

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
Российской академии наук – обособленное структурное подразделение  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр  
Российской академии наук»  
(НИЦЭБ РАН – СПб ФИЦ РАН)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук  
(СПбНЦ РАН)

Научный Фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному  
зондированию имени Нансена»  
(Фонд «Нансен-центр»)

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «ЗЕМЛЯ И КОСМОС»  
К СТОЛЕТИЮ АКАДЕМИКА РАН  
К.Я. КОНДРАТЬЕВА**

**СБОРНИК СТАТЕЙ**

**Санкт-Петербург  
2020**

**Неробелов Г.М.<sup>1,2\*</sup>, Седеева М.С.<sup>1,3</sup>, Махура А.Г.<sup>4</sup>, Нутерман Р.Б.<sup>5</sup>,  
Смышляев С.П.<sup>6</sup>**

**Enviro-HIRLAM моделирование переноса атмосферных загрязнителей  
и воздействия аэрозолей на метеорологические параметры  
над северо-западной частью России и Северной Европой**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, Лаборатория дистанционных методов геоэкологического мониторинга и геоинформатики, Корпусная ул., д. 18, г. Санкт-Петербург, 197110, Россия

\*E-mail: akulishe95@mail.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Физический факультет, кафедра физики атмосферы Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Институт наук о Земле, кафедра картографии и геоинформатики Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9

<sup>4</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research (INAR) / Physics, Faculty of Science, University of Helsinki (UHEL)

Kumpula campus, Gustaf Hallstrominkatu 2a, FI-00560, Хельсинки, Финляндия

<sup>5</sup>Niels Bohr Institute (NBI), University of Copenhagen (UCPH), Juliane Maries Vej 30, DK-2100, Копенгаген, Дания

<sup>6</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет», кафедра метеорологических прогнозов Россия, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., д. 79

В исследовании оценивается влияние аэрозольных частиц на ряд метеорологических параметров (температура воздуха на 2 м, облачность, массовая доля водяного пара, осадки), а также пространственно-временное распределение SO<sub>2</sub> и влажностное выпадение сульфатов на поверхности водных объектов. Исследование проводится для января и августа 2010 года по результатам расчёта онлайн-интегрированной модели гидродинамического прогноза погоды и переноса атмосферной химии Enviro-HIRLAM (Environment - High Resolution Limited Area Model). В работе рассматриваются территории северо-западной части России, стран Северной Европы, Кольского полуострова и трех крупных городов – Санкт-Петербург, Москва (Россия) и Хельсинки (Финляндия). Было выполнено 4 запуска модели: контрольный (без аэрозольного влияния), с учетом прямого, косвенного и смешанного влияния аэрозолей.

Анализ результатов моделирования показал, что влияние аэрозолей проявляется сильнее в августе, чем в январе 2010 года. Прямое воздействие в основном приводит к уменьшению температуры воздуха и облачности, а косвенное и смешанное увеличивают эти параметры. Прямое воздействие уменьшает массовую долю водяного пара в январе и увеличивает в августе. Косвенное и смешанное увеличивали данный параметр в январе, но уменьшали в августе. Все три аэрозольных эффекта приводили к уменьшению количества осадков. Оценка для трех городов показала, что в августе влияние аэрозолей выражено сильнее, чем в январе. Изменения метеорологических параметров наиболее заметно в Санкт-Петербурге и в Москве в августе, а в январе – в Хельсинки.

Анализ результатов моделирования концентрации SO<sub>2</sub> показал, что количество случаев трансграничного переноса этого загрязнителя с территории Кольского полуострова на территорию стран Северной Европы выше в августе 2010 года, чем в январе (15 и 9 дней соответственно). По результатам моделирования в январе, по сравнению с августом, наблюдался более частый вынос SO<sub>2</sub> (20 и 5 дней соответственно) на территорию Баренцева, Норвежского и Белого морей, а также более высокие концентрации на территориях Кольского полуострова и стран Северной Европы. Количество случаев влажностного выпадения, как и количество самих выпавших сульфатов, оказалось выше в августе.

**Ключевые слова:** влияние аэрозолей, перенос SO<sub>2</sub>, влажностное выпадение, Enviro-HIRLAM, онлайн-интегрированное моделирование, Северо-Запад России, Фенноскандия.

