

## НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Самхарадзе И.Н.

*Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, inga.samkharadze562@ens.tsu.edu.ge*

В атмосфере Земли на небольшой территории часто происходят аperiodические, неординарные процессы. К указанным явлениям относятся смерчи, местные ветры, образовавшиеся в приземном слое восходящие потоки различного происхождения. Эти явления оказывают большое влияние на погоду и климат, поэтому их изучение имеет большое теоретическое и практическое значение. К примеру, в окрестностях Давид Гареджи наблюдаются особые процессы, в частности, в котловине в течение всего года наблюдается сухая погода без осадков, несмотря на то, что на окружающих котловину возвышенностях могут наблюдаться дожди ливневого характера; высокая температура воздуха, постоянный ветер в направлении к окраинам котловины, приток теплого и прохладного воздуха к горам вокруг котловины и часто образование кучево-дождевых облаков. Исходя из геологической структуры котловины, в нижних слоях воздуха наблюдается высокая температура, что обуславливает усиление восходящих потоков воздуха. Этот поток с высотой увлекается к периферии, имеющей более низкую температуру. Таким образом получается, что увеличение скорости ветра вызывает увеличение градиента давления таким образом, что максимальное значение давления наблюдается внутри котловины. Такая ситуация мешает образованию облаков в котловине и создает благоприятные условия для облаков на окраинах. Естественно, распределение осадков будет соответствующим [1].

Как известно, на территории Грузии в основном преобладают западные и восточные атмосферные процессы. Сурамский хребет оказывает существенное влияние на перемещения атмосферных потоков, вторгшихся на территорию Грузии с запада и востока. Известно, что в пограничном слое атмосферы, почти независимо от вязкости, сопротивления воздушного потока при обтекании частички воздуха двигаются медленнее, чем вне указанного слоя. В определенной ситуации это приводит к возникновению разделительной «поверхности» и вместе с последним, к зарождению урагана. К примеру, на Сурамском нагорье при западном циклоническом вторжении, когда  $\Delta p > 0$ , растет скорость ветра во внутреннем объеме потока и при встрече с хребтом происходит уменьшение скорости и разворот назад. При антициклонном вторжении процесс происходит строго наоборот, и на хребте происходит усиление перетекания. Именно такие результаты наблюдаются в каждодневной практике. Таким же подходом можно объяснить существование местных ветров в горных ущельях и в долинах рек, которые в большом количестве наблюдаются в Грузии. Экспедиционные наблюдения в Душетском районе в долинах рек Цаиши и Арагви показали, что скорость ветра растет до 3-3.5 м/сек с ростом высоты, достигает максимума на высоте 250-300 метров и на определенной высоте меняет направление. Приведенные численные значения зависят от метеорологической ситуации и растут при росте неустойчивости, при росте облачности, при приближении циклона; все это хорошо согласуется с приведенной теорией [1,2].

Таким образом, при встрече препятствия по направлению перемещения потока воздуха имеет место образование завихрений и разворот потока или усиление обтекания согласно метеорологической ситуации. В вихревом поле ветра давление растет от оси вращения пропорционально расстоянию, оно максимально на периферии и минимально вдоль оси вращения

[1]. Исследование течения потока воздуха в канале малой ширины, частично проводилось нами в том случае, когда дно канала было представлено в виде холмисто-горного рельефа. Такие условия реально существуют во многих местах на территории Грузии, в частности в горных ущельях, в руслах рек, невысоких холмистых территориях и т.д. Установлено, что скорость и мощность потока воздуха зависят от величины показателя рельефа дна и обратно пропорциональны её квадрату. Таким образом, учет влияния в канале рельефа дна уменьшает как скорость потока, так и интенсивность. Исходя из этого, в потоке воздуха (жидкости) местный источник загрязнения (пятно разнообразных примесей) медленно перемещается и период самоочистки увеличится. Расчетные значения скорости ветра будут ближе к реальным, если будем учитывать влияние рельефа дна и кинематический коэффициент турбулентности. Приведенная математическая теория применяется для определения скорости потока воздуха (жидкости) в ущельях рек или в межгорных низменностях и, соответственно, для изучения распространения загрязнений [3].

Изучение распространения потока «возмущенного» воздуха в пространстве и времени имеет большое теоретическое и практическое значение, особенно для горных территорий, ввиду того, что даже незначительные бугорки быстро замедляют скорость движения потока, изменяют его направление и часто даже разворачивают в обратном направлении. В представленной работе проведено исследование распространения во времени и пространстве потока, образованного сильным «возмущением» как на однородной, так и на неоднородной территории с учетом и без учета влияния орографии.

Оказалось, что с учетом влияния орографии давление «возмущенного» потока воздуха обратно пропорционально квадрату расстояния, а без учета орографии давление обратно пропорционально величине расстояния в шестой степени, т.е. с учетом орографии падение давления происходит сравнительно медленно, по сравнению с вариантом без учета рельефа, однако степень влияния зависит от направления движения воздуха относительно хребта [4].

