

**МЕТЕОРОЛОГИЯ**

УДК 551. 501. 8

**Е.В. Пищальникова****АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ  
ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ОБИЛЬНЫХ ОСАДКОВ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА**

Дается обзор современного состояния знаний об условиях образования атмосферных осадков, влиянии циклонической деятельности на формирование осадков разной интенсивности в холодный период года, способах прогнозирования и результатах моделирования соответствующих видов осадков.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** атмосферная циркуляция; атмосферный фронт; атмосферные осадки; снегопад; численный прогноз; модель WRF.

Атмосферные осадки, как и погода вообще, оказывают большое влияние на жизнедеятельность человека. Осадки относятся к категории явлений, которые могут влиять как положительно, так и отрицательно. В холодный период года осадки, выпадающие в виде снега, создают устойчивый снежный покров, который является одним из основных источников влаги в почве и надежной защитой озимых культур от вымерзания [10]. В лесном хозяйстве снежный покров используется как для постройки временных снежно-ледяных дорог для вывоза древесины, так и в проведении лесокультурных мероприятий. В свою очередь обильные снегопады оказывают и неблагоприятное воздействие на ряд отраслей промышленности. В зависимости от синоптических условий обильные снегопады уменьшают дальность видимости до критических значений, тем самым приводя к снижению скорости движения транспорта и осложняя взлет и посадку воздушных судов, а также способствуют образованию снежных заносов и накатов, затрудняя движение наземного транспорта и порой останавливая его. Выпадение обильного мокрого снега создает колоссальную нагрузку на линии электропередач, приводя к их обрыву, и тем самым наносит социальный и экономический ущерб.

Атмосферным осадкам посвящено много исследований ученых всего мира, которые условно можно разделить на две группы: 1) исследование физических и синоптических условий формирования осадков; 2) разработка методов прогноза атмосферных осадков, моделирование и оценка успешности прогноза осадков разной интенсивности с помощью гидродинамических моделей прогноза погоды.

**Исследования, посвященные изучению физических и синоптических условий  
формирования атмосферных осадков**

На протяжении длительного времени ученые ведут разнообразные исследования осадков от условий образования и укрупнения облачных элементов, с которыми тесно связан расчет интенсивности осадков, до циркуляции атмосферы, формирующей осадки неблагоприятной и опасной величины. В работах [55; 61; 66; 67] проведен анализ суточных колебаний облаков, а также оценен вклад различных факторов в их образование. Установлено, что основную роль в образовании всех форм облаков играют динамические факторы – вертикальные движения синоптического масштаба, скорость изменения которых с высотой обуславливает увеличение вертикальных градиентов температуры во времени. Вклад радиационно-термического фактора в большинстве случаев облакообразования не превышает 30 %.

Вид и величина выпавших осадков зависят от количественного соотношения облачных элементов, находящихся в твердой и жидкой фазах, которое в значительной мере определяется при прочих равных условиях вертикальной протяженностью облачности. Существует практически линейная зависимость между интенсивностью и видом осадков, с одной стороны, и вертикальной мощностью облаков – с другой. Имеется зависимость фазового состояния осадков от температуры

---

© Пищальникова Е.В., 2014

**Пищальникова Евгения Владимировна**, аспирант кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального университета; Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; [evaporova@rambler.ru](mailto:evaporova@rambler.ru)

воздуха у земной поверхности и средней температуры воздуха между поверхностью Земли и верхней границей пограничного слоя атмосферы [28]. Первый в отечественной и мировой геофизической литературе справочник по облакам содержал основные сведения о макроструктуре облачного покрова и о микроструктуре облаков, включая общие физические и статистические закономерности об атмосфере и атмосферных аэрозолях, о термодинамике облаков, их количестве, повторяемости, фазовом состоянии и водности. В нем также изложены сведения об оптических, электрических и радиационных свойствах облаков, их радиолокационных характеристиках, приведена краткая сводка глобальных данных о туманах и осадках [75].

Осадки представляют собой одно из самых изменчивых во времени и пространстве метеорологических явлений. Сведения о структуре сформировавшихся осадков являются важной синоптической характеристикой региона и должны учитываться при анализе и прогнозе погоды, особенно при редкой сети метеорологических станций [28]. Поле осадков в каждой точке пространства характеризуется их суммой за фиксированный интервал времени. В зависимости от длительности этого временного интервала И.В. Литвинов выделял следующие типы полей осадков: сформировавшиеся, короткопериодные, накопленные и срочных наблюдений. В ряде других его работ рассматриваются вопросы классификации атмосферных осадков, выпадающих на подстилающую поверхность и непосредственно образующихся на ней. Анализируются процессы, происходящие при выпадении частиц осадков на различные виды подстилающей поверхности, и процессы при непосредственном образовании частиц осадков на подложках. Обобщаются фактические данные о параметрах осадков различного вида на различных элементах подстилающей поверхности, что дает возможность использовать работы в качестве справочного пособия при решении прикладных задач [58–60].

Существует большое количество факторов выпадения осадков. Наиболее важными из них являются: циркуляция атмосферы (перемещение воздушных масс, фронтальных разделов и барических образований), влагосодержание воздушных масс и вертикальные движения, вызывающие подъем воздуха, его охлаждение и конденсацию водяного пара, охлаждение воздуха от подстилающей поверхности и приближение его к состоянию насыщения. Влияние этих факторов над разными территориями бывает не одинаковым, чем объясняется довольно сложное распределение осадков. В работах [10; 16; 29; 34; 101; 106; 107; 110; 130; 135] особое внимание уделено временному распределению количества осадков в планетарном, региональном и местном масштабах, а также затронуты некоторые аспекты влияния урбанизации на осадки. В статье [18] подробно рассмотрены осадки холодного периода на территории России. Установлено, что за последнее время при общей тенденции к увеличению количества снега везде уменьшилось число слабых снегопадов; число снегопадов умеренной и сильной интенсивности возросло на востоке Восточно-Европейской равнины и в Западной Сибири, но уменьшилось на северо-востоке Сибири. Вероятная причина наблюдаемых изменений – смена режима атмосферной циркуляции в середине 70-х гг. прошлого века.

