

**Развитие технологии вероятностного прогнозирования регионального климата на территории России и построение на ее основе сценарных прогнозов изменения климатических воздействий на секторы экономики. Часть 1: Постановка задачи и численные эксперименты.** Катцов В. М., Школьник И. М., Ефимов С. В., Константинов А. В., Павлова В. Н., Павлова Т. В., Хлебникова Е. И., Пикалева А. А., Байдин А. В., Борисенко В. А. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 7–29.

В рамках первого этапа комплексного исследования современных и прогнозируемых изменений климата на территории России и воздействия этих изменений на условия хозяйственной деятельности и перспективы развития важнейших отраслей экономики ставится задача детализации количественных оценок будущих изменений климата в географическом и вероятностном пространствах. Решение этой задачи достигается путем проведения массовых ансамблевых расчетов с использованием высокоразрешающей системы моделей климата и климатических воздействий. Центральным компонентом этой системы является региональная климатическая модель ГГО, обеспечивающая покрытие всей территории России с горизонтальным разрешением 25 км, использующая в качестве граничных условий результаты ансамблевых расчетов с глобальной моделью общей циркуляции атмосферы ГГО при различных распределениях температуры поверхности океана и морского льда. В результате расчетов получены детализированные количественные оценки будущих изменений климата, наиболее важной частью которых, с точки зрения поставленной задачи, являются оценки изменения индексов, характеризующих экстремальность климатической системы.

*Ключевые слова:* изменение климата, региональная климатическая модель, ансамбль, экстремальность климатической системы.

Ил. 7. Библ. 11.

**Сравнение эффективности полулагранжева и эйлерова подходов к описанию переноса влаги в атмосферной модели для ограниченной территории.** Школьник И. М., Ефимов С. В., Зубов В. А. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 30–44.

В рамках региональной модели ГГО для территории России (разрешение 25 км) численно реализованы и протестированы два наиболее распространенных метода адвективного переноса — это конечно-разностный эйлеров и полулагранжев методы. В качестве боковых граничных условий для региональной модели использован реанализ ERA-Interim за период 1990—1999 гг. Показано, что использование полулагранжева метода приводит к некоторому уменьшению расхождений между модельным влагосодержанием стратосферы и реанализом по сравнению с расчетом, включающим эйлеров перенос. Ошибка расчета осадков оказывается меньшей во все сезоны в эксперименте с полулагранжевой адвекцией на большей части территории региона, что указывает на целесообразность использования полулагранжева метода переноса влаги для повышения качества расчета компонент водного баланса.

*Ключевые слова:* региональная модель, адвекция влаги, осадки.

Табл. 1. Ил. 3. Библ. 18.

**Эволюция температуры в Арктике: достоверность модельного воспроизведения и вероятностный прогноз на близкую перспективу.**

Спорышев П. В., Катцов В. М., Говоркова В. А. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 45–84.

Рассматриваются ансамблевые расчеты с современными глобальными климатическими моделями (CMIP5), различающиеся между собой заданием внешних воздействий на климатическую систему Земли. Для каждого модельного ансамбля оценивается статистическое соответствие модельных и наблюдаемых изменений температуры приземного воздуха в континентальных субрегионах Арктики в 20-м – начале 21-го века с учетом собственной изменчивости, присущей климатической системе. Анализируются возможности моделей в воспроизведении временной эволюции температурных изменений в Арктике, а также пространственное соответствие модельных и наблюдаемых изменений. На этой основе строится вероятностный прогноз изменения температуры приземного воздуха на территории континентальной Арктики на близкую перспективу (2021–2040 гг.).

*Ключевые слова:* изменения климата в Арктике, моделирование климата, ансамбль глобальных климатических моделей CMIP5, вероятностный климатический прогноз.

Табл. 8. Ил. 11. Библ. 17.

**Модельная оценка чувствительности к изменениям климата экологической нагрузки на территории России.** Генихович Е. Л., Грачева И. Г., Румянцев Д. Ю., Яковлева Е. А., Катцов В. М., Школьник И. М., Ефимов С. В. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 85–98.

