

Н.А. Калинин

**МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ
В УМЕРЕННЫХ ШИРОТАХ**

УДК 551.511.3:551.501:551.576:551.515.4:551.509
ББК 26.23
К 172

Калинин Н.А.

К 172 Мониторинг, моделирование и прогноз состояния атмосферы в умеренных широтах: монография / Н.А. Калинин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 308 с.

ISBN 978-5-7944-2558-1

Излагаются результаты исследований энергетики барических образований умеренных широт, а также представлена методика климатического обоснования использования энергии ветра. Рассматриваются вопросы объективного анализа облачности и опасных явлений погоды по данным дистанционного зондирования атмосферы и станционных наблюдений. Обсуждаются различные аспекты моделирования и прогноза атмосферных процессов и явлений с широким привлечением для решения данных задач гидродинамической модели WRF.

Монография рассчитана на научных работников, аспирантов и студентов гидрометеорологических специальностей.

Ил. 71. Табл. 64.

УДК 551.511.3:551.501:551.576:551.515.4:551.509
ББК 26.23

*Печатается по решению кафедры метеорологии и охраны атмосферы
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Рецензенты: кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казан. (Приволж.) федерального ун-та (зав. каф. – д-р геогр. наук, проф. **Ю.П. Переведенцев**); зав. каф. метеорологии и климатологии Национального исследовательского Томского государственного ун-та, д-р геогр. наук, проф. **В.П. Горбатенко**

Статьи, представленные в монографии, выполнены при поддержке РФФИ (проекты 98-05-65462, 01-05-64454, 01-05-96454, 04-05-96043, 04-05-97503, 14-05-00317, 14-05-31220 мол-а, 14-05-96000-р-урал-а), программ «Университеты России» (проект УР.08.01.016), «Развитие научного потенциала высшей школы» (2.1.1.7298, 2.1.1/4984), «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (проект 2011–1.2.1–220–010/86), а также в рамках государственного задания на научные исследования (проекты 5.3425.2011, 271)

ISBN 978-5-7944-2558-1

© Калинин Н.А., 2015
© Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	6
1.1. Исследование энергетики циклонов умеренных широт.....	6
1.2. Исследование генерации кинетической энергии циклонов умеренных широт.....	18
1.3. Исследование вихревой кинетической энергии циклонов умеренных широт.....	27
1.4. Трансформация и приток кинетической энергии в циклонах вследствие вихревой турбулентности.....	39
1.5. Пространственная структура трансформации и притока кинетической энергии под действием процессов вихреобразования в циклонах.....	48
1.6. Зависимость составляющих баланса кинетической энергии от масштаба пространственного осреднения.....	54
1.7. Трансформация кинетической энергии в атмосфере.....	59
1.8. Исследование доступной потенциальной энергии циклонов умеренных широт.....	67
1.9. Генерация доступной потенциальной энергии вследствие крупномасштабной конденсации в циклонах умеренных широт.....	80
1.10. Генерация доступной потенциальной энергии вследствие притока длинноволновой радиации в атмосфере.....	91
1.11. Энергетика циклонов умеренных широт.....	106
1.12. Методика климатического обоснования использования энергии ветра.....	115
2. ОБЪЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОБЛАЧНОСТИ И ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ ПО ДАННЫМ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ, РАДИОЗОНДОВЫХ И СТАНЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	124
2.1. Возможности метеорологических радиолокаторов в обнаружении облачности и опасных явлений погоды.....	124
2.2. Совместное использование данных радиолокационных и станционных наблюдений для анализа облачных полей.....	134
2.3. Численный анализ данных радиолокационных и станционных измерений облачности.....	142
2.4. Исследование радиолокационных характеристик для распознавания опасных явлений погоды, связанных с кучево-дождевой облачностью.....	151
2.5. Определение водности и водозапаса кучево-дождевой облачности по информации метеорологического радиолокатора.....	163
2.6. Влияние орографии на поля облаков и осадков в Пермском крае.....	177
2.7. Условия возникновения облаков St–Sc над северо-западом Европейской территории России.....	187
2.8. Особенности формирования высокой температуры воздуха в	

сентябре—октябре 2003 г. на Среднем и Южном Урале	191
2.9. Редкое явление замерзающего дождя в Пермском крае	200
2.10. Моделирование процесса изменения температуры капель при выпадении замерзающих осадков.	210
3. ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ И ИХ РЕШЕНИЕ НА РЕ-	
ГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ.	219
3.1. Прогностическая модель асинхронных связей между полем при- земной температуры воздуха на Среднем и Южном Урале и характери- стиками общей циркуляции атмосферы.	219
3.2. Оценка качества воспроизведения моделью MM5 температуры воздуха в июле на Урале.	227
3.3. Мезомасштабный анализ и сверхкраткосрочный прогноз пого- ды.	234
3.4. Прогноз эволюции циклонов у поверхности земли на основе анализа запасов доступной потенциальной энергии.	241
3.5. Связь аномалий среднесуточной температуры воздуха в г.Перми с формами атмосферной циркуляции Каца	245
3.6. Влияние времени на восприятие прогнозов погоды общего на- значения.	253
3.7. Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF.	262
3.8. Моделирование процессов снегонакопления и снеготаяния на водосборе Воткинского водохранилища с использованием модели WRF-ARW	272
3.9. Численный прогноз опасных и неблагоприятных снегопадов в Пермском крае 15—16 марта 2013 года	285
3.10. Оценка качества прогноза очень сильного снегопада на Урале с помощью модели WRF	294
3.11. Способ определения эффективности методов прогноза погоды на основании сравнения показателей их успешности	302

ПРЕДИСЛОВИЕ

В данной монографии обобщены исследования, проведенные в рамках трех крупных научных направлений:

- 1) Энергетика атмосферных процессов;
- 2) Объективный анализ облачности и опасных явлений погоды по данным радиолокационных, радиозондовых и станционных наблюдений;
- 3) Прогноз погоды.

В структурном плане монография представляет собой подборку статей, опубликованных ранее (как самостоятельно, так и в соавторстве) в различных российских и зарубежных журналах, поэтому ее можно трактовать как избранные труды.

Результаты исследований, представленные в монографии, прошли широкую апробацию в виде опубликованных статей и были представлены на научных конференциях и семинарах. Подбор материала монографии обобщает основные исследования, проведенные автором со своими коллегами и учениками за последние три десятилетия.

Автор благодарит всех своих соавторов, в особенности Поморцеву (Смирнову) А.А., Ветрова А.Л., Связова Е.М., Пищальникову (Попову) Е.В., Смородина Б.Л., без участия которых выход в свет данной книги был бы просто невозможен. Отдельную благодарность автор выражает д-ру геогр. наук С.В. Пьянкову за помощь по изданию книги. Наконец, я посвящаю эту книгу моей жене, дочери, внуку и родителям, чья поддержка — как моральная, так и практическая — помогла воплотить мечту в реальность.