

ПРЕДИСЛОВИЕ

Решение задач гидродинамического прогноза погоды разного пространственного и временного масштаба в значительной степени зависит от успешности описания эволюции физических процессов, происходящих в атмосфере и на подстилающей поверхности.

Источником энергии для циркуляции атмосферы является Солнце. Неоднородность освещенности земного шара создает градиенты температуры на подстилающей поверхности и в атмосфере, которые влияют на характер циркуляции атмосферы и имеют погодо- и климатообразующее значение.

Прохождение потоков солнечного излучения через атмосферу определяется ее составом, прежде всего количеством водяного пара и озона, наличием и характеристиками облачности.

Основной вклад в формирование температуры системы земля – атмосфера вносит поглощенная подстилающей поверхностью солнечная радиация. Дальнейшая передача тепла в атмосферу и из атмосферы происходит путем турбулентного переноса. Поглощенная солнечная энергия распределяется между компонентами теплового баланса подстилающей поверхности, в результате чего формируется температура поверхности и атмосферы.

Собственное излучение атмосферы и подстилающей поверхности оказывает выхолаживающий эффект на систему земля – атмосфера. Однако потоки собственного излучения атмосферы, направленные к земной поверхности, являются дополнительным источником энергии для подстилающей поверхности, особенно в облачных условиях.

Важнейшую роль в этих процессах играет облачность, при образовании которой выделяется тепло – еще один источник энергии в атмосфере. Микрофизические свойства облаков определяют процессы в двух важных направлениях физики атмосферы: в процессе переноса излучения в атмосфере и в процессе формирования осадков.

Прогнозу количества облаков и их микрофизическим свойствам в современных методах прогноза погоды придают большое значение. В сборнике представлены исследования, посвященные влиянию этого фактора на потоки излучения, температуру поверхности и образование осадков.

Процессы на подстилающей поверхности и взаимодействие поверхности с атмосферой зависят от свойств поверхности. Поверхность, покрытая снегом или растительностью, и открытая поверхность по-разному поглощают и распределяют поглощенную энергию между компонентами теплового баланса поверхности. Существенные различия имеются в методах расчета переноса тепла в почве и в снежном покрове, причем важное значение имеет структура и характер почвы и снега, что составляет трудности при описании этих процессов.

Характер взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности имеет большое значение для развития турбулентности в пограничном слое атмосферы. Проблеме описания процессов турбулентного обмена в моделях прогноза погоды уделяется большое внимание во всем мире.

Действующие в системе земля – атмосфера физические процессы создают баланс тепла и влаги в отдельных слоях атмосферы и на подстилающей поверхности. Упомянутые выше радиационные притоки тепла, тепло конденсации и турбулентные притоки являются источниками в уравнении притока тепла и определяют эволюцию температуры в атмосфере. Возникающие по разным причинам горизонтальные градиенты температуры на подстилающей поверхности влияют на образование конвекции, горизонтальные градиенты давления, что приводит к изменению поля ветра и циркуляции атмосферы.

В связи с неполнотой знаний об отдельных физических процессах, недостатком сведений о деталях процессов все методы параметризации физических процессов в атмосфере имеют большие или меньшие погрешности, которые влияют на результаты прогноза погоды. Наиболее уязвимым местом в прогнозе погоды является прогноз количества крупномасштабной облачности, имеющей подсеточный характер, и ее микрофизических свойств. Прогноз конвективной облачности также представляет собой не решенную, весьма важную задачу, в основе которой лежит прогноз процесса конвекции в атмосфере.

В статистических методах прогноза погоды учет влияния физических процессов происходит неявно, т.е. не рассматриваются механизмы взаимодействия физических процессов, формирующих погоду. Эти методы устанавливают связи между конкретными метеорологическими характеристиками атмосферы на определенных интервалах времени путем статистического анализа данных наблюдений. Статистические методы широко распространены для прогнозов с большой заблаговременностью, в связи со сложностью детерминированного описания эволюции процессов на больших интервалах времени методами гидродинамики и физики атмосферы.

Аналогичная ситуация имеет место, когда речь идет о прогнозе быстро протекающих на территории в несколько десятков метров экстремальных явлений, таких, как смерчи, шквалы и др. Описание механизма образования этих явлений представляет собой нерешенную задачу, что является одной из причин использования статистического подхода к прогнозу этих опасных явлений. Однако прогноз статистическими методами также осложнен тем, что эти явления не всегда регистрируются наблюдательной сетью, и по этой причине использование статистических связей не всегда удачно.