Вопросам режима атмосферной циркуляции посвящены исследования многих российских и зарубежных ученых. В работах [36; 39; 41; 51; 62; 64; 65; 68; 78; 80–82; 127] излагаются результаты анализа сезонных особенностей формирования средних многолетних характеристик общей циркуляции атмосферы. Одним из методов анализа макросиноптических процессов является их классификация, которая позволяет в большом многообразии синоптических ситуаций найти общие черты развития крупномасштабных процессов. Классификация синоптических процессов относится к сложной и важной задаче в метеорологии, решением которой занимались в середине предыдущего столетия Н.А. Багров, Г.Я. Вангенгейм, А.А. Гирс и продолжают заниматься в наше время В.Ф. Мартазинова, R. Huth, Z. Ustrul и др. Существует несколько десятков различных видов типизации синоптических процессов. Несмотря на разнородность типизируемых объектов: осей, траекторий, барических и метеорологических полей, различного рода переносов и потоков, воздушных масс и разделяющих их атмосферных фронтов, в большинстве случаев исследователями используется один единственный подход – принцип аналогичности [36; 37; 111]. Основным недостатком такого подхода является то, что оценка однородности и аналогичности макросиноптических полей производится синоптическим методом и содержит элемент субъективности, придавая некоторую неоднозначность получаемым результатам. Для объективной типизации синоптических процессов исследователи используют в целом однотипный подход, основанный на последовательном применении метода главных компонент PCA (Principal Component Analysis) и иерархического или кластерного анализа [128]. В качестве наиболее яркого примера удачного применения данной методики можно привести работу [124], в которой была проведена классификация синоптических процессов 40-летнего массива ежедневных карт барической топографии (АТ 500 гПа) для западноевропейского региона. Возможной альтернативой рассматриваемому подходу является

процедура районирования, примененная, например, в работе [111] с использованием РСА и позволяющая отсеять статистически малозначимые географические области на анализируемых картах.

Принцип аналогичности был реализован в большом количестве региональных исследований. Из них отметим [87], где представлена синоптическая классификация новороссийской боры, получены количественные критерии этих классификаций и на их основе разработаны основные сценарии возникновения и развития этого опасного явления погоды [83; 84], в которых использована типизация с учетом траекторий циклонов и антициклонов, и [53], где применялись формы циркуляции Вангенгейма. В работах [31; 32] на основе анализа среднедекадных карт приземного давления проведена классификация синоптических условий погоды, формирующихся над дальневосточными морями. В [89] сопоставлено изменение общей циркуляции атмосферы и аномалий накопления снега в отдельных географических районах Северной Евразии, оценено изменение процента площади с аномальным количеством снега, выделены типы элементарных циркуляционных механизмов, ответственные за аномально большое выпадение твердых осадков в холодное время в этих районах.

Изучению режимов циркуляции на территории Урала посвящены работы [3; 4; 57; 90; 108–110]. Одной из особенностей циркуляции является повышенная повторяемость циклонов по сравнению с антициклонами в течение всего года. Описана сезонная активность атмосферных процессов. Выявлено, что самая высокая интенсивность барических образований наблюдается в зимние и осенние месяцы. Определено влияние на погоду в Пермском крае в основном западных и северо-западных процессов, на долю которых приходится 54 % всех циклонов и около 14 % антициклонов. Для территории Среднего и Южного Урала сделана попытка анализа атмосферных процессов в период формирования снежного покрова, его накопления и разрушения с привлечением классификации Г. Я. Вангенгейма–А. А. Гирса.

Качественная связь атмосферных фронтов с выпадением осадков общеизвестна [19; 20; 56; 91–93; 95], однако количественные оценки этой связи затруднительны в первую очередь из-за того, что само определение атмосферного фронта достаточно нетривиально. Его нельзя подменить схемой «скачка» или контраста температуры заданной величины [105]. Как известно из синоптического опыта, признаки наличия фронта не одинаковы в разных барических ситуациях. В работе [20] авторы сформулировали алгоритм построения линий атмосферного фронта на произвольном барическом уровне. Входной информацией для построения линий атмосферного фронта служат поля геопотенциала, температуры и ветра на регулярной сетке. Вклад этих полей в интенсивность фронта зависит от барического уровня и сезона и определялся по синхронизированным во времени архивам аэрологических наблюдений и полей объективного анализа. Выявлена сильная статистическая зависимость между атмосферными фронтами в нижней тропосфере и осадками. Связь усиливается, если в качестве дополнительного предиктанта использовать относительную влажность воздуха.

Количество осадков на любой территории зависит от влагосодержания поступающей воздушной массы, ее температуры и возможности восхождения, которые определяются циркуляционными факторами и рельефом местности. Рельеф наиболее сильно влияет на характер поля осадков. Количество осадков зависит от высоты склонов, их ориентации по отношению к влагонесущему потоку, размеров возвышенностей. Горы усиливают восходящие движения воздуха, активизируют атмосферные фронты и циклоны, поэтому осадков в горах выпадает существенно больше, чем на окружающих их равнинных территориях. Так, в горной местности происходит наложение на горизонтальное распределение осадков по территории (определяемое общим фоном климатического режима, широтной и меридиональной протяженностью) вертикального распределения (определяемого высотой места и орографическими особенностями). Вертикальные градиенты количества осадков в горах Урала на территории Пермского края составляют 23 % на 100 м подъема [2; 45; 88; 106].

Для горных областей в связи с опасностью схода снежных лавин интерес представляют как местный режим циркуляции на конкретной территории, так и случаи отдельных сильных снегопадов [74; 79; 125; 132; 136].

