

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
СЕКЦИЯ D
ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАДИЕНТ
В ТРОПОСФЕРЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ
И ЕГО СВЯЗЬ С ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ
ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА**

М.Г. Акперов, М.А. Дембицкая, И.И. Мохов

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия
aseid@ifaran.ru

**LAPSE-RATE IN THE TROPOSPHERE OF THE NORTHERN HEMISPHERE
AND ITS CORRELATION WITH SURFACE TEMPERATURE
FROM REANALYSIS DATA**

M.G. Akperov, M.A. Dembitskaya, I.I. Mokhov

A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, Moscow, Russia

Вертикальный градиент температуры (ВГТ) γ является важной характеристикой атмосферы и земной климатической системы, характеризующей статистическую устойчивость. Для расчета ВГТ использовались среднемесячные данные реанализа ERA-Interim (1979–2014 гг.) с широтно-долготным разрешением $0.75 \times 0.75^\circ$ для Северного полушария (СП). Получены оценки ВГТ γ в тропосфере и его связи с приповерхностной температурой T_s в годовом ходе и межгодовой изменчивости для СП. Величина γ в тропосфере СП в целом около 6.3 К/км. При этом γ уменьшается от 6.7 К/км в низких широтах до 5.0 К/км в приполярных. Получены значения $d\gamma/dT_s$ около $3.3 \cdot 10^{-2}$ 1/км по данным в годовом ходе и около $4.5 \cdot 10^{-2}$ 1/км по данным в межгодовой изменчивости для СП в целом. Полученные положительные оценки $d\gamma/dT_s$ для СП в целом свидетельствуют об общем уменьшении статической устойчивости тропосферы при глобальном потеплении и о проявлении положительной климатической обратной связи через ВГТ.

Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки РФ № 14.616.21.0078.

Sensitivity of global climate to external forcing depends on climate feedbacks (FB). One of significant feedbacks is related with the rate of temperature decrease with height in the troposphere (lapse rate — LR). It is a characteristic of atmospheric static stability. Cyclonic (anticyclonic) and convective activity in the atmosphere depend on LR. The contribution of LR variations is important for the Arctic amplification. We use here ERA-Interim reanalysis data for the period 1979–2014 with 0.75×0.75 horizontal resolution for assessment of LR FB characteristics. We analyze, in particular, the relationship between the tropospheric LR γ and the surface air temperature (SAT). The relationship parameter $d\gamma/dT$ is estimated from the corresponding linear regression of γ on T . The LR values for various latitudes were normalized on the LR value for the Northern Hemisphere (NH) as a whole $\gamma_{\text{NH}}=6.3$ K/km. According to the results obtained from reanalysis data for the period 1979–2014 the relative LR interannual changes in the troposphere of the Arctic latitudes are up to 4 times larger than for the NH as a whole and much larger than for tropical latitudes. The positive correlation of LR and SAT is a characteristic of positive climate FB.

This work was supported by the grant of Russian Ministry of Education and Science № 14.616.21.0078.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СУБАВРОРАЛЬНОЙ МЕЗОПАУЗЫ С ДАННЫМИ РАДИОМЕТРА SABER ВЕРСИИ v2.0

А.М. Аммосова, Г.А. Гаврильева, П.П. Аммосов, И.И. Колтовской

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
ammosovaam@mail.ru

COMPARISON OF SUBAURORAL MESOPAUSE TEMPERATURE WITH THE MEASUREMENTS FROM SABER v.2.0 RADIOMETER

A.M. Ammosova, G.A. Gavrilyeva, P.P. Ammosov, I.I. Koltovskoi

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Представлено сравнение температуры области мезопаузы на основе вращательной температуры OH(6-2), измеренной инфракрасным цифровым спектрографом на ст. Маймага (63° N, 129.5° E) на субавроральных широтах, с данными 10-канального инфракрасного радиометра SABER версии v.2.0. Были проанализированы данные, совпадающие во времени и пространстве, с 2002 по 2015 г. Временной интервал исследования охватывает минимум и максимум 11-летнего цикла солнечной активности. Данные, полученные с помощью радиометра SABER версии v.2.0, хорошо согласуются с данными, измеренными на ст. Маймага в период максимума солнечной активности.

The mesopause region temperature on the basis of OH(6-2) rotational temperature measured with a digital infrared spectrograph installed at Maimaga station (63° N, 129.5° E) on the subauroral latitude with the data measured with 10-channel infrared radiometer SABER v2.0 are compared. The data of the observations measurements coincident in time and space from 2002 to 2015 have been analyzed. Time series includes the years of maximum and minimum 11-year cycle of solar activity. SABER v2.0 data in good agreement with the temperature measured at Maimaga station for maximum solar activity periods.

СРАВНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СУБАВРОРАЛЬНОЙ МЕЗОПАУЗЫ С РАСЧЕТАМИ МОДЕЛИ NRLMSISE-00

А.М. Аммосова, Г.А. Гаврильева, П.П. Аммосов, И.И. Колтовской

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
ammosovaam@mail.ru

COMPARISON OF THE SUBAURORAL MESOPAUSE TEMPERATURE WITH THE NRLMSISE-00 MODEL

A.M. Ammosova, G.A. Gavrilyeva, P.P. Ammosov, I.I. Koltovskoi

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Представлено сравнение вращательной температуры OH(6-2), измеренной на ст. Маймага (63° N, 129.5° E), с температурой мезопаузы, рассчитанной по модели NRLMSISE-00, с 1999 по 2015 г. Эмиссия гидроксильной полосы (6-2) возбуждается в области мезопаузы (~87 км), и интенсивность молекулярной эмиссии измеряется инфракрасным цифровым спектрографом. Модель NRLMSISE-00 описывает изменения температуры на высоте области мезопаузы с октября по апрель в пределах флуктуаций экспериментальных значений при сезонной вариации температуры ~35 К, отклонения от экспериментальных значений составляют не более 7 ± 4 К. Был проведен корреляционный анализ измеренной вращательной температуры OH(6-2) и значений, полученных по модели NRLMSISE-00. При количестве наблюдений на ст. Маймага больше 180 дней (примерно полгода) коэффициент корреляции $R > 0.7$. Это означает, что модель NRLMSISE-00 достаточно точно описывает изменения температуры субавроральной мезопаузы.

The rotational temperature OH(6-2) obtained at Maimaga station (63° N, 129.5° E) located on the subauroral latitude with the calculations of the NRLMSISE-00 model from 1999 to 2015 are compared. The emission of the hydroxyl band (6-2) is excited at the mesopause region (~87 km), and the intensity of molecular emission is measured by an infrared digital spectrograph. The NRLMSISE-00 model describes temperature changes at the mesopause region height within the experimental values fluctuations from October to April for a seasonal temperature variation of ~35 K, deviations from the experimental values are no more than 7 ± 4 K. A correlation analysis was performed to compare the rotational temperature OH(6-2) and the NRLMSISE-00 model calculations. When the number of observations at Maimaga station is more than 180 days (approximately half a year) the correlation coefficient $R > 0.7$. The NRLMSISE-00 model precisely describes the changes of the subauroral mesopause temperature.

**УТОЧНЕНИЕ ВАРЬИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ
ДЕТЕРМИНИРОВАННО-ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ D-ОБЛАСТИ
ИОНОСФЕРЫ НА ОСНОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

С.З. Беккер, А.Н. Ляхов

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
susanna.bekker@gmail.com

**PRECISING VARIABLE PARAMETERS USED
IN DETERMINISTIC-PROBABILISTIC MODEL
OF D-REGION OF IONOSPHERE**

S.Z. Bekker, A.N. Lyakhov

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow, Russia

Ионосфера как непостоянная, непрерывно изменяющаяся среда корректно может быть описана исключительно вероятностными моделями, которые сейчас практически не разрабатываются. Наиболее перспективной из обсуждаемых моделей является детерминированно-вероятностная модель, в которой варьируются параметры, входящие в уравнения ионизационно-рекомбинационного цикла.

Целью настоящей работы является уточнение этих параметров по экспериментальным данным, полученным из различных источников, и верификация результатов обновленной модели по радиофизическим данным.

There is no doubt that the ionosphere is very irregular and continuously changing environment. Therefore it is important to describe the ionosphere with probabilistic models, which are almost not developed. The most perspective model of them is a deterministic-probabilistic one, that is based on theoretical investigations with the varying of ionization-recombination cycle parameters.