**Georgy M. Nerobelov<sup>1,2\*</sup>, Margarita S. Sedeeva<sup>1,3</sup>, Alexander G. Mahura<sup>4</sup>,  
Roman B. Nuterman<sup>5</sup>, Smyshlyaev P. Sergei<sup>6</sup>**

**Enviro-HIRLAM modelling of atmospheric pollution transport  
and aerosol effects on meteorological parameters  
over territories of North-West Russia and Northern Europe**

<sup>1</sup>St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS),  
Scientific Research Centre for Ecological Safety of the Russian Academy of Sciences,  
Laboratory for Remote Sensing Methods of Geoecological Monitoring and Geoinformatics,  
18, Korpusnaya st., St. Petersburg, 197110, Russia

\*E-mail: akulishe95@mail.ru

<sup>2</sup>Saint-Petersburg State University,  
Faculty of Physics, Department of Atmospheric Physics  
Russia, 199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya Naberegnaya, 7-9

<sup>3</sup>Saint-Petersburg State University,  
Institute of Earth Sciences, Department of Cartography and Geoinformatics  
Russia, 199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya Naberegnaya, 7-9

<sup>4</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research (INAR) / Physics, Faculty of Science,  
University of Helsinki (UHEL)  
Helsinki, Finland

<sup>5</sup>Niels Bohr Institute (NBI), University of Copenhagen (UCPH)  
Juliane Maries Vej 30, DK-2100, Copenhagen, Denmark

<sup>6</sup>Russian State Hydrometeorological University (RSHU),  
Department of Meteorological Forecasting  
Russia, 192007, Saint-Petersburg, Voronezhskaya St., 79

In this study the aerosol influence on meteorological parameters (air temperature at 2 m, total cloud cover, specific humidity, precipitation) as well as spatio-temporal variations of SO<sub>2</sub> and sulphates wet deposition on surfaces of water bodies are evaluated. The research was carried out for January and August of 2010 using results of online-integrated numerical weather prediction and atmospheric chemistry transport model Enviro-HIRLAM. The territories of interest are North-West Russia, countries of Northern Europe, Kola Peninsula and three large cities – Saint-Petersburg, Moscow (Russia) and Helsinki (Finland). Four model runs were performed: reference run (without aerosol effects included), run with direct, indirect and combined aerosol effects.

Analysis of the modelled results demonstrates that aerosol effects were more significant during August 2010 than during January. In general, the direct effect led to decrease air temperature and total cloud cover, when the indirect and combined effects tend to increase these parameters. In addition, the direct effect decreased specific humidity in January and August. The indirect and combined effects increased this parameter in January and decreased in August. All three aerosol effects led to decrease in precipitation. It was found that the aerosol effects for the selected cities were more significant in August than in January. The considerable changes in meteorological parameters were found in Saint-Petersburg and Moscow during August and in Helsinki during January.

The analysis of modeled SO<sub>2</sub> concentration demonstrated the larger number of cases of transboundary pollution from the territory of the Kola Peninsula to the territory of the Northern Europe in August 2010 than in January (15 and 9 days respectively). According to the modelled results, SO<sub>2</sub> was transported to the territories of water bodies (Barents, Norwegian and White Seas) more frequently in January than in August (20 vs 5 days respectively). In addition, SO<sub>2</sub> concentrations over the Kola Peninsula and the territory of the Northern Europe countries were higher in January. The number of cases of wet deposition as well as amount of deposited sulphates were higher in August.

**Keywords:** aerosol feedbacks, transport of SO<sub>2</sub>, wet deposition, Enviro-HIRLAM, online-integrated modelling, North-West Russia, Fennoscandia.