Одной из разновидностей осадков холодного периода являются переохлажденные осадки. В статье [103] представлено современное состояние знаний о климатических характеристиках, механизмах и способах прогнозирования замерзающих осадков. Сравнительно хорошо исследованы условия выпадения переохлажденных осадков в Северной Америке [112; 114; 118–122; 131; 133], в Западной и Центральной Европе [115; 116]. На территории России и бывшего СССР в целом распределение замерзающих осадков изучалось по данным о толщине отложений [28; 42; 85; 98–100; 117]. Из последних работ отметим [26; 35; 113], где представлены данные о повторяемости и изменчивости гололедных явлений на разных континентах. Несмотря на то, что процесс образования

замерзающих осадков есть процесс микрофизический, реализация того или иного механизма зависит от свойств воздушных масс, вертикальной мощности облаков и прежде всего от профиля температуры [104]. В исследовании [48] авторы описывают синоптическую ситуацию случая редкого явления замерзающего дождя в Пермском крае, проводят оценку процесса превращения в лед падающих капель при кристаллизации переохлажденной воды без учета особенностей фазового перехода на границе вода–лед и распространения роста кристаллизации от поверхности капли в ее внутренние слои. Более детальные результаты для отдельных пунктов (московские аэродромы, Минеральные Воды, Одесса, Нижний Новгород) представлены в серии работ [97–100], основанных на аэродромных наблюдениях.

**Исследования, посвященные методам прогноза атмосферных осадков, результатам моделирования и оценке успешности прогноза осадков разной интенсивности с помощью гидродинамических моделей прогноза погоды**

В прогнозах погоды и штормовых предупреждениях указывается количество осадков, их фазовое состояние, время начала и окончания выпадения относительно времени суток, а также продолжительность осадков. В формулировке прогноза общего назначения количество осадков не указывается, а используются термины, связанные с их характеристикой (без осадков, небольшие, умеренные, сильные и очень сильные осадки) [28]. Прогноз осадков – одна из труднейших проблем метеорологии.

При прогнозе осадков принимается предположение о наличии в атмосфере достаточного количества ядер конденсации и на каждом шаге по времени вычисляется сконденсированное количество влаги. Метод А.Ф. Дюбюка, получивший наибольшее применение для прогноза обложных осадков, основан на расчете индивидуального изменения массовой доли водяного пара в насыщенном воздухе, перемещающемся как по вертикали, так и по горизонтали. При этом считается, что весь появившийся после конденсации избыток влаги в уже образовавшемся облаке выпадает в виде осадков. Е.М. Орлова доработала этот подход с помощью введения поправки. В тех случаях, когда ожидается большой дефицит влажности в подоблачном слое, необходимо расчетное количество осадков уменьшить, а в зонах хорошо выраженных атмосферных фронтов интенсивность восходящих движений чаще всего больше рассчитанных, поэтому расчетное количество осадков необходимо увеличить [76].

В холодное время года целесообразно учитывать возможность возникновения обложных осадков за счет конденсации водяного пара в пограничном слое при трансформационном охлаждении влажного воздуха [11]. Количество осадков в этом случае не превышает 2 мм/12 ч, учитывая это, их следует рассматривать как дополнение к обложным осадкам. А.А. Бачуриной предложен метод, в котором предикторами являются среднее вдоль траектории значение прогностических вертикальных скоростей в пограничном слое и сумма адвективного изменения дефицита точки росы и трансформационного изменения температуры [13; 28].

Зимой в антициклонических полях небольшие и умеренные осадки, обусловленные наличием подынверсионной облачности в пограничном слое атмосферы, наблюдаются довольно часто. Этот вид осадков относится к разряду наиболее трудно прогнозируемых явлений погоды. Успешность расчета факта и количества подынверсионных осадков в значительной мере зависит от способа расчета вертикальных скоростей воздуха в пограничном слое [12].

В работе [86] показано, что зона значительных зимних осадков, возникнув в самом начале развития циклона, сохраняется в течение всего времени его развития. Она только меняет своё положение относительно облачной системы в зависимости от направления движения циклона.

Прогноз конвективной облачности и ливневых осадков, а также связанных с ними конвективных явлений основан на использовании тех или иных моделей конвекции. Над этой проблемой работали такие ученые, как М.Г. Приходько, Н.В. Лебедева, А.И. Снитковский, Р.А. Ягудин и др. Ливневые снегопады всегда связаны с вихревыми облачными системами и наблюдаются либо отдельно, либо вместе с обложными снегопадами как вспышки усиления интенсивности осадков [28].

Помочь при прогнозе обложных осадков, а также повысить успешность прогноза ливневых осадков, особенно в районах с редкой сетью наземных станций, могут данные спутниковых наблюдений за облачностью. Прогноз положения зон осадков по спутниковым данным сводится к прогнозу эволюции облачной системы и экстраполяции внутри этой системы уже появившейся зоны осадков [5; 8; 9; 22; 27; 33; 40; 43; 44; 86].

В работе [50] рассмотрен метод прогноза зон сильных конвективных осадков в холодный период года, основанный на расчете дивергенции  $Q$ -вектора и эквивалентно-потенциального вихря в состоянии насыщения в слое от 925 до 700 гПа. В качестве данных для расчета используются

прогностические поля метеовеличин из гидродинамических моделей. Определены коэффициенты линейной регрессии, получена рабочая формула для прогноза зон сильных конвективных осадков.

Гидродинамические методы основаны на численных решениях систем уравнений термодинамики с привлечением некоторых упрощающих предположений [52]. Труды Е.Н. Блиновой положили начало разработке методов гидродинамического прогнозирования температуры и циркуляции воздуха на среднем уровне тропосферы [17]. Б.П. Мультиановский, С.Т. Пагава и их последователи предложили новые подходы к макросиноптическому анализу атмосферной циркуляции [71; 77]. Г.Я. Вангенгейм и А.А. Гирс разработали макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды, предложив классификацию атмосферных процессов, учитывающую характер преобладающих тропосферных переносов в крупных регионах [21; 30]. Основоположниками синоптико-статистического направления в области прогнозирования являются Н.А. Багров, Д.А. Педь, Г.В. Груза [6; 38]. Последователям их школы – О.В. Батыревой, Л.Е. Лукияновой, Н.Н. Мякишевой и другим [14; 72] – принадлежат многочисленные результаты, основанные на обобщении представлений о региональных атмосферных процессах. Известные исследования М.И. Юдина, А.В. Мещерской и др., посвященные развитию физико-статистических методов, различались исходными гипотезами о закономерностях атмосферной циркуляции, характером учета предыстории и способами выбора и использования «предвестников» [70].