With regard to this work, it is concentrated on precisening of variable parameters based on experimental data from different sources and verifying model results by radiophysical data.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЙВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В КОРОТКОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ РАДИОВОЛН**

С.Ю. Белов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Belov_Sergej@mail.ru

**COMPARATIVE ANALYSIS OF WAYS TO SOLVE
COMPUTATIONAL PROBLEMS WHEN DETERMINING
THE SCATTERING ABILITY OF THE EARTH'S SURFACE
IN THE SHORT-WAVE RANGE OF RADIO WAVES**

S.Yu. Belov

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

В работе рассматривается задача дистанционной диагностики «шероховатой» земной поверхности и диэлектрических подповерхностных структур в КВ-диапазоне. Предложен новый некогерентный метод оценки параметра сигнал/шум. Данный диапазон позволяет диагностировать и подповерхностный слой, поскольку параметр рассеяния формируется и неоднородностями диэлектрической проницаемости подповерхностных структур. Идея метода определения этого параметра заключается в том, что, располагая синхронной информацией о волне, отраженной от ионосферы, и о волне, отраженной от земли и ионосферы (или прошедшей ионосферу дважды при зондировании со спутника), возможно извлекать информацию о параметре рассеяния. Выполнен сравнительный анализ, и показано, что по аналитической (относительной) точности определения этого параметра новый метод на порядок превосходит широко используемый стандартный. Анализ аналитической оценки погрешностей этого параметра позволил рекомендовать новый метод вместо стандартного.

The problem of remote diagnostics of the “rough” earth surface and dielectric subsurface structures the short-wave band is considered. A new incoherent method for estimating the signal/noise ratio parameter is proposed. This band range allows one to diagnose subsurface aspects of the earth, as the scattering parameter is affected by irregularities in the dielectric permittivity of subsurface structures. The idea of the method for determining this parameter is that, by having synchronous information about a wave reflected from the ionosphere and about a wave reflected from the Earth and the ionosphere (or passed through the ionosphere twice when probing from a satellite), it is possible to extract information about the scattering parameter. A comparative analysis and shows that the analytical (relative) accuracy of the determination of this parameter new method on the order exceeds the widely-used standard method. Analysis of admissible relative analytical error of estimation of this parameter allowed to recommend new method instead of standard method.

**СКР-ЛИДАР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ
ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ В СТРАТОСФЕРЕ**

^{1,2}С.М. Бобровников, ^{1,2}Е.В. Горлов, ¹В.И. Жарков, ¹Д.А. Трифонов

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
bsm@iao.ru, gorlov_e@mail.ru, zharkov@iao.ru, trifonov@iao.ru

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

**RAMAN LIDAR TO DETECT FINE STRUCTURE
OF TEMPERATURE STRATIFICATION IN THE STRATOSPHERE**

^{1,2}S.M. Bobrovnikov, ^{1,2}E.V. Gorlov, ¹V.I. Zharkov, ¹D.A. Trifonov

¹V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

²National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Для обнаружения тонкой структуры температурной стратификации в стратосфере в ИОА СО РАН разрабатывается СКР-лидар на основе чисто вращательного спектра комбинационного рассеяния. Использование уникальной Сибирской лидарной станции в ИОА СО РАН с большим зеркалом диаметром 2.2 м позволит вести наблюдения за стационар-

ными струйными течениями в стратосфере с помощью дистанционных измерений температуры атмосферы с высоким пространственным разрешением.

В докладе обосновывается возможность реализации метода для одновременного измерения вертикального распределения температуры и аэрозольного наполнения атмосферы на основе зеркала диаметром 2.2 м. Приводится расчет необходимых параметров СКР-лидара для надежного обнаружения тонкой структуры температурной стратификации в стратосфере.

Raman lidar based on pure rotational Raman spectrum to detection of fine structure of temperature stratification in the stratosphere at the IAO SB RAS is developed. The big mirror 2.2 m in diameter at Siberian Lidar Station in IOA SB RAS will allow to observe stationary jet streams in the stratosphere using remote measurements of atmospheric temperature with high spatial resolution.

The report demonstrated the possibility of implementing the method for simultaneously measurement of vertical distribution of temperature and aerosol layers of the atmosphere based on the mirror of 2.2 m in diameter. The necessary parameters of the Raman lidar for reliably detection of fine structure of temperature stratification in the stratosphere are calculation.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯРНЫХ МЕЗОЦИКЛОНОВ

Н.В. Вазаева, О.Г. Чхетиани, Л.О. Максименков, М.В. Курганский

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия
ifanataly@gmail.com

INTEGRAL CHARACTERISTICS OF POLAR LOWS

N.V. Vazaeva, O.G. Chkhetiani, L.O. Maksimenkov, M.V. Kurgansky

A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, Moscow, Russia

Проводятся вычисление интегральных характеристик полярных мезоциклонов, в частности энергии и спиральности, с использованием данных реанализа (ECMWF) и результатов численного моделирования в мезомасштабной атмосферной модели WRF (версия 3.6.1) и сравнение их с экспериментальными данными. Исследуется возможность использования спиральности как диагностического фактора и в качестве прогностической характеристики для полярных мезоциклонов на примере интенсивного полярного мезоциклона над поверхностью Норвежского и Баренцева морей с 29 по 31 марта 2013 г.

Исследования выполнены при поддержке РФФ (проект № 14-17-00806).

The calculating of integral characteristics of Polar Lows such as energy and helicity according to re-analysis data (ECMWF), WRF numerical model findings (version 3.6.1), and experimental data have been carried out. The helicity applicability as a diagnostic factor and as a prognostic factor for Polar Lows has been investigated for the case of intense Mesocyclonic formations, that can be observed over Norwegian Sea and Barents Sea surfaces in the period between 27 and 31 March, 2013.

This study was supported by the Russian Science Foundation (project No. 14-17-00806).

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОМЕТРОВ И ERA-INTERIM НАД СЕВЕРО-ВОСТОКОМ ЕВРАЗИИ ЗА 1979–2015 ГГ.

М.С. Васильев

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
m.s.vasiliev@ikfia.ysn.ru

**THE INTEGRAL MOISTURE CONTENT OF THE ATMOSPHERE
FROM DATA OF SUN-SKY PHOTOMETERS AND ERA-INTERIM
OVER THE NORTH-EAST OF EURASIA FOR 1979–2015**

M.S. Vasiliev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Проведен анализ связи широтной динамики влагосодержания атмосферы W с солнечной активностью и квазидвухлетними колебаниями (КДК) зонального ветра в экваториальной стратосфере над северо-востоком Евразии за 1979–2015 гг.

Были использованы данные солнечных фотометров сети AERONET (станции «Якутск», «Томск», «Иркутск» и «Даланзадгад») и реанализа ERA-Interim, который основан на регулярных метеорологических наблюдениях, аэрологической и спутниковой информации.

Обнаружена достоверно значимая корреляционная связь между среднегодовыми значениями W и восточной фазой КДК. В вариациях W в зависимости от географической широты наблюдается проявление фундаментальных циклов солнечной активности (Швабе, Хейла и Брюкнера).

In the work, an analysis of relation of latitudinal dynamic of the atmospheric moisture content W to quasi-biennial oscillations (QBO) of zonal wind in the equatorial stratosphere and solar activity over the north-east of Eurasia during 1979–2015 was held.

The data of sun-sky photometers of the AERONET (st. Yakutsk, st. Tomsk, st. Irkutsk and st. Dalanzadgad) and ERA-Interim reanalysis which, is based on the regular meteorological observations, aerological and satellite information, were used.

It is found the reliably significant correlation between mean annual values of W and QBO during its eastern phase. At the same time, variations of W depending on geographical latitude reveal the fundamental cycles of solar activity (Schwabe, Hale and Bruckner).

**ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ
НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОЗДУХА В ТРОПОСФЕРЕ**

Л.А. Васильева

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
larisa_v@iszf.irk.ru

**INFLUENCE OF GEOMAGNETIC DISTURBANCES
ON AIR TEMPERATURE IN THE TROPOSPHERE**

L.A. Vasilyeva

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Исследовалось влияние возмущений геомагнитного индекса aa на температуру воздуха в тропосфере. Были рассмотрены карты изменений температуры воздуха после резкого увеличения индекса. Выделены районы максимального воздействия геомагнитных возмущений. Рассмотрено также изменение температуры воздуха на различных высотах.

Influence of indignations of a geomagnetic aa -index on air temperature in the troposphere was investigated. Maps of changes of air temperature after sharp increase in aa -index were considered. Areas of the maximal influence of geomagnetic disturbances are allocated. Change of air temperature at various heights is also considered.

**НАБЛЮДЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ РЕЗОНАНСНЫХ СТРУКТУР
В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ ИОНОСФЕРНОГО АЛЬФВЕНОВСКОГО РЕЗОНАТОРА
НА МАГНИТНОЙ СТАНЦИИ «БАЙГАЗАН»**

¹А.Ю. Гвоздарев, ¹Е.О. Учайкин, ²А.А. Колмаков, ¹С.В. Келюев

¹Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия
kelyuev@yandex.ru

²Томский государственный университет, Томск, Россия

**OBSERVATION OF SPECTRAL RESONANCE STRUCTURES
IN THE FREQUENCY BAND OF THE ALFVEN IONOSPHERIC RESONATOR
AT THE MAGNETIC STATION “BAYGAZAN”**

¹A.Yu. Gvozdarev, ¹E.O. Uchaikin, ²A.A. Kolmakov, ¹S.V. Kelyuev

¹Gorno-Altaysk State University, Gorno-Altaysk, Russia

²Tomsk State University, Tomsk, Russia

В ноябре 2014 г. на магнитной станции «Байгазан» Горно-Алтайского государственного университета был установлен индукционный магнитометр разработки ГАГУ на базе датчика ИНТ-1 (предоставлен Институтом солнечно-земной физики СО РАН) и начат мониторинг геомагнитных вариаций. Низкий уровень магнитных шумов на станции, расположенной на кордоне Алтайского заповедника, и относительно высокая чувствительность аппаратуры позволяют уверенно регистрировать спектральные резонансные структуры (СРС) в полосе частот ионосферного альфвеновского резонатора и три первых шумановских резонанса (8, 14, 20 Гц). Был проведен предварительный анализ частоты наблюдений СРС на станции за 2015–2016 гг. Для этого по данным индукционного магнитометра строились динамические спектры и по характерным для СРС картинам спектров выявлялись дни их наблюдений. СРС наблюдались в ночное время. Выявлена годовая волна с минимумом в летние месяцы. Снижение количества дней наблюдений в летний период связано с вынужденными перерывами в регистрации в грозовой период из-за молниевых повреждений энергосистемы станции. Средний процент дней с СРС на станции составляет 35 %.

In November 2014, an induction magnetometer developed by the Gorno-Altaysk State University (GASU) based on the INT-1 sensor (provided by the Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS) was installed at the magnetic station “Baigazan” of the GASU and monitoring of geomagnetic variations was started. The low level of magnetic noise at the station, which is located on the cordon of the Altay Reserve, and the relatively high sensitivity of the equipment allows us to confidently register the spectral resonance structures (SRS) in the frequency band of the ionospheric Alfvén resonator and three Schumann resonances (8, 14, 20 Hz). A preliminary analysis of the frequency of observations of the SRS at the station for 2015–2016 was conducted. The dynamic spectra for induction magnetometer data were calculated, and according to the characteristic patterns of the SRS the days of their observation were revealed. SRS were observed at night. The one-year period wave for number of SRS observation per month with a minimum in the summer months (1–5 obs/month) and maximum in the November (20 obs/month) have been identified. The average percentage of SRS observation days at the station is 35 %.

**МЕТОД РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ
ЛИНЕЙНЫХ ПЗС КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

А.Н. Горобец

ООО «Лес-Информ» Волгоград, Россия
Liolik_work@mail.ru

THE METHOD OF RADIOMETRIC CALIBRATION OF LINEAR SPACE-BORNE CCDs

A.N. Gorobets

«Les-Inform» Limited Liability Company, Volgograd, Russia

Полноценное использование потенциальных возможностей изображений, получаемых с помощью линейных ПЗС космического базирования, невозможно без развития методов калибровки, специфичных для сенсоров с ПЗС.

В предлагаемой методике радиометрической калибровки используются поля цвета, соответствующие каналам сенсора КА, и пиранометры с фильтрами, соответствующими фильтрам, установленным на борту КА.

По пиранометрическим измерениям падающего и отраженного полями цвета излучения рассчитывается плотность мощности, приходящей на зрачок сенсора, что и обеспечивает его радиометрическую калибровку.

Помимо калибровки сенсоров с линейными ПЗС, метод дает дополнительные возможности в исследованиях по физике атмосферы, поскольку в ходе расчетов определяются параметры текущей передаточной функции атмосферы.

Full using of the potential capabilities of images obtained by linear spaceborne CCDs is impossible without the development of calibration methods specific for CCD sensors.

The proposed method of radiometric calibration uses the color fields according to spacecraft sensor channels and the pyranometers with filters which correspond to spacecraft ones.

By pyranometer measurements of the incident and reflected radiation, the power density arriving at the sensor aperture is calculated, which ensures its radiometric calibration.

In addition to CCD-sensors calibration, the method provides additional capabilities in the atmospheric physics research, since during the calculations the atmosphere transfer function parameters are also defined.

НЕЛИНЕЙНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДНЕЙ И ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ

¹К.А. Диденко, ²А.И. Погорельцев

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
didenko.xeniya@yandex.ru

²Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

NONLINEAR INTERACTIONS OF WAVE PROCESSES IN THE MIDDLE AND UPPER ATMOSPHERE

¹К.А. Didenko, ²A.I. Pogoreltsev

¹Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

²Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia

Чтобы рассмотреть эффекты нелинейных взаимодействий волна—волна и волна — средний поток, были изучены члены, которые дают вклад в баланс вихревой энтропии. С использованием общей формы ее уравнения была рассчитана эволюция планетарных волн с зональными волновыми числами $m=1, 2, 3$. Также исследовался вклад различных членов взаимодействия в изменение вихревой энтропии. Полученные результаты показывают, что квазигеострофическое приближение не подтверждается в верхней стратосфере, по крайней мере, во время внезапных стратосферных потеплений.

To consider the effects of nonlinear wave—wave and wave — mean flow interactions, the terms contributing to the eddy enstrophy balance have been studied. Using the general form of the eddy enstrophy balance equation, its evolution for planetary waves with zonal wave numbers $m=1, 2, 3$ has been calculated. The contribution of different interaction terms to the change the

eddy enstrophy has been discussed. The results obtained show that quasi-geostrophic approach is not approved in the upper stratosphere at least during the sudden stratospheric warmings.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФРАЗВУКОВОЙ СТАНЦИИ ИСЗФ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32

^{1,2}**В.А. Добрынин, ²А.Г. Сорокин**

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия
dobrynin-vasiliy95@mail.ru

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

DEVELOPMENT OF AN INFRASOUND STATION BASED ON THE STM32 MICROCONTROLLER

^{1,2}**V.A. Dobrynin, ²A.G. Sorokin**

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

²Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

В работе развиваются положения реконструкции структуры инфразвуковой станции на основе контроллера STM32. Обсуждаются проблемы повышения помехозащищенности от грозового электричества и расширения частотного диапазона когерентных сигналов с применением контроллера STM32. Рассматриваются перспективы изучения новых морфологических типов инфразвуковых сигналов.

The paper discusses the concept of reconstructing the structure of an infrasonic station based on the STM32 controller. The problems of increasing noise immunity from lightning electricity and expanding the frequency range of coherent signals using the STM32 controller are discussed. The prospects of discovering new morphological types of infrasonic signals are being studied.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРАТОСФЕРЕ ВО ВРЕМЯ ВНЕЗАПНЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛИНЕЙНОЙ БАРОТРОПНОЙ ДИВЕРГЕНТНОЙ МОДЕЛИ ЦИРКУЛЯЦИИ

О.С. Зоркальцева, В.И. Мордвинов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
olgak@szf.irk.ru

STUDY OF DYNAMIC PROCESSES IN THE STRATOSPHERE DURING SUDDEN STRATOSPHERIC WARMINGS USING NONLINEAR BAROTROPIC DIVERGENT CIRCULATION MODEL

O.S. Zorkaltseva, V.I. Mordvinov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Внезапные стратосферные потепления (ВСП) являются значительными событиями в зимней стратосфере, оказывающими влияние как на погодные условия в тропосфере, так и на процессы в ионосфере. Накоплено большое количество информации о динамике ВСП и их проявлениях на разных уровнях атмосферы, в том числе с использованием инструментальной базы ИСЗФ. Построены эмпирические модели развития ВСП, динамику ВСП удалось воспроизвести в моделях общей циркуляции атмосферы. Однако на ряд вопросов до сих пор не удалось получить окончательных ответов. Неясно, например, какой из механизмов начала развития ВСП преобладает — внутренняя неустойчивость стратосферного

полярного вихря или внешнее возбуждение планетарными волнами/вихрями. По нашему мнению, на некоторые вопросы ответ может быть получен в рамках простой баротропной дивергентной модели циркуляции, развиваемой в ИСЗФ. Модель учитывает нелинейные процессы, β -эффект и диффузию в тонком слое жидкости, внешнее возбуждение задается с помощью распределенных источников завихренности. В рамках тестирования модели с низким пространственным разрешением рассмотрены эффекты взаимодействия стратосферного полярного вихря с квазистационарным антициклоном над северо-востоком Азии и северной частью Тихого океана и локальными циклоническими возмущениями.

