

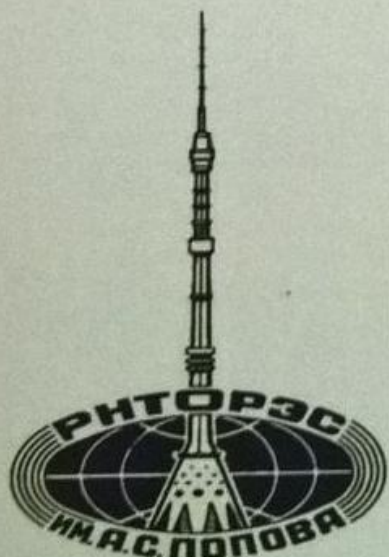
К. 216 1.209

ДОКЛАДЫ

РОССИЙСКОГО научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова

Серия: ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Выпуск: IX



МОСКВА - 2017

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ ИМ. А.С. ПОПОВА**

**ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.
КОТЕЛЬНИКОВА РАН**

**FEDERAL AGENCY SCIENTIFIC ORGANIZATIONS
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
THE RUSSIAN SCIENCES ENGINEERING A.S. POPOV SOCIETY FOR
RADIO, ELECTRONICS AND COMMUNICATION**

**V.A. KOTELNIKOV'S INSTITUTE OF RADIOENGINEERING &
ELECTRONICS, RAS**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ - 2017

МОСКВА, 5-7 ДЕКАБРЯ 2017 г.

PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM

ENGINEERING ECOLOGY - 2017

MOSCOW, 5- 7 DECEMBER, 2017

МОСКВА, 2017

MOSCOW, 2017

УДК 504(075.8) 504.064.4(075.8)

**Международный симпозиум «Инженерная экология – 2017»,
Москва, Россия, доклады.**

Под редакцией д.ф.-м.-н., проф. Мкртчяна Ф.А.

УДК 504(075.8) 504.064.4(075.8)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

д.т.н., проф.	Самхарадзе Т.Г.
д.т.н., проф.	Громов Ю.Ю.
д.ф.-м.н.	Амбросимов А.К.
к.т.н.	Потапов И.И.

ISBN 978-5-905278-31-0

**«Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований, Проект № 17-07-20583»**

© Авторы докладов
© РНТОРЭС им. А.С. Попова

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Председатель Международного организационного комитета академик
Гуляев Юрий Васильевич**

**Председатель Международного программного комитета академик
РАЕН, д.ф.-м.н., проф. Крапивин Владимир Феодорович**

**Заместитель председателя Международного организационного
комитета
член корр. РАЕН, иностранный член НАН Армении, д.ф.-м.-н., проф.
Мкртчян Ферденант Анушаванович**

ПРОГРАММНАЯ ГРУППА МЕЖДУНАРОДНОГО ОРГКОМИТЕТА

член-корр. Розенберг Г.С. (Россия), член-корр. Черепенин В.А. (Россия), д.ф.-м.н. Смирнов В.М. (Россия), академик Као Ван Фыонг (Вьетнам), проф. Нгуен Хуан Ман (Вьетнам), академик НАН Армении Хачатрян Г.Г. (Армения), д.ф.-м.н., проф. Полищук Ю.М. (Россия), д.т.н., проф. Д. Келли (США), проф. Варостос С.А. (Греция), проф. Рошон Г. (США), проф. Филипс Г. (США), проф. Ясумото К. (Япония), проф. Ширасава К. (Япония), проф. Ниту К. (Румыния), проф. Геворкян С.А. (Армения), доц. Калантарян П.А. (Армения), проф. Ку Тхань Шон (Вьетнам), проф. Нгуен Куанг Тан (Вьетнам), проф. Курковский А.П. (Россия, США), академик РАЕН, д.т.н., проф. Сидоров Ю.Е. (Россия).