Современные численные модели характеризуются, в общем, высоким уровнем точности предвычисления метеорологических полей. В работе [94] исследованы связи между диагностическими и модельными динамическими характеристиками процессов синоптического масштаба и локальными погодными характеристиками. Изучается адекватность воспроизведения численными схемами процессов циклогенеза, фронтогенеза и погодных условий на различных стадиях циклонических вихрей с количественной оценкой вклада конвективной неустойчивости.

В Гидрометцентре России проводятся оперативные испытания численных прогнозов осадков по четырем моделям: полулагранжева конечно-разностная модель (ПЛМ), спектральная модель (СМ), модель Национального центра прогнозирования состояния окружающей среды (NCEP) США и модель Метеорологической службы Великобритании (UKMO). По методике, принятой в Гидрометцентре России [69], оценивалась, во-первых, успешность прогноза факта выпадения осадков (их наличия или отсутствия) и, во-вторых, успешность прогноза их интенсивности (полусуточных сумм осадков) по градациям, предусмотренным в [73]. Не вдаваясь в детали оценок осадков по интенсивности [129], отметим, что численный прогноз факта осадков следует считать вполне успешным по всем моделям. Уровень успешности моделей UKMO и NCEP почти одинаков (с некоторым преимуществом модели NCEP), в то же время ПЛМ не уступает им. Версия T85L31 спектральной модели сильно уступает другим моделям.

Глобальные модели атмосферы даже при высоком пространственно-временном разрешении в настоящий момент не учитывают все локальные особенности территорий, по которым составляется прогноз. Мировые метеорологические центры не обладают полным набором данных, имеющихся у региональных служб, которые могут привлекать дополнительные автоматические комплексы зондирования и наблюдения. В то же время региональные метеослужбы имеют гораздо больше информации о географических особенностях обслуживаемых ими регионов. Тем не менее применение в повседневной практике мезомасштабных моделей, например MM5 (Mesoscale Model, version 5) [1; 47; 123] и WRF (Weather Research and Forecasting) [20; 23; 25; 49; 126; 134; 137], позволяющих более точно воспроизводить процессы в мелких масштабах, необходимо для прогнозирования опасных явлений погоды. Применение модели WRF разных версий позволяет создавать довольно точные прогнозы с оправдываемостью 70–90 % в зависимости от метеовеличин [7]. Модель WRF – численная мезомасштабная система прогнозирования погоды следующего поколения (после MM5, созданной в 1971 г.) – разработана как для оперативного прогнозирования, так и для исследовательских целей. Ее отличительными чертами являются несколько динамических ядер, трехмерная система усвоения данных и программная архитектура, нацеленная на параллельность вычислений и расширяемость системы [24]. В работе [100] использован метод объектно-ориентированной диагностической оценки для оценки качества прогноза зон значительных осадков по мезомасштабной негидростатической модели WRF. Анализ площадей объектов показал, что модель переоценивает площади сильных осадков. В случае интенсивных осадков для потребностей практики достигнутая точность представляется недостаточной даже в лучших, эталонных моделях.

Известно также, что успешность прогноза осадков определяется, с одной стороны, адекватностью модельных механизмов фазовых переходов влаги, облако- и осадкообразования, с другой – адекватностью модельных механизмов генерации вертикальных движений [102; 103]. Как показано в [95; 96], имеется тесная статистическая связь между наличием и интенсивностью наблюдаемых

осадков, с одной стороны, и диагностическими характеристиками вынуждения вертикальных движений, – с другой. Эта связь настолько хорошо выражена, что указанные характеристики являются значимыми предикторами осадков, в особенности сильных. Известно, например, что численные модели, в которых верхняя жесткая граница располагалась на тропопаузе, не обеспечивали успешного прогноза осадков [129].

Таким образом, проблема прогнозирования зимних осадков до сих пор вызывает интерес в научном мире, так как не решен вопрос прогноза засильных, а особенно очень сильных осадков даже в лучших прогностических моделях. Формирование опасных и неблагоприятных снегопадов под влиянием циклонической деятельности необходимо рассматривать на региональном уровне, в зависимости от возможности использования этой информации в практических целях. Выпадение значительных осадков находится в сильной зависимости от рельефа местности. Условия образования снегопадов и их прогнозирование на Урале с помощью региональных моделей изучены слабо, поэтому тема данного исследования актуальна для современного мира.