Sudden stratospheric warming (SSW) is a significant event in the winter hemisphere. SSA affects the weather conditions in the troposphere and processes in the ionosphere. A lot of information about SSW dynamics and their manifestations at different levels of the atmosphere has been accumulated, including with the use of the instrumental base of ISTP. SSW empirical models were developed, the dynamics of the SSW were reproduced in the models of general atmospheric circulation. However, there are still no answers to some of the questions. For example, which of the mechanisms for the beginning SSW prevails — the internal instability of the stratospheric polar vortex or external excitation by planetary waves/vortices. In our opinion, for some questions the answers could be obtained from the barotropic divergent circulation model developed in the ISTP. The model takes into account the nonlinear processes processes, β -effect and 2D diffusion, external excitation is given by distributed sources of vorticity. We have considered the effects of interaction of a stratospheric polar vortex with a quasi-stationary anticyclone over northeast Asia and the northern part of the Pacific Ocean and local cyclonic disturbances in the process of model validation with a low spatial resolution.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫСОТЫ УРОВНЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ GNSS-РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

А.В. Карлышева, А.М. Падохин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
karlyshevaAnzhela@gmail.com

ESTIMATION OF SEA LEVEL HEIGHT BASED ON GNSS-REFLECTOMETRY DATA

A.V. Karlysheva, A.M. Padokhin

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

В работе исследуются методы GNSS-рефлектометрии для определения уровня водной поверхности, основанные на использовании эффекта многолучевости, возникающего при отражении навигационных сигналов от водной поверхности. Этот эффект приводит к появлению интерференции в данных сигнал/шум (SNR), при этом параметры интерференции полностью определяются длиной волны навигационного сигнала и высотой фазового центра антенны над отражающей поверхностью. В работе использовались данные SNR S1 и S2 для двух рабочих частот систем GPS и ГЛОНАСС. На примере ряда станций IGS проведено сравнение данных GNSS-рефлектометрии и традиционных приливных измерений, показавшее хорошее согласие полученных результатов.

In this work we study GNSS reflectometry methods in connection with the estimation of sea level height. They are based on the effect of multipath propagation of GNSS signals reflected from the water surface. It results in the interference pattern in the signal-to-noise ratio of GNSS signals, which parameters are defined by the frequency of navigational signal and the height of the antennas phase center above reflecting water surface. In this work, we used SNR S1 and S2 data for both working frequencies of GPS and GLONASS systems. We provide the comparison

of GNSS-R sea level estimations with traditional tidal gauge measurements for several IGS sites showing good agreement of both methods.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННИХ ВОЛН
В СТРАТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА
РАДИОЗОНДОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

И.А. Кириллович, В.Н. Губенко

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязино, Россия
sabersecretmail@gmail.com

**RESTORING THE INTERNAL WAVE CHARACTERISTICS IN THE EARTH'S
STRATOSPHERE BY USING AN ANALYSIS OF RADIOSONDE MEASUREMENTS**

I.A. Kirillovich, V.N. Gubenko

Kotel'nikov Institute of Radioengineering and Electronics RAS, Fryazino, Russia

Внутренние гравитационные волны (ВГВ) заметно влияют на структуру и циркуляцию атмосферы Земли благодаря эффективному переносу энергии и импульса с нижних атмосферных уровней на верхние. Поскольку внутренние волны являются характерной особенностью устойчиво стратифицированной атмосферы, аналогичные эффекты можно ожидать в атмосферах Венеры и Марса. Представлены результаты определения характеристик идентифицированных ВГВ, полученные на основе анализа высокоточных радиозондовых измерений SPARC скорости ветра и температуры в атмосфере Земли [<http://www.sparc.sunysb.edu>]. Обсуждается полезность зондовых исследований внутренних волн для задач радиозатменного мониторинга ВГВ в атмосферах планет. Работа выполнена при частичной поддержке Программы фундаментальных исследований 1.7 Президиума РАН.

Internal gravity waves (IGWs) significantly affect the structure and circulation of the Earth's atmosphere by an effective transporting the energy and momentum from the lower atmospheric levels upward. Since the internal waves are the characteristic feature of a stably stratified atmosphere, similar effects can be expected in the Venusian and Martian atmospheres. The results of determining the characteristics for identified IGWs in the Earth's atmosphere found from an analysis of the high-resolution radiosonde horizontal wind and temperature measurements SPARC [<http://www.sparc.sunysb.edu>] are presented. The usefulness of radiosonde studies in conjunction with tasks of a radio occultation monitoring the IGWs in planetary atmospheres is discussed. The work was carried out under partial support of the Fundamental Research Program 1.7 of the RAS Presidium.

**ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
В ТИХООКЕАНСКОМ РЕГИОНЕ
В ПЕРИОД КЛИМАТИЧЕСКОГО СДВИГА 1976–1977**

К.Е. Кириченко, Е.П. Белоусова, В.А. Коваленко, С.И. Молодых

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kirichenko@iszf.irk.ru

**CHANGES IN HYDROMETEOROLOGICAL CHARACTERISTICS
IN THE PACIFIC REGION DURING THE CLIMATIC SHIFT 1976–1977**

K.Ye. Kirichenko, Ye.P. Belousova, V.A. Kovalenko, S.I. Molodykh

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Представлены и обсуждаются изменения характеристик атмосферы и океана (поток тепла на границе раздела океан—атмосфера, ветровое напряжение, температура поверх-

ности океана и воздуха над ним, теплосодержание океана в слое 0–700 м) для Тихоокеанского региона Северного полушария в период климатического сдвига (КС) 1976–1977 гг. Установлено, что после КС теплосодержание и температура возросли в восточной части Тихого океана и уменьшились в западной. Для потоков скрытого тепла и коротковолнового излучения после КС наблюдается уменьшение, в то время как для потоков явного тепла и длинноволнового излучения — возрастание. Показано, что наибольшие изменения потоков тепла наблюдаются на низких широтах. Рассматриваются причинно-следственные связи изменений потоков тепла и вариаций температурных характеристик исследуемого региона. Обсуждается возможный сценарий влияния атмосферных процессов на вариации температурных характеристик через ветровое напряжение и их взаимосвязь.

Changes in the characteristics of the atmosphere and the ocean (heat fluxes at the ocean-atmosphere interface, wind stress, ocean surface and air temperature, ocean heat content in the 0–700 m layer) for the Pacific region of the Northern Hemisphere during the climatic shift (CS) 1976–1977 are presented and discussed. It was found that after the CS, the heat content and temperature increased in the eastern part of the Pacific Ocean and decreased in the western part. The flows of sensible heat and short-wave radiation after the CS decreased, while for the flows of latent heat and long-wave radiation increased. It is shown that the greatest changes in heat fluxes are observed at low latitudes. The cause-effect relationships of changes in heat fluxes and variations in the temperature characteristics of the investigation region are considered. A possible scenario of the influence of atmospheric processes on the variation of temperature characteristics through wind stress and their interrelation is discussed.

СОЗДАНИЕ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ СЕТИ ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРОГРАФОВ

И.И. Колтовской, П.П. Аммосов, Г.А. Гаврильева, А.М. Аммосова, В.И. Сивцева

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
koltigor@mail.ru

SETTING UP A MERIDIONAL NETWORK OF INFRARED SPECTROGRAPHS

I.I. Koltovskoi, P.P. Ammosov, G.A. Gavrilyeva, A.M. Ammosova, V.I. Sivtseva

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

С 2013 г. на оптической станции Маймага (63° N, 129.5° E) ведется постоянная регистрация полос гидроксила OH(3.1) спектрографом в далекой инфракрасной области (около 1.5 мкм). В сентябре 2015 г. аналогичный спектрограф установлен в Полярной геофизической обсерватории (ПГО) в пос. Тикси (71.6° N, 128.7° E). В данной работе представлено сравнение сезонного хода температуры мезопаузы, измеренного на двух разнесенных по широте станциях. Сделаны также предварительные сравнения по отдельным ночам (ночного хода). По результатам сравнения наблюдается очень хорошая корреляция между двумя станциями (коэффициент корреляции 0.83).