### **Введение**

Уровень урбанизации, увеличивающийся в последние десятилетия [1], приводит к росту количества выбрасываемых в атмосферу аэрозольных и газовых частиц, которые образуются в результате процессов сжигания ископаемого топлива, а также работы промышленных предприятий [2, 3]. Газовые частицы, в зависимости от своей токсичности, могут приводить к неблагоприятным последствиям, изменяя качество воздуха, и таким образом усложняя дыхательный процесс живых существ. Аэрозольные частицы, например, сульфаты, способны изменять кислотность пресных водоемов, пагубно влияя на флору и фауну, или разрушая лесные экосистемы в результате выпадения [4, 5, 6]. Серосодержащие вещества, находящиеся в атмосфере в виде газа (диоксид серы SO<sub>2</sub>) и аэрозольных частиц (сульфаты), относят к одному из основных антропогенных загрязнителей. Более того, некоторые аэрозольные частицы (например, сажа, морская соль и др.) способны влиять на электромагнитную радиацию различных длин волн и на состояние облачности, таким образом, воздействуя на ряд метеорологических параметров (например, на температуру воздуха) [7]. Современные исследования показали, что из-за относительно длительного времени жизни SO<sub>2</sub> в атмосфере (от 15 до 65 ч), имеет место проблема трансграничного переноса загрязнителя с территории одной страны на территории стран-соседей [8]. Примером может служить перенос диоксида серы с горно-металлургических комплексов, расположенных на Кольском полуострове (Россия), на территории Норвегии, Финляндии и Швеции (нет прямой границы). Однако, нерегулярная сеть наблюдений за концентрацией SO<sub>2</sub> усложняет представление пространственно-временной вариации этого загрязнителя в атмосфере. Здесь на помощь может прийти моделирование переноса атмосферных примесей, которое интенсивно развивалось и развивается в последние годы [9, 10]. Некоторые современные модели гидродинамического прогноза погоды и атмосферного переноса атмосферной химии имеют возможность рассчитывать изменение характеристик аэрозольных частиц (например, их радиус и количество) под действием метеорологических полей с последующим учетом влияния измененных аэрозольных характеристик на метеорологические поля (так называемая «обратная связь»). Целью исследования является анализ и оценка влияния аэрозольных частиц на ряд метеорологических параметров на территории Северо-Запада России и Финляндии с фокусом на крупные города, а также оценка загрязнения окружающей среды территорий Мурманской области (Россия) и стран Северной Европы выбросами диоксида серы с промышленных предприятий Кольского полуострова на основе результатов моделирования.

### **Методология исследования**

Для исследования влияния аэрозолей на метеорологические параметры (температура воздуха на 2 м, облачность, массовая доля водяного пара и осадки) была выбрана территория Северо-Запада России, где расположено большое количество промышленных предприятий. Отдельно рассматривались территории двух крупнейших промышленных центров России – г. Москва и Санкт-Петербург, а также столица Финляндии – г. Хельсинки. При исследовании пространственно-временного изменения концентрации SO<sub>2</sub> и влажностного выпадения сульфатов на территории водных объектов была выбрана территория Кольского полуострова и три ближайших к ней страны – Финляндия, Норвегия и Швеция. За временной период исследования были выбраны два контрастирующих с точки зрения метеорологии месяца - январь и август 2010 года. В течение этих периодов наблюдалась благоприятная для исследования метеорологическая ситуация – слабая скорость ветра и умеренное количество осадков. В работе использовалась онлайн-интегрированная гидродинамическая модель прогноза погоды и переноса атмосферной химии Enviro-HIRLAM (Environment - High Resolution Limited Area Model). Именно одновременный расчет метеорологических и химических параметров, а также возможность обмена информацией между метеорологическим и химическим блоками модели, позволяет точнее учитывать

влияние изменения аэрозолей на метеорологические параметры. Для данного исследования использовалась следующая конфигурация модели: пространственное разрешение – 0.15°, вертикальное разрешение – 40 гибридных уровней (от 1013 до 10 гПа), временной шаг – 360 с, период ассимиляции начальных условий – каждые 6 ч, заблаговременность прогноза – 3 и 6 ч. Для исследования проводилось 4 запуска модели – контрольный (без влияния аэрозолей), запуск с прямым (ПВА – прямое влияние аэрозолей), косвенным (КВА – косвенное влияние аэрозолей) и смешанным (ПВА+КВА) влиянием аэрозолей. Для анализа результатов использовались различные инструменты пространственного представления и обработки информации, в том числе и ГИС (геоинформационная система) QuantumGIS, которая предоставляет широкий ряд возможностей для обработки различной информации.