Для измерения основных метеорологических элементов в высоких слоях атмосферы применяются радиозонды, метеорологические ракеты и метеорологические спутники. Приведенные выше исследования и методы моделирования теоретически осуществлены нами и опубликованы в ряде работ [1-4], хотя из-за сложной орографии территории Грузии, в атмосфере реально происходят значительно более серьезные процессы, что в основном обусловлено географическим положением Грузии и сложным рельефом. Наблюдение за атмосферными процессами в конкретном регионе Грузии представляет собой трудную задачу, но вместе с тем очень значительную.

На сегодняшний день в Кахетинском регионе Грузии в связи с возобновлением работ по защите от градобитий [5-6], в Сигнахском районе установлен современный метеорологический радар **METEOR 735 CDP 10 - Doppler Weather Radar** [7-10], который дает возможность в радиусе 200 км от него производить непосредственные наблюдения за динамикой атмосферных процессов, а в радиусе 100-120 км можем изучать типы, категории градоопасности, отражаемость, мощность, нижнюю и верхнюю границы облаков, интенсивность осадков, вести наблюдения за скоростью и направлением ветра по высотам и т.д. Но, что самое главное, дается возможность непосредственно наблюдать и изучать на конкретной территории динамику атмосферных процессов с учетом местного рельефа [11-12]. Следует отметить, что некоторые продукты радара могут быть использованы для прогнозирования направления движения облаков и количества выпавших осадков в течение следующего часа, что позволяет нам сравнить данные, полученные от этих продуктов прогнозирования с уже существующими прогнозами погоды полученными из других источников.

Для наглядности ниже на рис. 1-5 приведены радиолокационные картины о различных происходящих в Восточной Грузии атмосферных процессах.

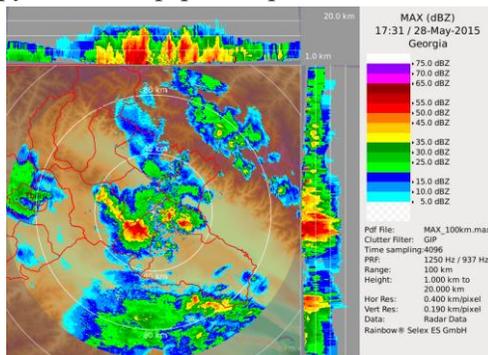


Рис. 1

Радиолокационная отражаемость облаков в Восточной Грузии (28 мая 2015 г., 17:31 час.).

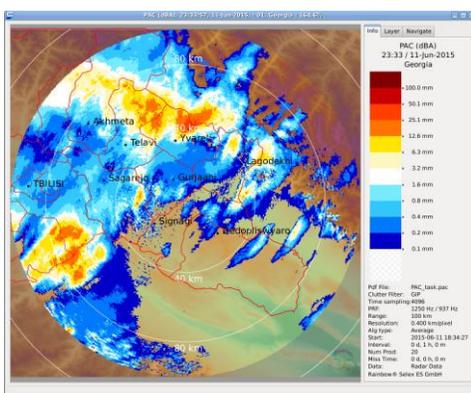


Рис. 2

Количество осадков из данного облака в течение следующего часа (11 июня 2015 г., 23:33 час.).

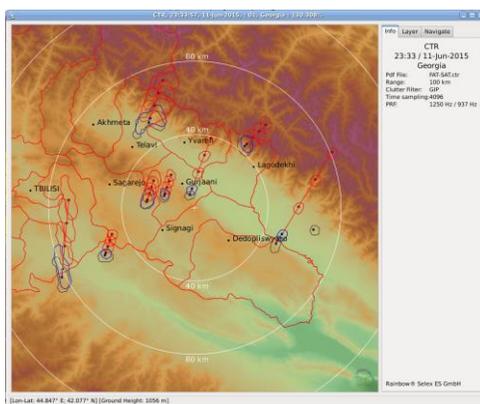


Рис. 3

Ориентировочное направление движения облака (11 июня 2015 г., 23:33 час.).

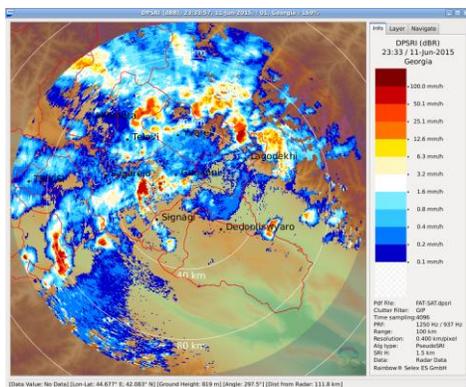


Рис. 4  
Интенсивность осадков в Восточной Грузии (11 июня 2015 г., 23:33 час.).