Permanent registration of hydroxyl OH (3.1) bands is conducted in the optical station Maimaga (63° N, 129.5° E) in the far infrared (1.5 micron) since 2013. In September 2015 a similar spectrograph was installed at the station Polar Geocosmophysical Observatory (PGO) in Tiksi (71.6° N, 128.7° E). This paper presents the comparison of seasonal variations of mesopause temperature measured at two spaced by latitude stations. Also preliminary comparisons are made for some nights. According to the results of comparison, there is a very good correlation between the temperatures measured in Maimaga and Tiksi (correlation coefficient 0.83).

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ФАЗОВЫХ АНОМАЛИЙ
ОНЧ-СИГНАЛОВ РАДИОСТАНЦИЙ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ В ЯКУТСКЕ**

А.А. Корсаков, В.И. Козлов, С.Е. Кобякова

Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
korsakov84@yandex.ru

**SEASONAL CHANGES IN SUDDEN PHASE ANOMALIES
OF VLF RADIO STATION SIGNALS REGISTERED IN YAKUTSK**

A.A. Korsakov, V.I. Kozlov, S.E. Kobyakova

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Внезапная фазовая аномалия (ВФА) в условиях одномодового распространения радиосигнала ОНЧ (3–30 кГц) хорошо описывается линейной функцией от логарифма произведения интенсивности потока рентгеновского излучения (0.1–0.8 нм) на косинус зенитного угла Солнца, усредненного на освещенной части радиотрассы. На основе непрерывной регистрации в г. Якутске (62° N, 129.7° E) сигналов навигационных станций Новосибирск, Краснодар (14.9 кГц) и Хабаровск (11.9 кГц) за 2009–2016 гг. отобраны события ВФА. С помощью регрессионного анализа определены параметры линейной модели отдельно для летних и зимних условий. Сигнал ст. Новосибирск: наклон линейной модели равен 10 и 9.4, начальное смещение равно 61.5 и 55.5 для зимы и лета соответственно. Сигнал ст. Хабаровск: наклон равен 14.5 (зима) и 8.9 (лето), смещение равно 90.3 (зима) и 55.1 (лето). Сигнал ст. Краснодар (обладает большими флуктуациями фазы): наклон равен 7 (зима) и 7.5 (лето), смещение равно 44.1 (зима) и 44.9 (лето). Зимой нижняя ионосфера более чувствительна к воздействию солнечных вспышек.

Sudden phase anomalies (SPA) of the VLF radio signal (3–30 kHz) in single-mode propagation is well described by a linear function of the logarithm of multiplication the X-ray flux intensity (0.1–0.8 nm) and the cosine of the zenith angle of the Sun averaged over the illuminated part of the propagation path. During 2009–2016 the SPA events are selected based on continuous registration in Yakutsk (62° N, 129.7° E) signals of navigation stations Novosibirsk, Krasnodar (14.9 kHz) and Khabarovsk (11.9 kHz). Based on the regression analysis, the parameters of the linear model are determined for summer and winter. The signal Novosibirsk: the linear model slope is 10 and 9.4, the initial offset is 61.5 and 55.5 for winter and summer respectively. Khabarovsk signal: the slope is 14.5 (winter) and 8.9 (summer), the offset is 90.3 (winter) and 55.1 (summer). The signal Krasnodar (large phase fluctuations): the slope is 7 (winter) and 7.5 (summer), the offset is 44.1 (winter) and 44.9 (summer). In winter the lower ionosphere is more sensitive to effects of solar flares.

**БАНК ПАРАМЕТРОВ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ДВУОКСИ АЗОТА
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭТОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ
И В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СРЕДАХ**

А.А. Лукашевская, Н.Н. Лаврентьева, А.С. Дударенок, В.И. Перевалов

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
lukashevskaya@iao.ru

**DATABASE OF PARAMETERS OF NITROGEN DIOXIDE SPECTRAL LINES
FOR MONITORING THIS GAS
IN THE ATMOSPHERE AND IN THE HIGH-TEMPERATURE ENVIRONMENTS**

A.A. Lukashevskaya, N.N. Lavrentieva, A.C. Dudaryonok, V.I. Perevalov

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

В работе представлен список линий NO_2 на основе глобального моделирования спектров высокого разрешения этой молекулы в рамках метода эффективных операторов с использованием полиадной модели эффективного гамильтониана.

Банк данных размещен на сайте ИОА СО РАН [ftp://ftp.iao.ru/pub/NDDDB] и содержит следующие спектральные параметры: положение линии, интенсивность линии, энергия нижнего состояния, коэффициенты самоуширения. Банк предназначен для высокотемпературных приложений вплоть до температуры $T=900$ К. Созданный банк данных включает в себя более 1 миллиона колебательно-вращательных переходов, которые расположены в спектральном диапазоне $466\text{--}3374$ cm^{-1} . Отсечка по величине интенсивности линий была выбрана равной 10^{-25} см/молекула при температуре $T=1000$ К.

The high temperature line list of NO_2 , which is based on global modeling of high resolution spectra of this molecule performed within the framework of the effective operators method using polyad model of effective Hamiltonian is presented.

Presented data bank is allocated on the web site of V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS on the address [ftp://ftp.iao.ru/pub/NDDDB]. The line list contains the following line parameters: line position, line intensity, energy of lower state and self-broadening coefficient. The data bank is designed for temperature up to 900 K. This database includes more than 1 vibration-rotation transitions, which is located in the $466\text{--}3374$ cm^{-1} spectral rang. It is generated using intensity cut off 10^{-25} cm/molecule at 1000 K.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННЫХ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ O_3 , NO_2 И АЭРОЗОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ С ДАННЫМИ СПУТНИКОВЫХ И РАДИОЗОНДОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**А.П. Макеев, О.Е. Баженов, В.Д. Бурлаков[†], М.В. Гришаев[†],
Ю.В. Гриднев, С.И. Долгий, А.В. Невзоров**

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
map@iao.ru

COMPARISON OF REMOTE SPECTROPHOTOMETRIC MEASUREMENTS OF O_3 , NO_2 AND STRATOSPHERIC AEROSOL WITH DATA OF SATELLITE AND RADIOSONDE MEASUREMENTS

**A.P. Makeev, O.E. Bazhenov, V.D. Burlakov[†], M.V. Grishaev[†],
Yu.V. Gridnev, S.I. Dolgii, A.V. Nevzorov**

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics, SB RAS, Tomsk, Russia

В докладе приводятся результаты дистанционных спектрофотометрических измерений общего содержания озона и двуокиси азота, полученные на Сибирской лидарной станции Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, в сравнении с результатами аналогичных спутниковых измерений.

Наземные измерения общего содержания озона проводились озонометром М-124, измерения содержания NO_2 выполнялись автоматизированным спектрофотометром. Эти измерения сравниваются с данными радиозондовых и спутниковых измерений. Спутниковые измерения осуществляются аппаратурой TOMS и IASI.

The report contains results of remote spectrophotometric measurements of the total ozone and nitrogen dioxide contents, obtained at the Siberian Lidar Station of V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics, SB RAS in comparison with the results of analogous satellite measurements.

The ground-based measurements of the total ozone were conducted with M-124 ozonometer; and the measurements of the NO_2 content are carried out with automatic spectrophotometer.

These measurements are compared with data of radiosonde and satellite measurements. The satellite measurements are performed by the TOMS and IASI instrumentation.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЮЩЕГО И ПРИЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
СЕТИ ЛЧМ-ЗОНДИРОВАНИЯ**

А.А. Науменко, А.В. Подлесный

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
naym@iszf.irk.ru

**MODERNIZATION OF TRANSMITTING AND RECEIVING FACILITIES
OF THE CHIRP SOUNDING NETWORK**

A.A. Naumenko, A.V. Podlesny

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

В данной работе рассмотрен процесс модернизации сети ЛЧМ-ионозондов, проведенный в 2015–2017 гг. Главной целью модернизации было повышение надежности оборудования для обеспечения непрерывных измерений на трассах наклонного и вертикального ЛЧМ-зондирования. Рассмотрены конструкции передающих и приемных комплексов. Важной частью модернизации стало проектирование и создание нового генератора ЛЧМ-сигнала, по причине снятия с производства используемых ранее плат. Характеристики полученного генератора также представлены в работе. В процессе модернизации во всех приемных и передающих пунктах (Торы, Усолье, Норильск, Магадан, Хабаровск) были установлены новые комплекты оборудования.