АДМИНИСТРАТИВНАЯ ГРУППА МЕЖДУНАРОДНОГО ОРГКОМИТЕТА:

Вице президент, директор Исполнительной дирекции РНТОРЭС им. А.С. Попова к.т.н., доц. Самсонов Г.А., д.ф.-м.н. Амбросимов А.К., д.т.н. Калечиц И.К., д.т.н., проф. Самхарадзе Г.Т., д.т.н. Ковалев В.И., д.ф.-м.н. Гранков А.Г., д.т.н., проф. Громов Ю.Ю., к.ф.-м.н., доц. Климов В.В., к.т.н. Потапов И.И., к.ф.-м.н. Солдатов В.Ю., к.ф.-м.н. Агаджанян М.Г., Зав. отделом РНТОРЭС им. А.С. Попова Алексеева Л.И., ст. инж. Красножен Л.А., инж. Алешина О.В.

ВОДЯНОЙ ПАР АТМОСФЕРЫ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЕ ТЕПЛООВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ОКЕАНА

д.ф.-м.н. Гранков А.Г., с.н.с. Мильшин А.А., к.-ф.м.н. Новичихин Е.П., вед. спец. Шелобанова Н.К.
Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

Представлены результаты натурных исследований взаимосвязи характеристик тепло- и влагообмена между океаном и атмосферой с общим влагосодержанием атмосферы. Иллюстрируется на ряде примеров жесткая связь общего влагосодержания атмосферы с поверхностными потоками суммарного (явного и скрытого) тепла в энергоактивных зонах океана – циклонических (штормовых) зонах, фронтальных зонах, зонах влияния теплых и холодных течений. В этих зонах общее влагосодержание атмосферы является важным атрибутом тепловых процессов и, одновременно, может служить количественной характеристикой их интенсивности и динамики.

Благодаря наличию сильной линии 1.35 см (22.235 ГГц) резонансного поглощения радиоволн в водяном паре атмосферы ее общее влагосодержание относится к числу параметров, которые жестко связаны с измеряемой с ИСЗ интенсивностью собственного СВЧ-излучения (радиояркостной температурой) системы "океан-атмосфера" (COA). Существуют следующие предпосылки для использования спутниковых оценок общего влагосодержания атмосферы в качестве количественной характеристик процессов тепло- и влагообмена на границе раздела системы:

- 1) влажность воздуха оказывает влияние как на тепло- и влагообмен в COA, так и на формирование и трансформацию СВЧ-излучения в приводном (10...20 м) и вышележащих слоях атмосферы;
- 2) толщина слоя атмосферы, в котором формируется СВЧ-излучение COA, в области 1.35 см близка к толщине ее пограничного (турбулентного) слоя (1500...2000 м) [1].

В докладе приведены примеры использования данных спутниковых СВЧ-радиометрических измерений в резонансной области 1.35 см для анализа тепловых процессов на границе раздела океана и атмосферы в энергоактивных зонах, характеризующихся максимальной изменчивостью тепловых потоков, общего влагосодержания атмосферы и радиояркостной температуры – циклонических (штормовых) зонах, фронтальных зонах, зонах влияния теплых и холодных течений. Исследования проводились в тесном сотрудничестве с Институтом океанологии (ИО) им. П.П. Ширшова РАН, организациями Роскосмоса и национального аэрокосмического агентства США (НАСА). Некоторые их результаты вошли в Годовые отчеты РАН за 2012 и 2014 гг.

В работе использованы современные глобальные архивы данных об океане и атмосфере [1]:
– COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) и NCEP/NCAR (National Center for Environmental Modeling/National Center for Atmospheric Research) об океанографических и метеорологических параметрах;
– HOAPS (Hamburg Ocean Atmosphere Parameters and Fluxes from Satellite Data) и OAFflux об атмосферных параметрах и потоках тепла, влаги и импульса на границе раздела океана и атмосферы;
– NDBC (National Data Buoy Center NOAA) об океанографических и метеорологических параметрах в тропических и субтропических широтах Мирового океана.

Источниками информации об излучательных характеристиках COA служат данные регулярных многолетних СВЧ-радиометрических измерений над глобальным океаном со спутников DMSP, EOS Aqua, TMI и Метеор.