### **Основные результаты и заключение**

Согласно анализу результатов моделирования, влияние аэрозолей оказалось более выраженным в августе 2010 года. На части исследуемых территорий ПВА приводил к уменьшению температуры воздуха (до 14°C в августе, до 6°C в январе) и изменению облачности (до 100%). КВА и ПВА+КВА в основном увеличивали данные параметры (до 6–10°C и до 100% в августе и январе соответственно). ПВА чаще всего уменьшал массовую долю водяного пара в январе (до 1 г/кг), но увеличивал в августе (до 10 г/кг). КВА и ПВА+КВА наоборот – увеличивали данный параметр в январе (до 2 г/кг), но уменьшали в августе (до 4–12 г/кг). Все три аэрозольных эффекта приводили к уменьшению количества осадков (от 2 до 20 мм в августе, от 0.6 до 2.5 мм в январе). Оценка результатов моделирования для трех городов показала, что влияние аэрозольных частиц в августе было выражено гораздо сильнее, чем в январе. Изменения метеорологических параметров было наиболее заметно в Санкт-Петербурге и в Москве в течение августа. В январе наибольшим изменением параметров выделился Хельсинки.

Анализ модельных полей пространственно-временной вариации SO<sub>2</sub> показал, что количество случаев трансграничного переноса этого загрязнителя с территории Кольского полуострова на территорию стран Северной Европы было выше почти в два раза в августе 2010 года, чем в январе (15 и 9 дней соответственно). За весь период исследования наблюдалось 13 случаев превышения максимально-разовой предельно допустимой концентрации (ПДК<sub>мр</sub>) SO<sub>2</sub>. В январе по результатам моделирования наблюдалось примерно 20 случаев (и 5 в августе) выноса SO<sub>2</sub> на территорию ближайших крупных водных акваторий (Баренцева, Норвежского и Белого морей). Более того, концентрации на территориях Кольского полуострова и стран Северной Европы были также выше в январе. Количество случаев влажностного выпадения, как и количество самих выпавших сульфатов, было выше в августе года, что связано с большим количеством случаев выпадения осадков в течение этого периода.

В завершении можно сказать, что результаты моделирования влияния аэрозолей на метеорологические параметры демонстрируют достаточно большую разницу между результатами модельных расчетов с учетом и без учета этого влияния. Особенно такая разница велика в летний период, тогда как в зимний, отличия были гораздо меньше. Что касается переноса SO<sub>2</sub> и выпадения сульфатов, то результаты моделирования демонстрируют возможность рассчитывать пространственно-временную изменчивость загрязнителей, что особенно необходимо при наличии сложностей с налаженной системы комплексного мониторинга качества воздуха. Тем не менее для прикладного использования результатов моделирования требуется дальнейшее сопоставление этих результатов с данными наблюдений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 18-05-01050.*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Тенденции: урбанизация // Geography Look [Электронный ресурс]: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/urbanizaciya.html> (дата обращения: 30.03.2019).
2. Nancy A. Marley и Jeffrey S. Gaffney, Introduction to Urban Aerosols and Their Impacts, Introduction to Urban Aerosols and Their Impacts, 2005, № 19, гл.1, с. 2–22.
3. Popescu F., Ionel I., Anthropogenic air pollution sources // Air Quality, ok Kumar (Ed.), ISBN: 978-953-307-131-2, InTech, London, United Kingdom, 2010.
4. Natural or anthropogenic? On the origin of atmospheric sulfate deposition in the Andes of south eastern Ecuador // Atmospheric Chemistry and Physics [Электронный ресурс]. - <https://www.atmos-chem-phys.net/14/11297/2014/acp-14-11297-2014.pdf> (дата обращения: 05.04.2020).