### Библиографический список

1. *Азади М., Тагизаде Э., Мемариан М. Х., Дмитриева-Арраго Л. Р.* Сравнение результатов прогноза осадков на основе мезомасштабных моделей на территории Ирана в холодный период года // Метеорология и гидрология. 2013. № 9. С. 31–43.
2. *Алибегова Ж.Д.* Пространственно-временная структура полей жидких осадков. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 228 с.
3. *Аликина И.Я., Поспелова В.Ф., Строгина К.Ф., Уласевич А.Д.* Перемещение барических образований из Арктического бассейна через Урал в весеннее время // Учен. зап. Перм. ун-та. 1969. № 213. С. 20–35.
4. *Аликина И.Я.* Циркуляционные условия на Среднем и Южном Урале // Гидрология и метеорология. Пермь, 1971. Вып.6. С.115–122.
5. *Амбрози П., Вельтищев Н.Ф. и др.* Использование данных о мезомасштабных особенностях облачности в анализе погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 150 с.
6. *Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А., Угрюмов А.И.* Долгосрочные метеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.
7. *Багров А.Н.* Сравнительная оценка успешности прогнозов элементов погоды на основе ряда отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба // Информ. сб. / Гидрометцентр России. М., 2007. № 35. С. 3–20.
8. *Бакст Л.А., Федорова Н.Н.* Анализ спутниковой информации в целях краткосрочного прогноза погоды на базе персональной ЭВМ // Исследование Земли из космоса. 1991. № 4. С. 83–86.
9. *Бакст Л.А., Федорова Н.Н.* Прогноз скорости участков циклонических облачных систем и фронтальных зон по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 1994. № 5. С. 3–8.
10. *Батришина С.Ф., Переведенцев Ю.П.* Динамика снежного покрова на территории Татарстана во второй половине XX столетия. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2005. 100 с.
11. *Бачурина А.А.* Условия образования осадков холодного полугодия и возможности их прогноза. Л.: Гидрометеиздат, 1955. 164 с.
12. *Бачурина А.А.* Прогноз осадков, формирующихся в холодное время года в пограничном слое атмосферы: метод. указания. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 48 с.
13. *Бачурина А.А.* Расчет количества и продолжительности обложных и ливневых осадков: метод. указания. М.: Гидрометеиздат, 1998. 31 с.
14. *Батырева О.В., Лукьянова Л.Е.* Пространственное осреднение осадков для целей прогноза // Тр. ГМЦ СССР. 1987. Вып. 293. С. 121–132.
15. *Берлянд Т.Г., Строкина Л.А.* Глобальное распределение общего количества облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 70 с.
16. *Билинкис Е.Д.* Особенности распределения атмосферных осадков и их аномалий на территории Пермской области // Вопросы прогноза погоды, климата, циркуляции и охраны атмосферы: межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 2000. С. 59–64.
17. *Блинова Е.Н.* Общая циркуляция атмосферы и гидродинамический долгосрочный прогноз погоды // Тр. ГМЦ. 1967. Вып. 15. С. 3–26.
18. *Борзенкова А.В., Шмакин А.Б.* Изменения толщины снежного покрова и суточной интенсивности снегопадов, влияющие на расходы по уборке магистралей в российских городах // Лед и снег. 2012. № 2 (118). С. 59–70.
19. *Быков Ф.Л., Гордин В.А.* Трехмерный объективный анализ структуры атмосферных фронтов // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2012. Т. 48, № 2. С. 172–188.

20. Бычкова В.И., Рубинштейн К.Г. Предварительные результаты испытания алгоритма краткосрочного прогноза метелей // Метеорология и гидрология. 2013. № 6. С. 30–42.
21. Вангенгейм Г.Я. Основы макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов для Арктики // Тр. ААНИИ. 1967. Т. 34. 314 с.
22. Вельтищев Н.Ф., Попова Т.П. Использование данных наблюдений со спутников в синоптическом анализе // Вопросы спутниковой метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. Вып. 4. 59 с.
23. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В.Д. Информация о модели общего пользования WRF-NMM / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Главный вычислительный центр. М., 2007. 124 с.
24. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В.Д. Эксперименты по численному моделированию интенсивной конвекции // Метеорология и гидрология. 2008. № 9. С. 30–44.
25. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В. Д., Павлюков Ю. Б. Краткосрочный прогноз сильных осадков и ветра с помощью разрешающих конвекцию моделей WRF // Метеорология и гидрология. 2011. № 1. С. 5–18.
26. Вильфанд Р.М., Голубев А.Д. Метеорологические условия выпадения ледяных дождей 25–26 декабря 2010 г. над центром Европейской части России // Лед и снег. 2011. № 4 (115). С. 119–124.
27. Воробьев В.И., Фадеев В.Г. Характеристика облачного покрова Северного полушария по данным метеорологических спутников. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 172 с.
28. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 616 с.
29. Геворгян А.М. Территориальное распределение обильных осадков в Армении // Учен. зап. Рос. гос. гидрометеоролог. ун-та. РГГМУ. СПб., 2010. № 12. С. 60–74.
30. Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 88 с.
31. Глебова С.Ю. Типы атмосферных процессов и связанных с ними условий погоды на Беринговом море // Метеорология и гидрология. 2001. № 1. С.63–71.
32. Глебова С.Ю. Классификация атмосферных процессов над дальневосточными морями // Метеорология и гидрология. 2002. № 6. С.5–15.
33. Глобальное поле облачности / под ред. Л.Т. Матвеева. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 279 с.
34. Глушкова Н.И. Исследование физико-статистических условий образования осадков // Тр. ГМЦ СССР. 1985. Вып. 266. С. 10–20.
35. Голубев А.Д., Кабак А.М., Никольская Н.А. и др. Ледяной дождь в Москве, Московский области и прилегающих областях центра Европейской территории России 25–26 декабря 2010 года // Тр. Гидрометцентра России. 2013. Вып. 348. С. 214–230.
36. Груза Г.В. Макротурбулентность в общей циркуляции атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 99 с.
37. Груза Г.В., Ранькова Е.Я. О принципах автоматической классификации метеорологических объектов // Метеорология и гидрология. 1970. № 2. С. 12–21.
38. Груза Г.В. Климатическая изменчивость повторяемости и продолжительности основных форм циркуляции в умеренных широтах Северного полушария // Метеорология и гидрология. 1996. №10. С. 12–22.
39. Дзержевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии // Матер. метеоролог. исслед. Междувед. геофиз. комитета при Президиуме АН СССР. М., 1968. 248 с.
40. Дубровина Л.С. Облака и осадки по данным самолетного зондирования. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 216 с.
41. Заболотских Е.В., Бобылев Л.П., Дикинис А.В., Неелова Л.О., Смирнова Ю.Е. Особенности формирования и классификация штормовых мезомасштабных вихрей // Учен. зап. Рос. гос. гидрометеоролог. ун-та (РГГМУ). СПб., 2010. № 16. С. 59–77.
42. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 711 с.
43. Калинин Н.А., Толмачева Н.И. Комплексное использование дистанционных средств наземного и космического базирования для анализа условий погоды. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. 260 с.
44. Калинин Н.А., Толмачева Н.И. Космические методы исследований в метеорологии. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2005. 348 с.
45. Калинин Н.А., Фрик Л.В., Смирнова А.А. Исследование влияния рельефа Пермского края на распределение полей осадков // Географический вестник. Перм. гос. ун-т. 2008. № 2 (8). С. 117–125.
46. Калинин Н.А. Динамическая метеорология / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. 256 с.