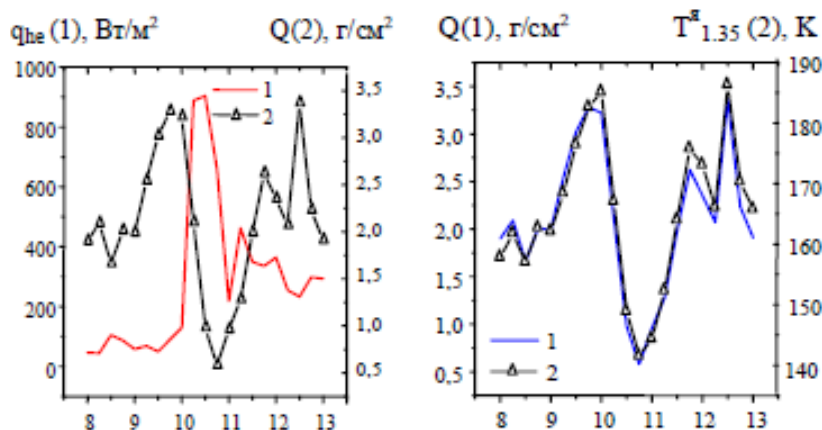
Помимо глобальных архивов в исследовании нашли применение результаты уникальных региональных экспериментов по изучению взаимодействия океана и атмосферы: – в Ньюфаундлендской энергоактивной зоне Северной Атлантики (эксперимент АТЛАНТЭКС-90);
– в Голубой бухте Черного моря на пирсе южного филиала ИО РАН (г. Геленджик, 2010 г.).

1. Связь общего влагосодержания атмосферы с поверхностными потоками тепла в зонах активности среднеширотных атлантических циклонов.

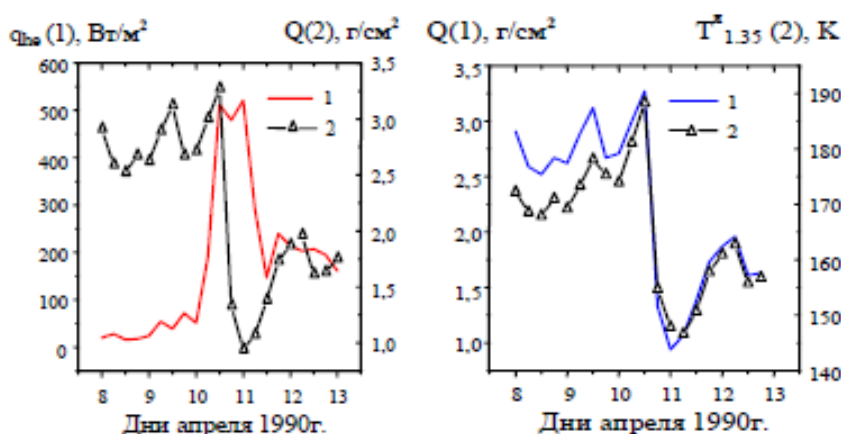
В исследовании используются данные океанографических, метеорологических и аэрологических измерений, полученные в эксперименте АТЛАНТЭКС-90 на научно-исследовательских судах погоды "В. Бугаев" и "Муссон" в Ньюфаундлендской энергоактивной зоне Северной Атлантики в апреле 1990 г. На основе этих данных выполнены расчеты поверхностных потоков суммарного (явного+скрытого) тепла $q_{\text{не}}$, общего влагосодержания атмосферы Q и радиояркостной температуры COA на длине волны 1.35 см $T_{1.35}^{\text{a}}$ в период прохождения мощного циклона в районах расположения судов (рис. 1).



Эксперимент АТЛАНТЭКС-90 с синхронными спутниковыми и судовыми измерениями в Ньюфаундлендской энергоактивной зоне Северной Атлантики



(а)



(б)

Возмущение общего влагосодержания атмосферы Q , поверхностных тепловых потоков q_{he} и яркостной температуры $T^a_{1.35}$ при прохождении циклона над судами "Виктор Бугаев" (а) и "Муссон" (б)