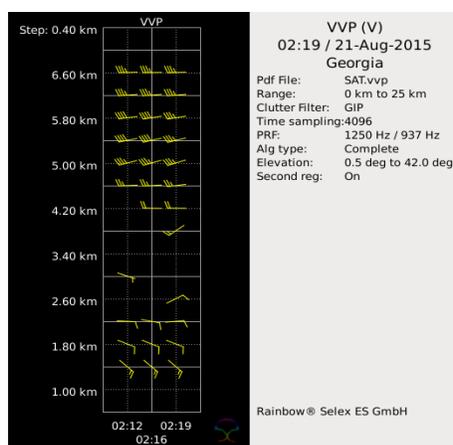


Рис.5  
Распределение скорости ветра в радиусе 25 км от радара ( 21 августа 2015 г., 02:19 час.).

В последнее время на территории Грузии в атмосфере участились экстремальные метеорологические процессы (наводнения, сильные дожди, град, сильные ветры) и на повестке дня стоит вопрос разработки различных региональных прогностических моделей, которые с высокой надежностью должны учитывать сложный рельеф территории Грузии. При этом, весьма важно сравнение теоретических результатов, полученных на основании этих моделей, с экспериментальными данными радиолокационных измерений.

## Литература

1. Самхарадзе И., Хведелидзе З., Давиташвили Т., Татишвили М., Зотикишвили Н. Математическое моделирование некоторых локальных атмосферных процессов для специфических районов Грузии. Тр. Института гидрометеорологии Грузинского политехнического университета, № 120, Тбилиси, 2014, с. 10-15.
2. Самхарадзе И., Хведелидзе З., Давиташвили Т. Изучение некоторых локальных атмосферных “феноменальных” явлений с помощью методов гидротермодинамики. Тр. Института гидрометеорологии Грузинского политехнического университета, Тбилиси, №119, 2013, с. 16-20.

3. Хведелидзе З., Давиташвили Т., Самхарадзе И. Математическое моделирование горно-воздушных потоков в узких каналах с учетом рельефа дна. Журнал “Экологические системы и приборы”, №8, М., 2007, с. 32-36.
4. Самхарадзе И.Н., Хведелидзе З.В., Давиташвили Т.П. Изучение некоторых аэро-динамических своеобразий возмущенных потоков над горными территориями. Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета, №121, Тбилиси, 2015.
5. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Dzodzuashvili U.V., Ghloni N.Ya., Sauri I.P. Reconstruction of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue V. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, vol.18B, 2015, pp. 92-106.
6. Амиранашвили А.Г., Бурнадзе А.С., Двалишвили К.С., Геловани Г.Т., Глонти Н.Я., Дзодзуашвили У.В., Кайшаури М.Н., Квеселава Н.С., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Чаргазия Х.З., Чихладзе В.А. Возобновление работ по борьбе с градом в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 14-27.
7. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Метеорологические радары и радиолокационное обеспечение активных воздействий на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с.101-112.
8. Абаиадзе О.А., Авлохашвили Х.В., Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Кирия Дж.К., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Хеташвили А.А., Цхведиашвили Г.Н., Чихладзе В.А. Радиолокационное обеспечение Противоградовой службы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 28-38.
9. Авлохашвили Х.В., Банеташвили В.Г., Геловани Г.Т., Джавахишвили Н.Р., Кайшаури М.Н., Митин М.Н., Самхарадзе И.Н., Цхведиашвили Г.Н., Чаргазия Х.З., Хурцидзе Г.Т. Продукты метеорологического радиолокатора «METEOR 735CDP10». Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 60-65.
10. Selex ES GmbH · Gematronik Weather Radar Systems. Rainbow®5 User Guide, 464 p., www.gematronik.com
11. Банеташвили В.Г., Гребенцова А.В., Джавахишвили Н. Р., Джамришвили Н.К., Кайшаури М.Н., Митин М.Н., Сагинашвили Н.М., Хурцидзе Г.Т., Церетели А.Г., Чаргазия Х.З., Чхаидзе Б.Д. Некоторые примеры градовых процессов в Кахетии по данным радиолокационных наблюдений в 2015 году. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 66-74.
12. Банеташвили В.Г., Геловани Г.Т., Гребенцова А.В., Джавахишвили Н. Р., Иобадзе К.В., Митин М.Н., Сагинашвили Н.М., Самхарадзе И.Н., Хурцидзе Г.Т., Церетели А.Г., Цхведиашвили Г.Н., Чхаидзе Б.Д. Некоторые примеры сильных ливней в восточной Грузии по данным радиолокационных наблюдений 2015 года. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 75-83.

## ატმოსფერული პროცესების კვლევის ზოგიერთი მეთოდი

სამხარაძე ი.

რეზიუმე

განიხილება ატმოსფერული პროცესების სხვადასხვა პროგნოსტიკული მოდელების შესამოწმებლად რადიოლოკაციური დარვირვების მონაცემების გამოყენების საკითხი.

## **SOME METHODS OF THE STUDIES OF ATMOSPHERIC PROCESSES**

**Samkharadze I.**

**Abstract**

The issue of the use of data of radar surveillance of the atmospheric processes for the validation of different prognostic models of these processes is examined.

## **НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Самхарадзе И.Н.**

**Реферат**

Рассматривается вопрос использования данных радиолокационных наблюдений за атмосферными процессами для проверки различных прогностических моделей этих процессов.