In this paper, the process of upgrading the network of chirp ionosondes, conducted in 2015–2017, is considered. The main purpose of the modernization was to increase the reliability of equipment, to provide continuous measurements on the beams of oblique and vertical chirp sounding. The designs of transmitting and receiving complexes are considered. An important part of the modernization was the design and creation of a new LFM signal generator, due to the phasing out of the previously used boards. The characteristics of the generator obtained are also presented in the paper. In the process of modernization, new complexes of equipment were installed in all receiving and transmitting points (Tory, Usolye, Norilsk, Magadan, Khabarovsk).

**ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ОЗОНОВОГО СЛОЯ
В АРКТИКЕ ЗИМОЙ И ВЕСНОЙ 2016–2017 гг.**

М.П. Никифорова

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Севастополь, Россия
nikiforovamp@yandex.ru

**SPECIFICITY OF THE OZONE LAYER STATE OVER ARCTIC
DURING WINTER AND SPRING OF 2016–2017**

M.P. Nikiforova

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Sevastopol, Russia

В работе рассмотрены основные особенности изменчивости общего содержания озона (ОСО) в Арктике зимой–весной 2016–2017 гг. Проанализирован ход метеорологических элементов и характеристик стратосферного вихря, показаны их взаимосвязи с состоянием озонового слоя. Проведено сравнение с предыдущими годами, в частности с сезоном 2015–2016 гг., показавшим третий за всю историю наблюдений результат химического разрушения озона. Особое внимание уделено особенностям изменений ОСО над территорией России.

The report discusses the main features of the variability of the total ozone content (TOC) over Arctic during winter-spring 2016–2017. Dynamics of meteorological elements and stratospheric vortex are analyzed, showing their relationship with the state of the ozone layer. The ozone layer features of previous years are compared particularly with the season 2015–2016, which showed the third result of ozone chemical destruction since ozone monitoring era. Special attention is paid to the specificity of TOC changes over the Russian territory.

**ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КНЧ/СНЧ-ВОЛН,
НАБЛЮДАЕМЫХ ВО ВНЕШНЕЙ ИОНОСФЕРЕ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МОЩНЫМ НАЗЕМНЫМ КВ-РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ**

А.О. Рябов

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия
sanches-best@yandex.ru

**POLARIZATION CHARACTERISTICS OF ELF/VLF WAVES OBSERVED
IN THE OUTER IONOSPHERE UNDER THE INFLUENCE
OF POWERFUL GROUND-BASED SHORTWAVE RADIATION**

A.O. Ryabov

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

Для исследования поляризационных характеристик и физической природы КНЧ/СНЧ-волн, наблюдаемых в ионосфере при нагреве околоземной плазмы мощным КВ-радиоизлучением, использован метод сингулярного разложения. Представленные в работе результаты экспериментов получены на среднеширотном нагревном стенде «Сура». Используются данные, зафиксированные бортовой аппаратурой искусственного спутника Земли DEMETER. На основе спектральных характеристик наблюдаемых излучений реализован метод оценки ионного состава околоземной плазмы. Метод верифицирован по результатам натурных измерений на высотах внешней ионосферы Земли.

For studying the polarization characteristics and the physical nature of the ELF/VLF waves observed in the ionosphere during heating the near-earth plasma powerful HF radio emission we used the method of singular value decomposition. The experimental results obtained in mid-latitude heating the stand “Sura”. Used data recorded by onboard equipment of artificial Earth satellite DEMETER. Based on the spectral characteristics of the observed radiation is implemented a method of assessing the ionic composition of the near-Earth plasma. The method has been verified against field measurements at altitudes of the topside ionosphere.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ИОНОСФЕРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ
ПРИ ПОМОЩИ ТРЕХБАЗНОЙ СЕТИ ПРИЕМНИКОВ ГНСС**

И.А. Ряховский, Б.Г. Гаврилов, Ю.И. Зецер, А.Н. Ляхов, Ю.В. Поклад, С.З. Беккер

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
Ryakhovskiy88@yandex.ru

**SPACE-TIME CHARACTERISTICS OF IONOSPHERIC IRREGULARITIES
USING TRIPLE-BASE GNSS RECEIVERS**

I.A. Ryakhovsky, B.G. Gavrilov, Yu.I. Zetzer, A.N. Lyakhov, Y.V. Poklad, S.Z. Bekker

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow, Russia

По современным представлениям на точность позиционирования ГНСС наибольшее влияние оказывают ионосферные неоднородности с характерными размерами от 100 м

до нескольких километров. Разработанная нами методика, использующая пространственно-разнесенные приемники ГНСС на трех базах от 250 м до 80 км, позволяет исследовать пространственно-временное распределение локальных ионосферных неоднородностей в среднеширотной ионосфере. Представлены результаты для бури в ионосфере 17 марта 2015 г.

Up to date the ionospheric irregularities scaled from 100 m to several kilometers provide the major impact on GNSS precision. Our technique use spatially distributed GNSS receivers on bases varying from 250 m to 80 km and it allows us to study the spatiotemporal features of transient ionospheric irregularities in the midlatitude ionosphere. The results under ionospheric storm 17 March 2015 are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ВАРИАЦИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА И ПОВТОРЯЕМОСТИ АТМОСФЕРНОГО БЛОКИРОВАНИЯ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ТРОПОСФЕРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.Е. Савкин, О.Ю. Антохина, Б.Д. Белан, Г.Н. Толмачёв

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
densavkin88@rambler.ru

INVESTIGATION OF THE RELATION BETWEEN OZONE CONCENTRATION VARIATIONS AND THE FREQUENCY OF ATMOSPHERIC BLOCKING IN THE SURFACE LAYER OF THE TROPOSPHERE OF WESTERN SIBERIA

D.E. Savkin, O.Yu. Antokhina, B.D. Belan, G.N. Tolmachev

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

В данной работе использованы данные измерений концентрации озона и температуры в приземном слое тропосферы на TOR-станции за 1993–2016 гг., а также данные реанализа ERA-Interim о высоте геопотенциальной поверхности 500 гПа. В качестве объективного критерия блокирования в работе использован критерий Тибальди и Мольтени. Рассчитаны коэффициенты корреляции вариаций озона (O_3), приземной температуры и индекса блокирования (BI). В зависимости от повторяемости блокирования для исследуемого района коэффициент корреляции BI и O_3 варьируется в очень широких пределах.

In this work, data of measurements of ozone concentration and temperature in the surface layer of the troposphere carried out on the TOR station for 1993–2016, as well as ERA-Interim reanalysis data on the height of the geopotential surface 500 hPa are used. As an objective criterion for blocking, the Tibaldi and Molteni criterion was used. Correlation coefficients for variations in ozone (O_3), surface temperature and the blocking index (BI) were calculated. Depending on the repeatability of the blocking for the area under investigation, the correlation coefficient BI and O_3 varies within very wide limits.

ВЛИЯНИЕ ВИНЬЕТИРОВАНИЯ ВХОДНОЙ АПЕРТУРЫ ТЕЛЕСКОПА НА ОШИБКУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОЛНОВОГО ФРОНТА В АДАПТИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ БОЛЬШОГО СОЛНЕЧНОГО ВАКУМНОГО ТЕЛЕСКОПА

Е.Л. Соин, Е.А. Копылов

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
Egorsh@vtomske.ru

**THE INFLUENCE OF THE VIGNETTING OF THE ENTRANCE APERTURE
ON THE ERROR IN WAVE FRONT RECONSTRUCTION
IN ADAPTIVE OPTICAL SYSTEM OF LARGE SOLAR VACUUM TELESCOPE**

E.L. Soin, E.A. Kopylov

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

На ранее полученных экспериментальных данных в виде последовательности кадров с камеры датчика волнового фронта Шэка—Гартмана проведено исследование искусственного виньетирования матрицы субапертур датчика волнового фронта Шэка—Гартмана размерностью 8×8 и 12×12 на точность восстановления волнового фронта во время работы датчика. Показано, что при виньетировании зрачка телескопа до 70 % ошибка восстановления волнового фронта не превышает величину $\lambda/4$ ($\lambda=535$ нм). Однако замечено, что величина ошибки сильно зависит от конфигурации области перекрытия. В работе приведены примеры временной развертки первых семи полиномов Цернике (после наклонов) и представлены СКО волнового фронта в различных условиях численного эксперимента.