Рис. 1

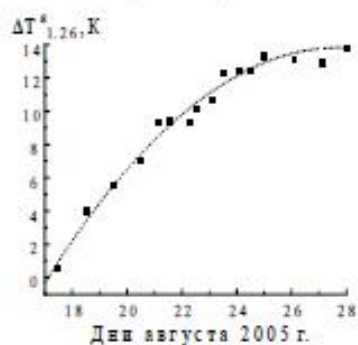
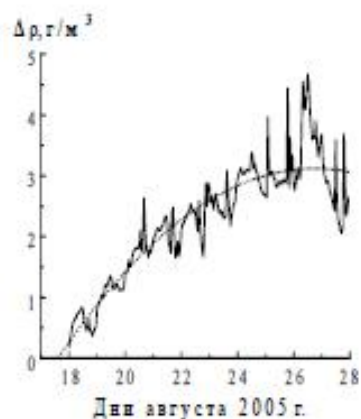
Наблюдается значительная (скачкообразная) изменчивость параметров q_{he} , Q и $T^a_{1.35}$ в период прохождения циклона в данной области Северной Атлантики и жесткая взаимосвязь между ними. Основной результат исследования состоит в том, что общее влагосодержание атмосферы играет роль транзитного (переходного) параметра в соотношении между интегральной характеристикой СОА – радиояростной температурой в линии поглощения водяного пара атмосферы, и "пленочными" для спутниковых масштабов поверхностными тепловыми потоками.

2. Общее влагосодержание атмосферы как индикатор приближения тропических ураганов и морских штормов.

Проведен сравнительный анализ изменчивости влажности влажностных характеристик атмосферы и СВЧ-излучательных характеристик СОА в области резонансного поглощения излучения в водяном паре атмосферы в предштормовых ситуациях. В одном случае исследовалась реакция влажности воздуха ρ в приводном слое атмосферы и радиояростной температуры системы СОА $T^a_{1.26}$, измеряемой со спутника EOS Aqua на длине волны 1.26 см, на приближение мощного тропического циклона Katrina в августе 2005 г. во Флоридском проливе в районе буйковой станции SMKF1. В другом случае, в Голубой бухте Черного моря 22–30 сентября 2010 г. накануне прихода мощного морского шторма с пирса Геленджикского филиала ИО РАН проводились прямые (контактные) измерения влажности приводного воздуха ρ и радиояростной температуры атмосферы на длине волны 1,35 см с помощью ориентированного вверх радиометра.



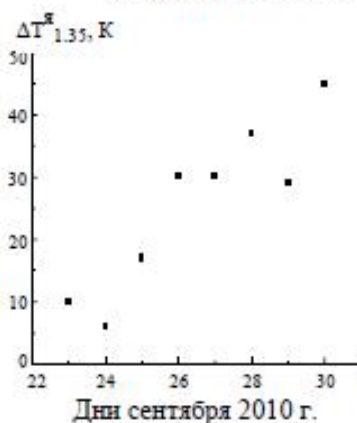
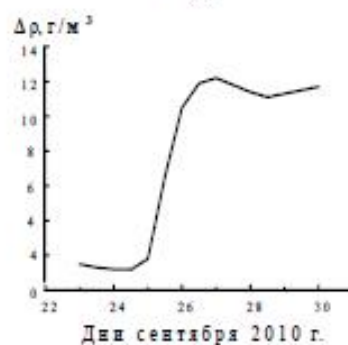
Измерения приводной и общей влажности атмосферы радиометром AMSR-E спутника EOS Aqua и станцией SMK1 в Мексиканском заливе



(а)



Измерения приводной и общей влажности атмосферы контактными датчиками и СВЧ-радиометром с пирса Геленджикского филиала ИО РАН в Голубой бухте Черного моря



(б)

Приращение приводной влажности воздуха ρ и общего влагосодержания атмосферы (яркостной температуры $T_{1.26}^{\alpha}$) области станции SMK1 при приближении урагана Katrina (а) и в районе морского пирса (яркостной температуры $T_{1.35}^{\alpha}$) накануне прихода морского шторма (б)

Рис. 2

В обоих случаях в предштормовой период наблюдается эффект "накачки" атмосферы энергией в виде скрытого тепла, содержащегося в водяном паре, который четко регистрируется как контактными

3. Исследование пространственной и временной динамики распространения тропических ураганов в океане на основе данных СВЧ-радиометрических измерений радиояркостной температуры COA в резонансной области поглощения радиоволн в водяном паре атмосферы (рис.3).