Рассмотренные выше физические процессы, влияющие на энергетику атмосферы и формирование погоды, являются предметом исследования в статьях, представленных в сборнике. Часть статей содержат результаты прогноза погоды с анализом влияния отдельных физических процессов. Представлены также статьи, содержащие статистический подход к прогнозу погоды и явлений.

Несколько статей посвящено переносу солнечного и ИК-излучения в безоблачной и облачной атмосфере. В статьях Д.Я. Прессмана и группы авторов, М.В. Шатуновой и др. представлены методы расчета потоков солнечного излучения, основанные на двухпоточковом приближении решения уравнения переноса. Оценки методов путем сравнения с полинейными расчетами методом Монте-Карло, выполненными А.Н. Рублевым, дали удовлетворительные результаты. Статьи М.В. Шатуновой и Л.Р. Дмитриевой-Арраго и А.С. Харина с соавторами посвящены проблеме влияния микрофизических свойств облаков на перенос солнечного и ИК-излучения. Представлены оценки влияния вариаций микрофизических характеристик облаков на потоки и притоки

излучения. В статье М.М. Чумакова с соавторами исследовано влияние эволюции микрофизических свойств облаков на образование осадков.

Проблема моделирования конвективной облачности представлена в статье К.Д. Василевского и В.П. Садокова, в которой получены новые формулы для расчета силы плавучести, вертикальной скорости, водности облаков, а также представлены результаты экспериментов по прогнозу осадков.

Некоторые статьи основаны на результатах численных экспериментов с мезомасштабной моделью COSMO-RU. В статье О.В. Евтеева с соавторами исследовано влияние вариаций на 25 % водности облаков и коэффициента турбулентного обмена, которые привели к изменению температуры поверхности в пределах 1–3 градусов в зависимости от сезона и географических условий.

В статье Е.В. Казаковой с соавторами представлены результаты апробирования нового метода описания процессов в снежном покрове.

Роль пограничного слоя атмосферы для прогноза метеорологических характеристик атмосферы рассмотрена в двух статьях. В статье Л.В. Берковича и Ю.В. Ткачевой представлены результаты прогноза погоды с использованием новой трехмерной модели пограничного слоя, позволяющей с высокой точностью рассчитать турбулентные потоки тепла, влаги и количества движения. Статья коллектива авторов из Гидрометцентра России и ИБРАЭ РАН посвящена результатам совместного использования результатов прогноза полей ветра и характеристик турбулентности мезомасштабной моделью WRF и моделью переноса примесей.

В статье Е.М. Набоковой приведены результаты сравнения прогнозов температуры и ветра над городом с использованием двух вариантов описания городской застройки, однослойной и многослойной, в мезомасштабной модели WRF.

В статье коллектива авторов из Гидрометцентра и ААНИИ исследовано качество прогнозов температуры и влажности в разных районах Арктики с использованием полярной версии модели WRF, учитывающей процессы в снежном покрове. Выполнено сравнение с данными наблюдений на дрейфующих станциях СП-35 и СП-36.

Проблеме прогноза количества озона посвящена статья Л.Б. Ананьева с соавторами в целях прогноза общего содержания озона (ОСО)

и условий повышенной ультрафиолетовой облученности подстилающей поверхности.

Статистический подход к исследованию и прогнозу погодных условий использован в ряде статей, представленных в сборнике.

В статье И.Ю. Шалыгиной представлен конкретный метод прогноза высоких концентраций озона в приземном слое атмосферы на основе статистических оценок влияющих факторов.

Статья Н.С. Сидоренкова и Н.С. Сумеровой посвящена разработке метода долгосрочного прогноза аномалий температуры и осадков с использованием метода аналогов на основе исследования процесса синхронизации естественных синоптических периодов и колебаний лунно-солнечных приливов.

В статье В.П. Садокова с соавторами выполнен анализ параметра, характеризующего экстремальные условия зимой. Получена область значений этого параметра для экстремально холодных зим.

В статье Э.В. Переходцевой представлен статистический анализ связей различных метеорологических условий с появлением опасных ветров, смерчей и шквалов со скоростью более 20–25 м/с. Приведены примеры прогнозов с заблаговременностью 36 и 48 часов с использованием гидродинамического прогноза влияющих параметров.

Таким образом, сборник содержит статьи по широкому кругу вопросов, относящихся непосредственно к области физики атмосферы, а также результаты прогнозов с использованием разных методов параметризации физических процессов.

Большинство статей содержат исследования физических процессов, разработку вычислительных алгоритмов и направлено на практическое использование в целях совершенствования методов прогноза погоды.

Л.Р. Дмитриева, Гидрометцентр России