47. Калинин Н.А., Кислов А.В., Бабина Е.Д., Ветров А.Л. Оценка качества воспроизведения моделью MM5 температуры воздуха в июле на Урале // Метеорология и гидрология. 2010. № 10. С. 15–22.
48. Калинин Н.А., Смородин Б.Л. Редкое явление замерзающего дождя в Пермском крае // Метеорология и гидрология. 2012. № 8. С. 27–35.
49. Калинин Н.А., Ветров А.Л., Связов Е.М., Попова Е.В. Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF // Метеорология и гидрология. 2013. № 9. С. 21–30.
50. Калинин Е.Д., Юсупов Ю.И. Метод прогноза зон сильных конвективных осадков в холодный период года // Метеорология и гидрология. 2012. №4. С.19–28.
51. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 269 с.
52. Кац А.Л. и др. Модель численного прогноза осадков на 5 дней // Метеорология и гидрология. 1970. № 10. С.11–22.
53. Ким И.С. Об изменении повторяемости типов синоптических процессов Средней Азии // Метеорология и гидрология. 2001. № 3. С.45–56.
54. Кисельникова В.З. Объектно-ориентированная оценка качества прогноза осадков // Метеорология и гидрология. 2013. № 4. С. 5–11.
55. Комаров В.С., Матвеев Ю.Л. О суточных колебаниях облаков и факторах их образования // Оптика атмосферы и океана. 2003. Т. 16. № 2. С. 172–174.
56. Куликов Г.И. Некоторые возможности обнаружения фронтов на приземных картах погоды // Гидрология и метеорология. Пермь, 1974. Вып. VII. С. 185–194.
57. Куликова С.Х. Влияние циркуляции атмосферы на снежный покров на Среднем и Южном Урале. // Гидрология и метеорология. Пермь, 1974. Вып. VII. С.139–151.
58. Литвинов И.В. Структура атмосферных осадков. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 156 с.
59. Литвинов И.В. Осадки в атмосфере и на поверхности земли. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 208 с.
60. Литвинов И.В. Формирование и преобразование атмосферных осадков на подстилающей поверхности. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 232 с.
61. Мазин И.П., Шмелер С.М. Облака. Строение и физика образования. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 279 с.
62. Матвеев Л.Т. Качественные правила условий вихреобразования в атмосфере // Метеорология и гидрология. 1956. № 4. С. 28–31.
63. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. Л. Гидрометеиздат, 1984. 751 с.
64. Матвеев Ю.Л. О роли крупномасштабных вертикальных движений в возникновении конвективных явлений в атмосфере // Метеорология и гидрология. 1986. № 4. С. 5–12.
65. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 63–108.
66. Матвеев Ю.Л. Физико-статистический анализ условий образования облаков // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1994. Т. 30. № 3. С. 345–351.
67. Матвеев Л.Т. Динамика облаков. Л.: Гидрометеиздат, 2001. 311 с.
68. Матвеев Л.Т. Вихревые движения синоптического масштаба в атмосфере и в океане // Изв. РАН. Сер. географ. 2002. № 4. С. 39–44.
69. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. РД № 52.27.284-91 / Комитет гидрометеорологии при Кабинете министров СССР. М., 1991. 149 с.
70. Мещерская А.В., Руховец Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И. Естественные ортогональные составляющие метеорологических полей. Л., Гидрометеиздат, 1970. 199 с.
71. Мультановский Б.П. Основные положения синоптического метода ДПП. М., 1933. 140 с.
72. Мякишева Н.Н., Стебляк Н.Н. Использование рядов наблюдений различной продолжительности в регрессионной схеме прогноза аномалий температуры воздуха // Тр. Гидрометцентра СССР. 1983. Вып. 244. С. 72–75.
73. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. РД 52.27.724-2009. ИГ-СОЦИН. Обнинск, 2009. 13 с.
74. Нерушев А. Ф., Новицкий М. А., Калиничева О. Ю., Кулижникова Л.К., Милехин Л.И., Чечин Д.Е. Динамика атмосферы в период интенсивного снегопада в центральной части европейской территории России в апреле 2012 г. // Метеорология и гидрология. 2013. № 2. С. 5–17.
75. Облака и облачная атмосфера: справочник / под ред. И.П. Мазина и А.Х. Хргиана. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 647 с.
76. Орлова Е.М. Краткосрочный прогноз атмосферных осадков. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 168 с.