Разработана методология оценки выпадения на территории России загрязняющих веществ (ЗВ), поступающих в атмосферу от антропогенных источников выброса, и приведены результаты расчетов полей выпадения ЗВ для разных состояний климатической системы. Возможные изменения климата на территории Северной Евразии в первой половине XXI века оценивались с использованием региональной климатической модели ГГО (РКМ-ГГО) с горизонтальным разрешением 25 км. В качестве характеристики экологической нагрузки на окружающую среду использовалось полное (сухое плюс влажное) выпадение ЗВ на подстилающую поверхность, рассчитывавшееся по модели типа «источник – рецептор» МИР-ГГО, причем исходная информация для расчетов задавалась по результатам моделирования изменения климата. Расчеты выпадения кислотных соединений серы и азота на периоды 1990–1999 гг. и 2050–2059 гг., выполненные при задании на территории России антропогенных выбросов этих ЗВ по состоянию на период 1990–1999 гг., позволили оценить пространственное распределение этих выпадений, а также их чувствительность к возможным изменениям климата. Расчеты показали, в частности, что в связи с возможными изменениями климатической системы в первой половине XXI века увеличение суммарных выпадений рассмотренных ЗВ может достигать 10 %.

*Ключевые слова:* изменение климата, загрязняющее вещество, экологическая нагрузка, подстилающая поверхность, выпадение, чувствительность

Ил. 4. Библ. 18.

УДК 551.510.42

**К разработке методологии нормирования воздействия антропогенных выбросов на окружающую среду.** Румянцев Д. Ю., Грачева И. Г., Яковлева Е. А., Генихович Е. Л. Труды ГГО. Вып. 583. С. 99–111.

Разработана общая методология нормирования антропогенных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (ЗВ) из условия ограничения вызванной этими выбросами нагрузки на окружающую среду, которая количественно характеризуется потоками (выпадением) ЗВ на подстилающую поверхность. Показано, что для установления предельно допустимых выбросов (ПДВ) при этом может быть использован тот же самый формальный аппарат, который в настоящее время применяется при установлении ПДВ из условия ограничения концентраций ЗВ в атмосферном воздухе. Приведены примеры целевых функций, которые могут применяться для определения нормативов ПДВ из решения оптимизационных задач.

*Ключевые слова:* нормирование выбросов, загрязняющее вещество, предельно допустимый выброс (ПДВ), выпадение, подстилающая поверхность, критическая нагрузка, транспортная задача, целевая функция.

Библ. 14.

УДК 551.588

**Наблюдаемые изменения климата и динамика агроклиматических ресурсов в XX–XXI столетиях на территории Приволжского федерального округа.** Павлова В. Н., Караченкова А. А. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 112–128.

Анализируются тренды фактической урожайности основных зерновых культур в Приволжском федеральном округе за период 1986–2015 гг. Показано, что оценки линейных трендов положительны на большей части территории. Максимальная дисперсия, обусловленная линейным трендом, достигает величины 40%. В качестве индикаторов изменений климата привлекается система показателей, характеризующих теплообеспеченность и увлажненность территории. Показано, что скорость роста тепловых ресурсов в течение последних 20 лет замедлилась, но сохраняет положительный знак. Приведены картосхемы границ районов с неблагоприятными агрометеорологическими явлениями «засуха» и «переувлажнение» на территории Приволжского федерального округа.

*Ключевые слова:* изменение климата, агроклиматические ресурсы, тепло- и влагообеспеченность, урожайность зерновых культур, биоклиматический потенциал, опасные явления (ОЯ).

Табл. 3. Ил. 5. Библ. 14.

**Прогностические эксперименты на основе совместной модели океан-атмосфера ГГО.** Мирвис В. М., Мелешко В. П., Львова Т. Ю., Матюгин В. А., Байдин А. В. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 129–148.