On previously obtained experimental data, in the form of a sequence of frames from the camera of the wavefront sensor a Shack—Hartmann, the study of artificial vignetting matrix subaperture wavefront sensor the Shack—Hartmann dimension of 8×8 and 12×12 , the accuracy of the restored wave front during operation of the sensor. It is shown that vignetting of the pupil of the telescope up to 70 % error in the wave front reconstruction does not exceed the value $\lambda/4$ ($\lambda=535$ nm.). However, it is noticed that the magnitude of the error strongly affects the configuration of region of parkrite. The paper presents examples of time-base the first seven Zernike polynomials (after bending) under various conditions of the numerical experiment and presents the results of RMS of the wave front in different conditions of the numerical experiment.

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ
В АТМОСФЕРЕ УЛАН-УДЭ**

И.П. Сунграпова, А.С. Заяханов, Г.С. Жамсуева, В.В. Цыдыпов

Институт физического материаловедения СО РАН, Улан-Удэ, Россия
kopa141192@mail.ru

FEATURES OF AEROSOL NUMBER SIZE DISTRIBUTION IN ULAN-UDE

I.P. Sungrapova, A.S. Zayakhanov, G.S. Zhamsueva, V.V. Tsydygov

Institute of Physical Material Science SB RAS, Ulan-Ude, Russia

В работе представлены результаты экспериментальных исследований мелкодисперсной фракции аэрозоля для различных по характерным значениям концентраций регионов: в центре промышленного г. Улан-Удэ и прибрежной территории оз. Байкал. Выявлено, что характер суточного хода аэрозольных частиц в городе совпадает с суточными изменениями общего содержания аэрозоля в приземном слое вокруг оз. Байкал, увеличение счетной концентрации частиц происходит в дневные и вечерние часы. В пиковый период пожаров (2015–2016 гг.) в Байкальском регионе наблюдалось повышенное содержание частиц субмикронной фракции.

The paper presents the experimental results of ultrafine aerosols for different regions of the characteristic values of the concentrations: in Ulan-Ude and the region of Lake Baikal. It was revealed that the nature of the diurnal variation of aerosol particles in urban air coincides with daily changes of total number concentration aerosol of Lake Baikal. The elevated concentrations of ultrafine particle aerosols in daily course of the total number concentration are observed in the

daytime and evening hours. The elevated content of submicron particle fraction in Baikal region are observed during the peak period of fires (2015–2016).

**ВАРИАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКО- И СРЕДНЕШИРОТНОЙ ВЕРХНЕЙ
АТМОСФЕРЫ В ПЕРИОДЫ ВЫСОКОЙ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ**

Т.Е. Сыренова, А.Б. Белецкий, М.А. Тащилин, А.В. Михалёв, С.В. Подлесный

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
angata@mail.iszf.irk.ru

**VARIATIONS IN THE RADIATION OF THE HIGH AND MID-LATITUDE UPPER
ATMOSPHERE DURING PERIODS OF HIGH GEOMAGNETIC ACTIVITY**

T.E. Syrenova, A.B. Beletsky, M.A. Tashchilin, A.V. Mikhalev, S.V. Podlesny

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Важной задачей является изучение процессов генерации и распространения ионосферных возмущений различных масштабов. Конфигурация оптических инструментов ИСЗФ СО РАН позволяет наблюдать процессы формирования возмущения в авральной области атмосферы азиатского долготного сектора (ст. «Исток») и его распространения в средние широты (ГФО, с. Торы). В работе приведены вариации излучения высоко- и среднеширотной верхней атмосферы в периоды высокой геомагнитной активности.

An important task is to study the processes of generation and propagation of ionospheric disturbances of various scales. The configuration of the optical instruments of the ISTP SB RAS makes it possible to observe the process of the perturbation formation in the auroral area of the atmosphere of the Asian longitude sector (Istok Station), its distribution to medium latitudes (GFO, Tori settlement). The work presents variations in the radiation of the high and mid-latitude upper atmosphere during periods of high geomagnetic activity.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭМИССИЙ
АВРОРАЛЬНОЙ АТМОСФЕРЫ ШИРОКОУГОЛЬНЫМИ КАМЕРАМИ
ВСЕГО НЕБА НА СТАНЦИИ «ИСТОК»**

М.А. Тащилин, А.Б. Белецкий

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
miketash@iszf.irk.ru

**PRELIMINARY RESULTS OF THE AURORAL ATMOSPHERE REGISTRATION
BY WIDE-ANGLE ALL-SKY-CAMERAS AT ISTOK STATION**

M.A. Tashchilin, A.B. Beletsky

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

В 2013 г. были возобновлены исследования, в том числе оптическими методами, верхней атмосферы и ионосферы Земли на высокоширотной станции «Исток» ИСЗФ СО РАН (70° N, 88° E). В работе дается описание комплекса оптических инструментов, установленных на ст. «Исток», по состоянию на апрель 2017 г. Приводятся предварительные результаты исследования вариаций излучения атмосферы в эмиссиях молекулярного азота (427.8 нм) и атомарного кислорода (557.7 и 630 нм), полученные с помощью широкоугольных камер всего неба за период 2013–2017 гг. Приводятся морфологические характеристики полярных сияний, полученные за этот период. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00492.

There were renewed research of the upper atmosphere, ionosphere and magnetosphere of the Earth at the Istok ISTP High-Latitude Station (70° N, 88° E) in 2013. The paper describes the complex of optical instruments installed at the Istok station as of April 2017. The preliminary results of a study of atmospheric emission variations in molecular nitrogen (427.8 nm) and atomic oxygen (557.7 and 630 nm) are given. The results obtained with the help of wide-angle cameras of the entire sky for the period 2013–2017. The morphological characteristics of aurorae are obtained for the period 2013–2017. This study was supported by the Grant of the Russian Scientific Foundation Project No. 17-05-00492.

ЛИДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДНЕЙ АТМОСФЕРЫ В ЯКУТИИ

С.В. Титов, С.В. Николашкин

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
stitov@ikfia.ysn.ru

LIDAR RESEARCH INTO THE MIDDLE ATMOSPHERE IN YAKUTIA

S.V. Titov, S.V. Nikolashkin

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

В статье представлены основные характеристики и описание Якутского лидара, а также полученные на нем данные по коэффициенту аэрозольного рассеяния R и температуре атмосферного слоя (25–60 км) с 2005 по 2016 г. Исследуется поведение температуры стратосферы во время внезапных стратосферных потеплений (ВСП), наблюдавшихся в январе–феврале над Якутском. Для анализа были привлечены данные со спутника MLS Aura. Рассматриваются особенности формирования и распада ВСП. В результате анализа коэффициентов аэрозольного рассеяния в ночь с 20 на 21 февраля 2013 г. был обнаружен аэрозольный слой на высоте примерно 39.5 км, который наблюдался примерно 1.5 ч, толщина аэрозольного слоя составила 500 м. Анализ карт траекторий воздушных масс для дат с 15 по 28 февраля, выполненный в Красноярском университете для уровней от 30 до 42 км с шагом 0.25 км по высоте, показал, что регистрируемый аэрозольный слой был вызван прохождением болида в атмосфере в районе Челябинска.

The main characteristics and description of the Yakut lidar, as well as the data on the aerosol scattering coefficient R and the atmospheric layer temperature (25–60 km) from 2005 to 2016 are presented in this article. The behavior of the temperature of the stratosphere, during the sudden stratospheric warming (SSW), observed in January–February over the Yakutsk, is investigated. Data were analyzed using MLS Aura satellite for analysis. The features of the formation and decay of the SSW are considered. As a result of the analysis of aerosol scattering coefficients on the night of 20 to 21 February 2013, an aerosol layer at an altitude of about 39.5 km was investigated which was observed for approximately 1.5 hours, the thickness of the aerosol layer was 500 m. Analysis of air mass trajectory maps for dates from February 15 to 28, performed at the Krasnoyarsk University for levels from 30 to 42 km, in 0.25 km increments in height, showed that the detected aerosol layer was caused by the passage of a fireball in the atmosphere in the Chelyabinsk region.

РЕГИСТРАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВСПЫШЕК В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ В СРЕДНИХ ШИРОТАХ С ПОМОЩЬЮ ПЗС-ФОТОМЕТРА

И.Д. Ткачёв, Р.В. Васильев, А.В. Михалёв, С.В. Подлесный, А.Г. Сетов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
tid007@mail.iszf.irk.ru

REGISTRATION OF OPTICAL FLASHES IN THE EARTH'S ATMOSPHERE AT MIDDLE LATITUDES BY CCD PHOTOMETER

I.D. Tkachev, R.V. Vasilyev, A.V. Mikhalev, S.V. Podlesny, A.G. Setov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

В работе представлены результаты наблюдения ночного неба по данным ПЗС-фотометра за период с декабря 2016 г. по май 2017 г. Основной задачей исследования является определение возможностей камеры по фиксации быстрых оптических вспышек, искусственных спутников Земли (ИСЗ) и метеорных болидов. Описан автоматический алгоритм выделения кадра со вспышкой. Предложены автоматические алгоритмы выделения кадров, содержащих ИСЗ и метеорные болиды. На основе первичной базы данных вспышек проведен статистический анализ результатов. Получены распределения вспышек по амплитудам, по времени суток.

The paper presents the results of night sky observations based on the CCD photometer data for the period from December 2016 to February 2017. The main objective of the study is to determine the camera's capabilities for fixing fast optical flashes, artificial Earth satellites and meteor bolides. An automatic algorithm for selecting a frame with a flash is described. Automated algorithms for extracting frames containing satellites and meteor bolides are proposed. Based on the primary flash database, a statistical analysis of the results was carried out. Flashes distributions by amplitudes, by the time of day are obtained.

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ И УГАРНОГО ГАЗА В ГОДЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ЛЕСОПОЖАРНОЙ АКТИВНОСТИ В МЕРЗЛОТНОМ РЕГИОНЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

О.А. Томшин, В.С. Соловьёв

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
tomshinoa@gmail.com

SEASONAL VARIATIONS OF ATMOSPHERIC AEROSOLS AND CO DURING YEARS OF DIFFERENT LEVELS OF WILDFIRE ACTIVITY IN EASTERN SIBERIA

O.A. Tomshin, V.S. Solovyev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Представлены результаты исследования динамики лесных пожаров в бореальных лесах Якутии (Восточная Сибирь) за 2001–2016 гг. Проведено исследование вариаций аэрозольной оптической толщины атмосферы (АОТ, 550 нм), аэрозольного индекса (АИ) и общего содержания угарного газа в период май–сентябрь в годы с различным уровнем лесопожарной активности. Показано, что сезонный ход АОТ, АИ и СО в наиболее пожароопасные годы существенно отличается от сезонного хода в годы со средним и низким уровнем лесопожарной активности. Лесные пожары в Якутии оказывают значительное воздействие на сезонный ход аэрозольной компоненты атмосферы, формируя существенный рост АОТ/АИ в июле–августе. В отдельные месяцы с наиболее высоким уровнем пирогенной активности среднемесячные значения АОТ по исследуемому участку (Якутия) значительно превышали фоновые (~0.18), достигая значений 0.48. При этом значения АОТ в отдельных ячейках ($1 \times 1^\circ$) среднемесячной карты распределения достигали 1.73. В годы с высоким и средним уровнем лесопожарной активности наблюдались повышенные значения температуры воздуха в период май–июль относительно среднемноголетних. Значения относительной влажности в период май–сентябрь в годы с высоким и средним количеством ЛП более низкие, в то время как в наименее пожароопасные годы

значения влажности ближе к среднемноголетним. Сезонный ход осадков во все периоды примерно одинаков.

The results of studies of the dynamics of forest fires in the boreal forests of Yakutia (Eastern Siberia) for 2001–2016 are presented. Variations of aerosol optical thickness of the atmosphere (AOT, 550 nm), aerosol index (AI) and total carbon monoxide content during the period May–September in years with different levels of forest fire activity were studied. It is shown that the seasonal cycle of AOT, AI and CO in the most fire-dangerous years differs significantly from the seasonal cycle in the years with medium and low level of forest fire activity. Forest fires in Yakutia have a significant impact on the seasonal cycle of the aerosol component of the atmosphere, forming a significant growth of AOT/AI in July–August. In individual months with the highest level of pyrogenic activity, the average monthly AOT values for the study site (Yakutia) were significantly higher than the background ones (~ 0.18), reaching values of 0.48. At the same time, the AOT values in individual cells (1×1 degrees) of the average monthly distribution map reached 1.73. In the years with high and medium level of forest fire activity, air temperatures in the period May–July relative to the average annual were observed. The values of relative humidity in the period May–September in years with high and average number of wildfires are lower, while in the least fire-dangerous years the moisture values are closer to the average annual. The seasonal cycle of precipitation is approximately the same in all periods.

**О ДИНАМИКЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СКОРОСТИ
АТМОСФЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ
В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

¹А.Ю. Шиховцев, ¹П.Г. Ковадло, ²В.П. Лукин, ¹А.В. Киселёв

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
artempochta2009@rambler.ru

²Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, России

**THE DYNAMICS OF THE EFFECTIVE ATMOSPHERIC TURBULENCE VELOCITY
IN THE MOUNTAIN REGIONS OF EASTERN SIBERIA**

¹A.Yu. Shikhovtsey, ¹P.G. Kovadlo, ²V.P. Lukin, ¹A.V. Kiselev

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

В работе обсуждается динамика отдельных характеристик оптической атмосферной турбулентности в приложении к крупным астрономическим телескопам наземного базирования. Рассматривается изменение одного из важнейших турбулентных параметров, определяющих динамический диапазон работы адаптивных оптических систем, — эффективной скорости турбулентности V_e в слое атмосферы от 0 до 20 км. По данным реанализа показано, что в месте расположения Большого солнечного вакуумного телескопа значения V_e , оцениваемые по изменениям средней скорости струйного течения на высотах ~ 12 км, уменьшились ~ 0.8 м/с за период с 1948 по 2016 г. Приведены оценки эффективной высоты атмосферной турбулентности в зимний (3470 м) и летний (4170 м) периоды. Увеличение эффективной высоты турбулентности в летний период связано не только с понижением интенсивности приземной турбулентности, но и с ее понижением во всем рассматриваемом слое до 20 км.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-19-20013.

We discuss the dynamics of a few characteristics of optical atmospheric turbulence for large ground based astronomical telescopes. Variations of the effective turbulence rate V_e in the atmosphere layer from 0 to 20 km as an important turbulent parameter that determines the dynamic range of adaptive optical systems are considered. From the reanalysis data 0.8 m/s V_e de-

creasing at the Large Solar Vacuum Telescope site for the period from 1948 to 2016. V_e decreasing has been estimated from the jet stream mean velocity fluctuations at altitudes of ~ 12 km. Also, estimates of the effective atmospheric turbulence height in winter (3470 m) and summer (4170 m) are given. The effective turbulence height increasing in the summer is due not only to the intensity of surface turbulence decreasing, but also to its decreasing in the entire layer up to 20 km.

The work is supported by Russian Science Foundation grant No. 15-19-20013.

ЭЛЕКТРОННАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ВЫСОТАХ СЛОЯ F1 В МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НАД НОРИЛЬСКОМ

О.Е. Яковлева, Г.П. Кушнарченко, Г.М. Кузнецова

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
sioy@mail.ru

ELECTRON DENSITY AT IONOSPHERIC F1 LAYER HEIGHTS AT SOLAR ACTIVITY MINIMUM ABOVE NORILSK

O.E. Yakovleva, G.P. Kushnarenko, G.M. Kuznetsova

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Проведено обобщение массива данных экспериментальных измерений электронной концентрации на высотах 120–200 км с помощью полуэмпирической модели (ПЭМ), ранее разработанной авторами. Данные получены с помощью цифрового ионозонда, расположенного в Норильске (69.4° N; 88.1° E), в период минимума солнечной активности (2007–2009 гг.). Анализ результатов показал, что ПЭМ удовлетворительно описывает значения N в годовом ходе. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вполне приемлемо использовать уравнения ПЭМ для задач по обобщению экспериментального материала в различных гелио- и геофизических условиях.

We made generalization of the measurement set of electron concentration N at the heights 120–200 km using the semi-empirical model (SEM), earlier developed by the authors. The N data were obtained by digital ionosonde in Norilsk (69.4° N; 88.1° E) during solar activity minimum (2007–2009). Examination of the N approximation results showed quite a satisfactory level of describing N values in the years of solar activity minimum. The obtained results testify a good acceptability degree of used model equation for problems on generalization of the experimental data in different helio-geophysical conditions.