5. Health & Environmental Effects of Air Pollution // Commonwealth of Massachusetts [Электронный ресурс]. - <https://www.mass.gov/files/documents/2016/08/v1/health-and-env-effects-air-pollutions.pdf> (дата обращения: 14.03.2018).
6. Effects of Acid Rain - Surface Waters and Aquatic Animals // U.S. Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. - [https://landuse.alberta.ca/Forms%20and%20Applications/RFR\\_ACFN%20Reply%20to%20Crown%20Submission%205%20-118%20TabD9%20AcidRain\\_2014-08\\_PUBLIC.pdf](https://landuse.alberta.ca/Forms%20and%20Applications/RFR_ACFN%20Reply%20to%20Crown%20Submission%205%20-118%20TabD9%20AcidRain_2014-08_PUBLIC.pdf) (дата обращения: 14.03.2018).
7. Л. Ивлев, Ю. Довгалоук. Физика атмосферных аэрозольных систем. СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. 194 с.
8. Lee, C., R.V. Martin, A. van Donkelaar, H. Lee, R. R. Dickerson, J.C. Hains, N. Krotkov, A. Richter, K. Vinnikov, and J. J. Schwab (2011), SO<sub>2</sub> emissions and lifetimes: Estimates from inverse modeling using in situ and global, space-based (SCIAMACHY and OMI) observations, *J. Geophys. Res.*, 116, D06304, doi:10.1029/2010JD014758.
9. Baklanov, A., Smith Korsholm, U., Nuterman, R., Mahura, A., Nielsen, K.P., Sass, B.H., Rasmussen, A., Zakey, A., Kaas, E., Kurganskiy, A., Sørensen, B., and González-Aparicio, I.: Enviro-HIRLAM online integrated meteorology–chemistry modelling system: strategy, methodology, developments and applications (v7.2), *Geosci. Model Dev.*, 10, 2971-2999, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-2971-2017>, 2017.
10. Grell, G.A., Peckham, S.E., Schmitz, R., McKeen, S.A., Frost, G., Skamarock, W., & Eder, B. (2005). Fully-coupled online chemistry within the WRF model. *Atmospheric Environment*, 39, 6957–6975. doi:10.1016/j.atmosenv.2005.04.027

## Оглавление

<b>Секция 1 «Исследование Земли из космоса» .....</b>	<b>4</b>
Бузников А.А.	
Академик К.Я. Кондратьев – выдающийся ученый и организатор науки .....	4
Горный В.И., Крицук С.Г., Латыпов И.Ш., Тронин А.А.	
Прогноз температуры поверхности городской среды Санкт-Петербурга на основе спутникового картирования теплофизических свойств .....	14
Груздев В.Н., Шилин Б.В.	
Индикационная роль спектральных характеристик .....	22
Зеленцов В.А., Пиманов И.Ю., Пономаренко М.Р., Потрясаев С.А., Семенов А.Е.	
Информационные технологии и система для выполнения междисциплинарных проектов и создания тематических сервисов с использованием данных дистанционного зондирования Земли .....	25
Зеневич С.Г., Газизов И.Ш., Чурбанов Д.В., Спиридонов М.В., Родин А.В.	
Проект компактного гетеродинного спектрометра для дистанционного зондирования парниковых газов атмосферы Земли. ....	32
Ковалёнок В.В., Иванченков А.С., Савиных В.П., Баранова Л.А., Авакян С.В.	
Земля и Космос: возможности пилотируемой космонавтики при решении проблем климатологии и безопасности внемагнитосферных миссий .....	37
Мателенок И.В., Мелентьев В.В.	
Моделирование трехмерной структуры растительного покрова тундр для обеспечения спутникового мониторинга опасных явлений и процессов .....	42
Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л.	
Внезапные стратосферные потепления в северном и южном полушариях по микроволновым измерениям со спутников Метеор-М № 2 и № 2-2 .....	47
Поздняков Д.В., Чепикова С.С.	
Феномен массовых цветений <i>E. huxleyi</i> в Мировом океане: многолетние спутниковые исследования в субарктических и арктических морях .....	53
Прошин А.А., Бурцев М.А., Балашов И.В., Лупян Е.А., Радченко М.В., Сычугов И.Г.	
ЦКП «ИКИ-Мониторинг», текущие возможности и направления развития .....	58
Сушкевич Т.А.	
«Будущее Земли»: радиационный фактор и сопряженные задачи климата, экологии, эволюции Земли и космоса (посвящается 100-летию К.Я. Кондратьева) .....	64
Тимофеев Ю.М.	
Дистанционные методы исследования атмосферы (кафедра физики атмосферы ЛГУ + СПбГУ) .....	68
Тронин А.А., Горный В.И., Киселев А.В., Крицук С.Г., Латыпов И.Ш.	
Спутниковое картирование тепловой реакции экосистем Северной Европы на изменение климата .....	72
Шилин Б.В., Груздев В.Н.	
Материалы видеоспектральной съёмки .....	79
Янковский В.А., Мануйлова Р.О.	
Модель кинетики возбужденных продуктов фотолиза озона и молекулярного кислорода солнечным излучением в диапазоне длин волн 100 – 900 нм в мезосфере и нижней термосфере .....	86

**Секция 2 «Изменчивость климата и дистанционное зондирование» ..... 95**

Гаврилов Н.М.