Рассмотрены первые результаты использования совместной модели атмосферы и океана, созданной в ГГО, для целей метеорологического прогноза на сезон. Модель общей циркуляции атмосферы ГГО (версия T42L25) объединена с моделью циркуляции океана ИВМ РАН (INMCM4). По данным исторических архивов реанализа атмосферы и океана выполнены 22-х летние серии (1981-2003 гг.) прогностических расчетов на срок до 4-х месяцев для всех сезонов. Представлены результаты сравнения успешности прогнозов по совместной модели (СМ) и прогнозов на основе модели атмосферы с использованием различных вариантов задания граничных условий по температуре поверхности океана. Показано, что использование созданной совместной модели океан-атмосфера в большинстве случаев позволяет повысить успешность прогнозов на сезон, в том числе на территории России.

*Ключевые слова:* совместная модель океан-атмосфера, сезонные метеорологические прогнозы, оценки успешности исторических прогнозов.

Табл. 2. Ил. 5. Библ. 11.

**Весовые кубические и бикубические сплайны при анализе гидрометеорологических наблюдений.** Петрова А. В., Вагер Б. Г. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 149–161.

В статье рассмотрен один из алгоритмов построения весового кубического и бикубического сплайна, сохраняющего выпуклость интерполирующей функции на каждом участке сетки данных. Приведено описание программного комплекса, предназначенного для решения задач интерполяции весовым кубическим и бикубическим сплайном с весовыми параметрами, выбор и настройка которых предоставлены пользователю. В качестве примеров применения весовых сплайнов рассматриваются задачи интерполяции гидрометеорологических данных.

Анализ результатов применения весовых сплайнов как интерполяционного аппарата в задачах метеорологии и гидрологии показывает, что почти во всех рассмотренных случаях удается добиться ощутимых результатов по сравнению с другими способами интерполирования.

*Ключевые слова:* интерполяция, весовой кубический сплайн, весовой бикубический сплайн, весовые параметры, выпуклость, C#.

Рис. 4. Табл. 2. Библ. 6.



УДК 551. 594.21

**Влияние аэрозольных частиц на электрическое состояние приземного слоя.** Морозов В. Н. Труды ГГО. 2016. Вып.583. С. 162–181.

На основе одномерной, стационарной модели турбулентного электродного приземного слоя рассмотрена задача о влиянии аэрозольных частиц субмикронного диапазона на распределение концентрации легких ионов и напряженности электрического поля в зависимости от высоты над земной поверхностью. Получены аналитические решения для устойчивой и нейтральной стратификаций приземного слоя, на основе которых проведены численные расчеты, представленные в таблицах. Эти теоретические результаты могут быть использованы для интерпретации данных наблюдений, получаемых на атмосферно-электрических станциях Росгидромета.

*Ключевые слова:* аэрозольные частицы, приземный слой, легкие ионы, напряженность электрического поля.

Табл. 5. Библ. 24.

УДК 551.67

**К оценке газообмена океан-атмосфера через морской лед.** Бортковский Р. С. Труды ГГО. 2016. Вып.583. С. 182–196.

От льда, образовавшегося при замерзании пресной воды, морской лед существенно отличается наличием множества пор, заполненных либо жидкостью (рассолом), либо воздухом. Газопроницаемость пор существенно превышает газопроницаемость сплошного льда, лишенного пор. Получены выражения, определяющие коэффициенты диффузии кислорода и CO<sub>2</sub> через морской лед при его известной температуре и солёности. Выполнены расчеты газопереноса для центральной части Чукотского моря. Численные эксперименты показали, что потоки газов через лед при небольшой его толщине не являются пренебрежимо малыми. Они заметно убывают, только когда толщина однолетнего льда превышает 100 см.

*Ключевые слова:* газопроницаемость морского льда, порозность, рассол.

Табл. 1. Илл. 2. Библ. 28.

УДК 551.510.04

**Методика определения характерной концентрации примесей в атмосферных осадках (на примере данных станций Санкт-Петербург и Воейково).** Семенец Е. С. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 197–208.