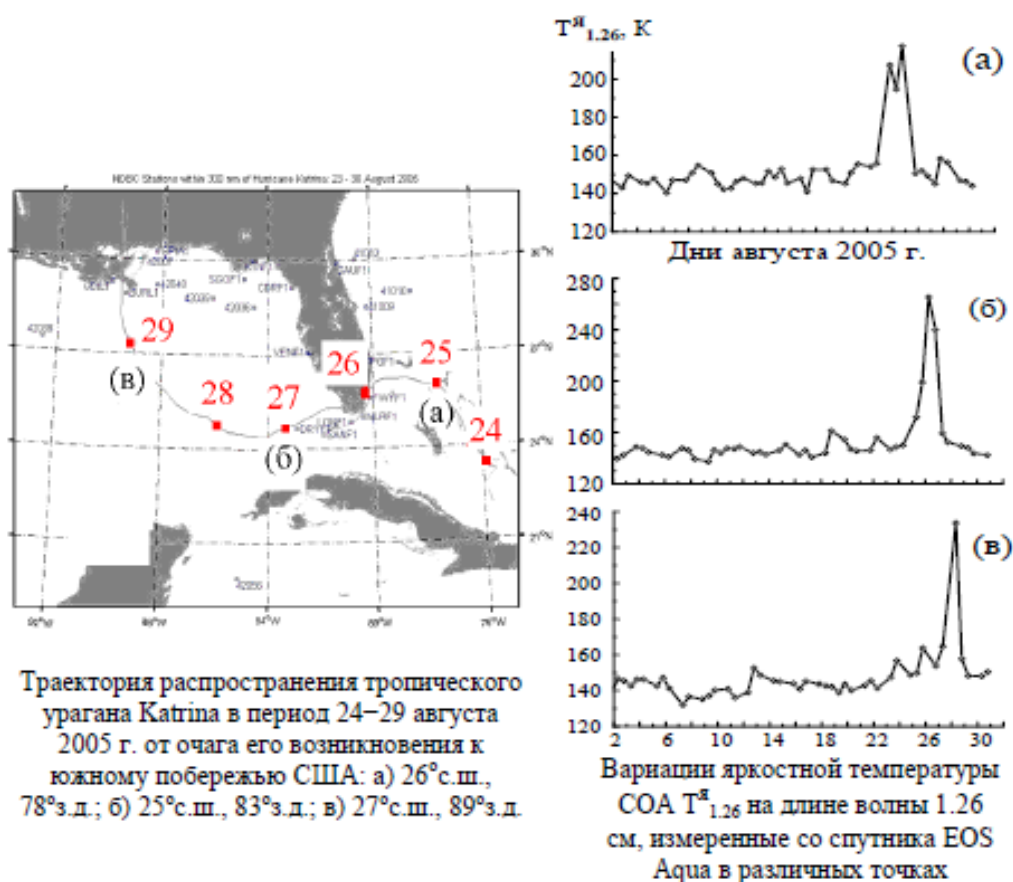


Рис.3

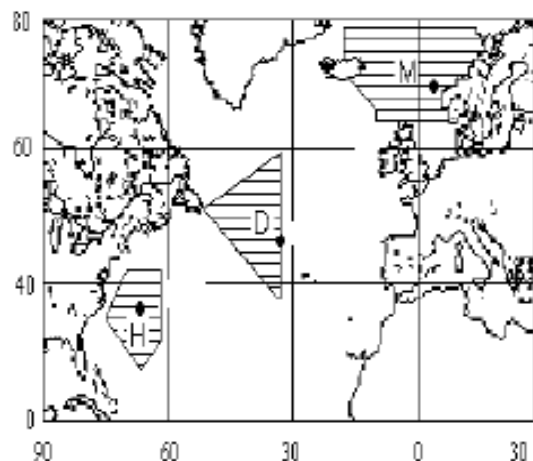
Из иллюстрации видно, что появление урагана Katrina в той или иной области Мексиканского залива сопровождается резким всплеском радиояркостной температуры COA на длине волны 1,26 см, природа которых объясняется накоплением водяного пара в атмосфере в периоды времени, предшествующие приходу урагана. В каждом случае всплеску яркостной температуры предшествует постепенное (в течение 5-6 суток) ее нарастание, которое объясняется накоплением водяного пара в атмосфере в периоды времени, предшествующие приходу циклона.

4. Радиояркостная температура COA в области резонансного поглощения излучения в водяном паре атмосферы как характеристика внутри- и межгодовой изменчивости интенсивности теплового взаимодействия океана и атмосферы.