Мезомасштабная изменчивость средней атмосферы по данным ГНСС спутников ..... 95

Груздев В.Н., Шилин Б.В.

Место видеоспектральной съёмки среди методов дистанционного зондирования ..... 102

Газизов И.Ш., Зеневич С.Г., Бендеров О.В., Спиридонов М.В., Родин А.В.

Разработка когерентного многоэлементного изображающего лидара ближнего ИК диапазона ..... 108

Ивахов В.М., Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Кароль И.Л., Киселев А.А., Зинченко А.В.,  
Лаурилла Т., Аурела М., Полищук В.Ю.

Наблюдения потоков метана на станциях Тикси (северная Якутия) и Новый Порт (п-ов Ямал).... 113

Lin Changqing, Labzovskii Lev D., Leung Mak Hugo Wai, Fung Jimmy C.H., Lau Alexis K.H, Kenea  
Samuel Takele, Bilal Muhhamad, Vande Hey, Joshua D., Lu Xingcheng, Ma Jun

Observation of PM<sub>2.5</sub> using a combination of satellite remote sensing and low-cost sensor network in  
Krasnoyarsk with limited reference monitoring ..... 118

Лобанов В.А., Маммедов С.А., Наурозбаева Ж.К., Григорьева А.А.

Особенности изменений климата на разных пространственно-временных масштабах ..... 127

Логинов В.Ф.

Роль космических факторов в изменении климата ..... 132

Малинин В.Н.<sup>1</sup>, Вайновский П.А.<sup>2</sup>

Изменчивость влагообмена между океаном и атмосферой и глобальное потепление ..... 137

Огибалов В.П.

Радиационное выхолаживание нижней термосферы в ИК полосах CO<sub>2</sub> при учёте электронно-  
колебательного переноса энергии от O(<sup>1</sup>D) ..... 144

Огурцов М.Г.

Солнечная активность и климат Земли – современные данные ..... 150

Покровский О.М., Покровский И.О.

Трансляция медленных флуктуаций солнечной активности в колебания компонентов глобальной  
климатической системы. .... 155

Солдатенко С.А., Ле Маршалл Д.

О влиянии спутниковой информации на точность прогнозов погоды и климата ..... 160

Шерстюков Б.Г.

Внешние факторы долгопериодных колебаний температуры поверхности Мирового океана .....165

**Секция 3 «Геополитика, экодинамика и экологическая безопасность».....170**

Алексеев Г.В., Вязилова А.Е., Глок Н.И., Кулаков М.Ю., Харланенкова Н.Е.

Роль низких широт в потеплении Арктики. .... 170

Бажина Е.В., Парфенова Е.И., Чебакова Н.М.

Усыхание темнохвойных древостоев в горах Южной Сибири: локализация и возможные причины  
..... 176

Белан Б.Д., Ивлев Г.А., Рассказчикова Т.М., Симоненков Д.В., Толмачев Г.Н., Козлов А.С.,  
Куйбида Л.В., Воронецкая Н.Г., Певнева Г.С.

Многолетний ход химического состава атмосферного аэрозоля в тропосфере юга Западной Сибири  
..... 182