Впервые введено понятие «характерной» концентрации примесей в атмосферных осадках. Характерная концентрация определяет относительный уровень загрязнения атмосферных осадков, подверженных влиянию локальных источников загрязнения и антропогенных возмущений и представляет собой уровень, относительно которого можно судить о степени загрязнения атмосферных осадков на станции. Предложена методика расчета характерной концентрации примесей в атмосферных осадках.

*Ключевые слова:* атмосферные осадки, химический состав атмосферных осадков, характерная концентрация.

Табл. 4. Библ. 10.

**Исследование атмосферного аэрозоля с помощью аэталометра АЕ-33.** Успенский А. А., Махоткин А. Н., Вольберг Н. Ш., Степаков А. В. Труды ГГО. 2016. С. 209–226.

В данной статье рассматриваются инструментальные методы определения общего атмосферного аэрозоля и черного углерода. Очевидно, что в последнее время, исследователи показали влияние воздействия аэрозольного загрязнения на здоровье человека и биосферы в целом. Кроме того, климатические изменения происходят из-за присутствия в атмосфере таких соединений, как углекислый газ, метан и черный углерод. Основной целью этой работы было показать корреляцию между общим атмосферным аэрозолем и черным углеродом, сравнение содержания органических соединений в углеродсодержащем аэрозоле в течение года. Кроме того, сделан вывод о зависимости концентрации аэрозольных частиц черного углерода от интенсивности транспортного потока. В данной работе использовался автоматический анализатор Aethalometer Ae-33, основанный на методе оптического затухания света на различных длинах волн и аэрозольного монитора Dusttrack 8533.

*Ключевые слова:* черный углерод, аэталометр, светопоглощение, органический углерод, взвешенные вещества.

Рис. 10. Библ. 35.

УДК 551. 508. 2; 551.508.25.

**Метод и средство для прямых измерений дивергенции эффективного излучения в приземном слое атмосферы.** Елисеев А. А., Майборода Л. А. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 227–250.

Разработан метод и оригинальное устройство оптико-акустического типа, впервые позволившие осуществлять прямые измерения дивергенции потока длинноволнового излучения в ‘точке’. Измерения выполнялись в летнее время в приземном слое атмосферы на уровнях 0.1; 0,5; 2; 6 метров с разрешением ~5 сантиметров. Приведены описание конструкции приемника, лабораторных исследований, численных экспериментов, в т. ч. полинейного расчета поглощения радиации. Описаны также методика калибровки, ее особенности, оценка погрешностей, перспективы развития метода прямого измерения дивергенции потоков тепла.

*Ключевые слова:* приземный слой, тепловой баланс, радиационный приток тепла, оптико-акустические измерения.

Ил. 4. Библ. 33.

УДК 551.558

**Сравнение данных наземного и спутникового мониторинга аэрозольной оптической толщины атмосферы на территории России.** Панкратова Н. А., Плахина И. Н., Махоткин А. Н. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 251–263.

На основе инвентаризации и синхронизации данных сети AERONET, данных наземных актинометрических наблюдений на территории России и данных спутника Terra сформирована первая очередь объединенного архива суточных значений аэрозольной оптической толщины атмосферы (АОТ). Оценены расхождения значений АОТ, полученных различными наблюдательными системами.

*Ключевые слова:* АОТ, аэрозоль, актинометрические наблюдения, спутниковый мониторинг.

Табл. 2. Ил. 5. Библ. 26.

УДК 551.5

**Кеппен Владимир Петрович. К 170-летию со дня рождения (1846—1940).** Хайруллин К. Ш. Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 264–270.

Статья посвящена биографии и научному наследию известного метеоролога, климатолога В. П. Кеппена, который является одним из основателей климатологии, как науки. Кеппен – автор 525 публикаций по вопросам климатологии, синоптики и геофизики. Классификация климатов земного шара Кеппена актуальна до сих пор.

*Ключевые слова:* климатология, классификация климатов, морская метеорология, климаты геологического прошлого.

Ил.3. Библ. 10.