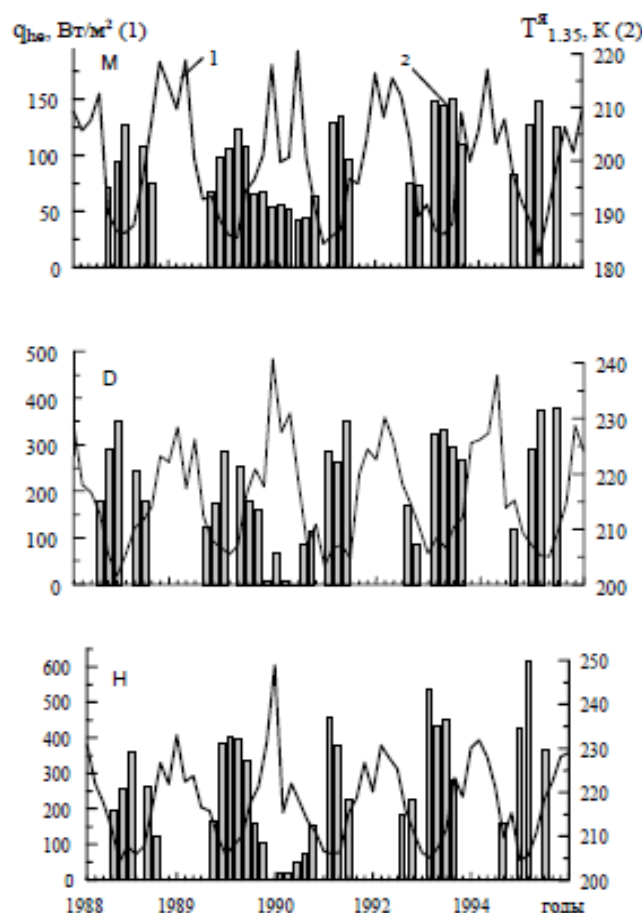
Выполнен анализ соотношений между среднемесячными значениями яркостной температуры COA, измеряемых со спутников DMSP и поверхностных потоков суммарного тепла на границе раздела океана и атмосферы в энергоактивных зонах Северной Атлантики (рис.4).

В исследовании используются архивные данные NCEP/NCAR о потоках явного и скрытого тепла и данные СВЧ-радиометрических измерений со спутников DMSP, приуроченные к станциям погоды MIKE, DELTA и HOTEL в Северной Атлантике в период с 1988 по 1994 гг.

Приведенные иллюстрации позволяют сделать вывод о том, что радиояркостная температура COA в области резонансного поглощения излучения в водяном паре атмосферы может служить прямой характеристикой внутри- и межгодовой изменчивости тепловых потоков на границе раздела океана и атмосферы.



Положение Норвежско-Гренландской, Ньюфаундлендской и Гольфстримской энергоактивных зон со станциями погоды М (MIKE), D (DELTA) и Н (HOTEL) в Северной Атлантике



Результаты сопоставления среднемесячных значений потоков суммарного тепла q_{he} и яркостной температуры $T_{1.35}^a$ для точек М, D, Н с 1988 по 1994 гг.

Рис. 4

Литература

1. Гранков А.Г., Мильшин А.А., Новичихин Е.П. Радионизлучение системы океан-атмосфера в ее энергоактивных зонах. LAMBERT, Academic Publishing, 2016.

ATMOSPHERIC WATER VAPOUR AS THE CHARACTERISTIC OF ITS HEAT INTERACTION WITH THE OCEANIC SURFACE

Ph. doctor Grankov A.G., senior scientist Milshin A.A., doctor science Novichikhin E.P., leading specialist Shelobanova N.K.

Fryazino Branch of the Kotel'nikov Institute of Radio engineering and Electronics, RAS

Some results of natural studies of interrelations between characteristics of heat interchanges at the ocean-atmosphere interface and the atmospheric total water vapor content are presented. Some examples are given to show a strong correlation of the total water vapor content in the atmosphere with the near-surface fluxes of the total (sensible+latent) heat in the ocean energy-active zones – cyclonic (storm) zones, frontal zones, as well as zones of impact of warm and cold currents. In such zones the atmospheric total water vapor content seems to be an important attribute of heat processes and can be serve as the quantitative characteristic of their intensity and dynamics at the same time.