Белова Ю.В., Филина А.А., Никитина А.В.	
Изучение влияния природных факторов на продукционно-деструкционные процессы водных биоценозов .....	191
Бобылёв Л.П., Латонин М.М., Башмачников И.Л., Гнатюк Н.В., Радченко Ю.В.	
Арктическое усиление по данным наблюдений и климатических моделей .....	197
Варотсос К.А., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А.	
Новые информационно-моделирующие инструментальные технологии для оперативной диагностики Арктических вод .....	202
Давыдов Д.К., Дьячкова А.В., Симоненков Д.В., Фофонов А.В., Максюттов Ш.Ш., Белан Б.Д.	
Применение автоматизированного камерного метода для долговременных измерений газовых потоков в болотных экосистемах Западной Сибири .....	207
Донченко В.К.	
Экологическая безопасность – ключевая проблема глобальной экодинамики .....	214
Коваль А.В., Гаврилов Н.М., Погорельцев А.И., Шевчук Н.О.	
Моделирование чувствительности общей циркуляции атмосферы к изменению солнечной активности в термосфере .....	218
Кондрик Д.В., Чепикова С.С.	
Спутниковые исследования, моделирование и прогноз цветений кокколитофор в Мировом океане .....	224
Леонтьев А.Л., Никитина А.В., Чистяков А.Е.	
Учет нелинейных эффектов в модели динамики популяции промысловой рыбы .....	228
Лысенко С.А.	
Оценки роли местного испарения и в формировании осадков на территории Беларуси .....	234
Лысенко С.А., Логинов В.Ф.	
Оценки воздействия экваториальной зоны Тихого океана на температуру воздуха над сушей Северного полушария .....	240
Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю., Березина О.А., Деменев А.Д.	
Современные методы изучения экологической ситуации в горнодобывающих районах (на примере Кизеловского угольного бассейна) .....	245
A. Mahura, R. Nuterman, A. Baklanov, R. Makkonen, M. Boy, T. Petäjä, H.K. Lappalainen, S. Zilitinkevich, M. Kulmala	
Multi-Scale And -Processes Online Integrated Modelling For Environmental Applications.....	250
Морозова С.В., Алимбиева М.А.	
Оценка вклада углекислого газа в наблюдаемые климатические изменения статистическими методами .....	254
Намгаладзе А.А.	
Землетрясения и верхняя атмосфера; теория и наблюдения .....	259
Неробелов Г.М., Седеева М.С., Махура А.Г., Нутерман Р.Б., Смышляев С.П.	
Enviro-HIRLAM моделирование переноса атмосферных загрязнителей и воздействия аэрозолей на метеорологические параметры над северо-западной частью России и Северной Европой .....	264
Панькин Д.В., Колесников И.Е., Васильева А.А., Пилип А.Г., Зигель В.В., Маньшина А.А., Агаева Т.	
Применение метода спектроскопии комбинационного рассеяния в экологическом анализе .....	269

Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. Долгопериодные колебания климата на территории Приволжского федерального округа .....	276
Попов А.А., Гаврилов Н.М., Аммосов П.П., Гаврильева Г.А., Колтовской И.И. Внутренние гравитационные волны в области мезопаузы по измерениям ночной эмиссии гидроксила вблизи Якутска .....	281
Синькевич А.А., Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Аджиев А.Х., Михайловский Ю.П., Попов В.Б. Исследование грозо-градового облака с использованием данных зондирования со спутника Метеосат .....	287
Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Ляпунова И.А., Проценко С.В. Анализ возможности применения предложенной гидрофизической модели для расчёта объёмов и площадей зон загрязнения взвесью и другими примесями .....	291
Yuri. N. Skiba, David Parra-Guevara Methods of estimation and control of contaminants .....	295
Солдатенко С.А., Юсупов Р.М. Об управлении климатом .....	301
Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Никитина А.В., Литвинов В.Н. Математическое моделирование гидродинамики и процессов переноса солей и тепла в мелководных водоёмах .....	307
Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Кузнецова И.Ю., Проценко Е.А. Моделирование процесса транспорта донных материалов в русловых потоках .....	312
Филатов Н.Н. Вклад академика К. Я. Кондратьева в лимнологию .....	316
Шаров А.Н. Фитопланктон северных озёр в условиях климатической изменчивости .....	320
Шалина Е.В., Бобылев Л.П. Изменение ледяного покрова Арктики за последние десятилетия .....	324

## **Сборник статей**

Коллектив авторов

Всероссийская научная конференция с международным участием «Земля и космос»  
к столетию академика РАН К.Я. Кондратьева. 20-21 октября 2020 года, Санкт-Петербург.  
Под общей редакцией Биненко В.И.

Оригинал-макет подготовлен издательским отделом ООО "Мономакс",  
197183, Санкт-Петербург, Сестрорецкая ул., 2А, пом. 11Н,  
тел. (812) 335-20-55  
Дизайн, вёрстка: Руденко Н.В.

Подписано в печать 19.10.2020. Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 50 экз.  
Заказ 10603.

Отпечатано в типографии ООО «РПК «АМИГО-ПРИНТ»,  
198095, Россия, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, 21,  
(812) 313-95-76