77. Пагава С.Т. О природе 3-х и 5-ти месячных ритмов в атмосфере // Тр. НИУГУГМС. Сер. II. 1943. Вып. 3. С. 3–24.
78. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 615 с.
79. Погорелов А.В. Снежный покров Большого Кавказа. М.: ИКД «Академкнига», 2002. 287 с.
80. Погосян Х.П. Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы // Тр. Центр. ин-та прогнозов. 1947. Вып. 1 (28). 88 с.
81. Погосян Х. П. Общая циркуляция атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 385 с.
82. Погосян Х.П. Циклоны. М.: Гидрометеиздат, 1976. 148 с.
83. Полякова А.М., Каплуненко Д.Д. Использование классификации типов атмосферных процессов в северной части Тихого океана для определения связи с индексом южного колебания // Метеорология и гидрология. 2005. № 9. С. 30–36.
84. Полякова А.М. Типизация атмосферных процессов над Южно-Китайским морем // Метеорология и гидрология. 2011. № 5. С. 17–24.
85. Раевский А.Н. О распространении гололеда на территории Украины // Тр. УкрНИГМИ. 1961. Вып. 29. С. 50–62.
86. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды / под ред. И.В. Ветлова, Н.Ф. Вельтищева. М.: Гидрометеиздат, 1982. 342 с.
87. Семенов Е. К., Соколикхина Н. Н., Соколикхина Е. В. Синоптические условия формирования и развития новороссийской боры // Метеорология и гидрология. 2003. №10. С. 16–28.
88. Степанов П.Н. Урал. М., 1953. 144 с
89. Титкова Т.Б., Кононова Н.К. Связь аномалий накопления снега и общей циркуляции атмосферы // Изв. РАН. Сер. географ. 2006. № 1. С. 35–46.
90. Успен А.А., Успина Ф.Ф. Климат и опасные явления погоды на Урале. Екатеринбург, 2004. 112 с.
91. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 264 с.
92. Шакина Н.П., Калугина Г.Ю., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р. Субъективный и объективный анализы атмосферных фронтов. 1. Объективные характеристики фронтов, проведенных синоптиками // Метеорология и гидрология. 1998. № 7. С. 19–30.
93. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р., Калугина Г.Ю. Субъективный и объективный анализы атмосферных фронтов. 2. Объективное выделение зон фронтов // Метеорология и гидрология. 1998. № 8. С. 5–15.
94. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р., Беркович Л.В., Ткачева Ю.В. Диагностические исследования и моделирование процессов циклогенеза, фронтогенеза и погодных условий на различных стадиях развития циклонов // Тр. ГМЦ России. 2000. Вып. 335. С. 3–25.
95. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р. Объективный анализ атмосферных фронтов и оценка его эффективности // Метеорология и гидрология. 2000. № 7. С. 5–16.
96. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р. Расчет динамических факторов генерации осадков по данным объективного анализа // Метеорология и гидрология. 2001. № 5. С. 22–34.
97. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р. Условия выпадения замерзающих осадков в некоторых аэропортах России и СНГ. 1. Аэропорты московского аэроузла // Метеорология и гидрология. 2003. № 6. С. 40–58.
98. Шакина Н. П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р. Условия выпадения замерзающих осадков в некоторых аэропортах России и СНГ. 2. Аэропорт «Минеральные Воды» // Метеорология и гидрология. 2005. № 2. С. 27–42.
99. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р., Хоменко И.А., Хоменко Г.В. Условия выпадения замерзающих осадков в некоторых аэропортах России и СНГ. 3. Аэропорт «Одесса» // Метеорология и гидрология. 2005. № 9. С. 5–18.
100. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Завьялова А.А. Условия выпадения замерзающих осадков в некоторых аэропортах России и СНГ. 4. Аэропорт «Нижний Новгород» // Метеорология и гидрология. 2007. № 7. С. 25–39.
101. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н. Спектры повторяемости осадков на территории европейской части бывшего СССР в зависимости от интенсивности фронтальных зон и конвективной неустойчивости сеточного масштаба // Метеорология и гидрология. 2006. № 4. С. 5–18.
102. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р. Прогностическая значимость динамических факторов генерации осадков // Метеорология и гидрология. 2008. № 5. С. 31–44.
103. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н. Диагноз и прогноз распределения вероятности осадков разной интенсивности // Метеорология и гидрология. 2011. № 8. С. 5–22.

104. Шакина Н.П., Хоменко И.А., Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н. Образование и прогнозирование замерзающих осадков: обзор литературы и некоторые новые результаты // Тр. ГМЦ России. 2012. Вып.348. С. 130–161.
105. Шакина Н.П. Выделение зон атмосферных фронтов как задача постпроцессинга результатов численного прогноза // Метеорология и гидрология. 2014. № 1. С. 5–20.
106. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 303 с.
107. Швер Ц.А. Закономерности распределения количества осадков на континентах. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 283 с.
108. Шкляев А.С., Балков В.А. Климат Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1963. 189 с.
109. Шкляева Л.С. Перемещение циклонов и антициклонов над территорией Урала // Вопросы прогноза погоды, климата и циркуляции атмосферы: межвуз. сб. науч. трудов / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1991. С. 3–9.
110. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Климатические ресурсы Уральского Прикамья // Географический вестник. Перм. гос. ун-т. 2006. № 2. С.76–90.
111. Яковлева Н.И. Применение статистических главных компонентов для целей объективной классификации метеорологических ситуаций и полей // Метеорология и гидрология. 1970. № 2. С. 23–32.
112. Bernstein B.C. Regional and local influences on freezing drizzle, freezing rain, and ice pellets // Weather and Forecasting. 2000. Vol. 1. P. 485–508.
113. Bezrukova N.A., Jeck R.K., Khilali M. F., Minina L.S., Naumov A.Ya., Stulov E.A. Some statistics of freezing precipitation and rime for the territory of the former USSR from ground-based weather observations // Atmos. Res. 2006. Vol. 82. P. 203–221.
114. Branick M.L. A climatology of significant winter-type weather events in the contiguous United States // Weather Forecast. 1997. Vol. 13. P. 193–207.
115. Carlson T.N. Mid-latitude weather systems. Harper Collins Academic, London – NY, 1991. 645 p.
116. Carriere J.M., Lainard C., Le Bot C., Robart F. A climatological study of surface freezing precipitation in Europe // Meteorol. Appl. 2000. Vol. 7. P. 1–10.
117. Chakina N.P. Winter storms in Russia // Storms. Vol. I. London: Routledge, 2000. P. 506–525.
118. Changnon S.A., Karl T.R. Temporal and spatial variation of freezing rain in the contiguous United States: 1948–2000 // J. Appl. Meteorol. 2003. Vol. 42. P. 1302–1315.
119. Changnon S.A. Urban modification of freezing rain events // J. Appl. Meteorol. 2003. Vol. 42. P. 863–870.
120. Cheng et al. An automated synoptic typing procedure to predict freezing rain: an application to Ottawa, Ontario, Canada // Weather and forecasting. 2004. Vol. 19. P. 751–773.
121. Cortinas J. A climatology of freezing rain in the Great Lakes region of North America // Mon. Weather Rev. 2000. Vol. 128. P. 3574–3588.
122. Cortinas J.V., Robbins C.C., Bernstein B.C., Strapp J.W. An analysis of freezing rain, freezing drizzle, and ice pellets across the United States and Canada: 1976–90 // Weather and Forecasting. 2004. Vol. 19. P. 377–390.
123. Elguindi N., Hanson B., Leathers D. The Effects of Snow Cover on Midlatitude Cyclones in the Great Plains // J. Hydrometeor. 2005. Vol 6. P. 263–279.
124. Esteban P., Martin-Vide J., Mases M. Daily atmospheric circulation catalogue for western Europe using multivariate techniques // Int. J. Climatol. 2006. Vol. 26. P. 1501–1515.
125. Esteban P., Jones P.D., Mart 'n-Vide J., Mases M. Atmospheric circulation patterns related to heavy snowfall days in Andorra, Pyrenees // Int. J. Climatol. 2005. Vol. 25. P. 319–329.
126. Glisan Justin M., Gutowski Jr. William J., Cassano John J., Higgins Matthew E. Effects of Spectral Nudging in WRF on Arctic Temperature and Precipitation Simulations // Journal of Climate. 2013. Vol. 26. P. 3985–3999.
127. Houghton J. The physics of atmospheres. Cambridge University Press, 2002. 320 p.
128. Huth R. A circulation classification scheme applicable in GCM studies // Theor. Appl. Climatol. 2000. Vol. 67. P. 1–18.
129. Precipitation: Advances in measurement, estimation, and prediction. Ed. S. Michaelides. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg, 2008. 540 p.
130. Qian W., Lin X. Regional trends in recent precipitation indices in China // Meteorology and Atmospheric Physics. 2005. Vol. 90. P. 193–207.
131. Rauber et al. Synoptic and mesoscale structure of a severefreezing rain event: the st. Valentine's day ice storm // Weather and forecasting. 1994. Vol. 9. June. P. 183–212.
132. Schneebeli M., Laternser M. A Probabilistic Model to Evaluate the Optimal Density of Stations Measuring Snowfall // J. Appl. Meteor. 2004. Vol 43. P. 711–719.

