверсии и порождающих инерционные колебания. В механизме образования и разрушения облачных вихрей существенную роль играет горизонтальный обмен количеством движения и турбулентной вязкостью. Препятствие должно подниматься над нижней границей инверсии, чтобы происходил только горизонтальный обмен, а вертикальный отсутствовал. Кроме того, необходимо, чтобы был устойчивый (стационарный) воздушный поток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович К.Г. Условия образования и прогноз низких облаков // Труды ГМЦ СССР. – 1973. – Вып. 73. – С. 56-61.
2. Агаев Т.Д. Макромасштабные поля облачности на спутниковых снимках. / Материалы респ. науч. конф. аспирантов. – Баку: – 1984. – с. 45-46.
3. Герман М. А. Космические методы исследования в метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 351 с.
4. Горчиев А.А., Агаев Т.Д. Аэрокосмические исследования облачности и температурной стратификации атмосферы над Восточным Закавказьем. // Док. АН Аз. ССР. – 1989. – №9. – Том XLV/ – с. 57-60.
5. Использование данных о мезомасштабных особенностях облачности в анализе погоды / Под ред. Н.Ф. Вельтишева. – Л.: Гидрометеиздат. – 1973. – 150 с.
6. Климат Азербайджана. / Под ред. А.А. Мадатзаде, Э.М. Шихлинского. – Баку: Изд. АН Аз. ССР. – 1968. – 341с.
7. Кондратьев К.Я. Роль космических средств наблюдения в исследованиях климата: Сб. ст. / Аэрокосмические методы исследований окружающей среды. – Л.: Изд. ГО СССР, 1980. – С. 37-64.
8. Пашаев А.М., Иманов Ф.А., Гусейнов Н.Ш. и др. Климатическая характеристика аэропорта Гейдар Алиев. – Баку: Изд. Сада, – 2007. – 208 с.
9. William E. S. Analysis of a Caspian sea vortex // Monthly weather review, October, 1965. – Vol. 93, No. 10. – PP. 613-617.
10. www.parsttime.com/spaceimages/caspian
11. www.eosnap.com

Сумгаитский ГУ, г. Сумгаит, Азербайджан

КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ҮСТІНДЕГІ БҰЛТТЫ ҚҰЙЫНДАРДЫҢ ҚҰРЫЛУ ШАРТТАРЫ

Геогр. ғылымд. канд. Т.Д. Агаев

Жұмыста Каспий теңізі үстіндегі бұлтты құйындар ауа-райы жағдайын бағалауда космостық мәліметтерді қолдану мүмкіншіліктері қарастырылған. Мезомасштабты бұлтты құйындарының пайда болуы мен сақталуы үшін аласа инверсияның, төменгі тропосферадағы қалыпты ағынның, сонымен қатар инерция тербеліс тудыратын инверсиялардың төменгі шекарасының үстінде биік шеттетілген кедергілердің (тау, аралдардың) болу қажеттігі айқындалған.