133. Stewart R.E., Tiu D.T., Chung K.K., Hudak D.R., Lozowski E.P., Oleskiw M., Shepard B.E., Szeto K.K. Weather conditions associated with the passage of precipitation type transition regions over eastern Newfoundland // Atmos.-Ocean. 1995. Vol. 33. P. 25–53.

134. Tastula Esa-Matti, Timo Vihma. WRF Model Experiments on the Antarctic Atmosphere in Winter // Monthly Weather Review. 2011. Vol. 139. P. 1279–1291.

135. Terzago S., Fratianni S., Cremonini R. Winter precipitation in Western Italian Alps (1926–2010) // Meteorology and Atmospheric Physics. 2013. Vol. 119. P. 125–136.

136. Wenshi Lin, Jinping Meng, Sui C.-H., Weiguang Meng, Jiangnan Li. A study of the microphysical processes in a numerically simulated heavy snowfall event in North China: the sensitivity of different snow intercept parameters // Meteorology and Atmospheric Physics. 2009. Vol. 104, P. 1–11.

137. Klaić Zvezdana B., Kvakić Marko. Modeling the impacts of a man-made lake on the meteorological conditions of the surrounding areas // Journal of Applied Meteorology and Climatology. 2014. e-View.

**E.V. Pischnikova**

**THE ANALYTICAL REVIEW OF CURRENT STATE OF ISSUE OF THE CYCLONIC ACTIVITY  
INFLUENCE ON THE CONDITIONS OF FORMATION INTENSITY PRECIPITATION  
IN THE COLD SEASON**

This article provides an overview of the current state of knowledge about the conditions of formation of precipitation, the influence of cyclonic activity on the formation of different intensity precipitation in the cold season, the methods of forecasting and simulation results corresponding to the precipitation types.

**Key words:** atmospheric circulation; atmospheric front; precipitation; snowfall; numerical forecast; model WRF.

**Evgeniya V. Pischnikova**, postgraduate, Department of Meteorology and Atmosphere Protection; Perm State University; 15 Bukireva, Perm, Russia 614990; [evapopova@rambler.ru](mailto:evapopova@rambler.ru)

УДК 551

**Л.С. Чернышева, В.А. Платонова, Е.В. Примачев**

**ДИНАМИКА ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗНЫХ ПОЛУГОДИЙ  
В УМЕРЕННЫХ ШИРОТАХ АЗИИ**

Исследуется структура рядов различных термических и фенологических характеристик холодного и теплого полугодий на шести станциях умеренной зоны евроазиатского континента с 1918 по 2010 гг. Приоритет отдан наиболее востребованным в задачах адаптации микроэкономики интегральным характеристикам термических условий – суммам отрицательных и положительных температур. Показаны присутствующие в рядах периодичности и вековые тенденции. Обсуждается развитие современного потепления в последние десятилетия. Отмечено его различие в холодном и теплом полугодиях. Показано, что экстраполяция линейного тренда на периоды, близкие к продолжительности фаз 18-20-летних циклов, может привести к ошибочной оценке возможного развития климата в ближайшее десятилетие. Рассмотрены закономерности чередования типов смежных полугодий на разных фазах их среднепериодных колебаний.

**Ключевые слова:** полугодия; термические условия; структура; процесс; динамика; типы; повторяемости.

© Чернышева Л.С., Платонова В.А., Примачев Е.В., 2014

**Чернышева Лариса Степановна**, кандидат географических наук, профессор кафедры океанологии и гидрометеорологии Дальневосточного государственного университета; ДВФУ, Россия, 690000, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; [larastepana@mail.ru](mailto:larastepana@mail.ru)

**Платонова Виктория Александровна**, кандидат географических наук, доцент кафедры океанологии и гидрометеорологии Дальневосточного государственного университета; ДВФУ, Россия, 690000, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; [viktause@gmail.com](mailto:viktause@gmail.com)

**Примачев Евгений Викторович**, заместитель начальника центра наблюдения и предупреждения о цунами федерального государственного бюджетного учреждения Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Россия, 690990, г. Владивосток, ул. Мордовцева, 3; [jekaprim@mail.ru](mailto:jekaprim@mail.ru)