

АНАЛИЗ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ С УЧЕТОМ
СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД¹

Л. М. АКИМОВ

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 25 декабря 2015 г.

Аннотация: На основании анализа солнечно-активных связей и гидротермического режима центральной части Русской равнины выявлены наиболее значимые особенности распределения аномалий температуры и вероятности выпадения осадков на исследуемой территории. Выявлена закономерность влияния солнечной активности на интенсивность вертикальных ячеек общей циркуляции атмосферы (ячейка Гадлея, ячейка Ферреля) определяющая синоптическую ситуацию у земной поверхности за счет изменения адиабатических процессов. Установлены наиболее опасные фазы солнечной активности для формирования опасных явлений погоды на территории Русской равнины.

Ключевые слова: вероятность, осадки, температура воздуха, солнечная активность, ячейка Гадлея, ячейка Ферреля.

Abstract: The article presents the most important features of the distribution of temperature anomalies and the probability of precipitation in the central part of the Russian Plain due to the results of analysis of solar-active connections and hydrothermal regime of in this area. Influence of solar activity over the intensity of the vertical cells of general atmospheric circulation (the Hadley cell, the Ferrel cell) as well as the most dangerous phases of solar activity for the formation of dangerous weather phenomena within the territory of the Russian Plain are also presented in the article.

Key words: probability, rainfall, air temperature, solar activity, the Hadley cell, the Ferrel cell.

Солнце – основной климатообразующий фактор на планете. Состояние системы Солнце – Земля имеет дело с физическими условиями на Солнце и в солнечном ветре. Солнечная активность вызывает возмущения в системе Солнце – Земля, в результате чего околоземное космическое пространство (магнитосфера, ионосфера, атмосфера) и среда обитания человека непрерывно изменяются относительно некоторого равновесного состояния. Иногда такие изменения носят экстремальный характер, создавая опасность для человека и его деятельности.

© Акимов Л. М., 2015

¹ Статья Л. М. Акимова публикуется в разделе «Научные архивы» из-за того, что она первоначально была передана в редакцию журнала «Аридные экосистемы» и через год по причине несоответствия научной идеологии издания возвращена автору. Редакция «Вестника ВГУ. Серия: География. Геоэкология» считает, что статья Л. М. Акимова содержит оригинальные объяснения механизма циркуляции атмосферы в Северном полушарии [прим. гл. редактора].

Первые упоминания о наблюдении пятен на Солнце были найдены в Китайских источниках, датированных 2 веком до н.э. Первые постоянные наблюдения за пятнами на Солнце датируются 28 годом н.э. В Китайском энциклопедическом сочинении Ма-Туань-Лина имеется таблица солнечных пятен с 301 по 1205 года нашей эры, наблюдения продолжались до 10 дней подряд. За 1600 лет хроники содержится 100 сообщений о больших солнечных пятнах. В России о пятнах упоминается в летописях 14 века, когда повсеместно наблюдались большие пожары. М. В. Ломоносов считал, что поверхность Солнца не спокойное твердое тело, а бурный океан. Регулярные ежедневные наблюдения за пятнами на Солнце начал в 1826 году астроном-любитель Генрих Швабе. С 1847 года их продолжил швейцарский астроном Р. Вольф, а затем Вольфер. Юнг доказал, что пятна на Солнце – это магнитные поля.

Сегодня исследования системы Солнце – Земля и ее влияния на человека и различные сферы человеческой деятельности востребованы временем, они ведутся весьма активно, и на их основе делаются прогнозы, востребованные – в медицине, космонавтике, сельском хозяйстве, энергетике и других сферах деятельности.

Возникновение атмосферных эффектов до магнитных бурь было найдено и в работе Воода [12], в которой показано, что статистически значимое повышение температуры на поверхности 100 мб наступает за несколько дней до магнитной бури, только на пятый день после сильных повышений температуры на уровне 50 мб.

Р.В. Смирнов [9] обнаружил, что знак корреляции между скоростью солнечного ветра и параметрами атмосферы (давление, температура воздуха и т.д.) меняется на противоположный, когда Земля переходит из одного сектора межпланетного магнитного поля в другой.

Э.Р. Мустель [7] и В.Ф. Тулинов [11] исследовали влияние корпускулярного излучения на систему Солнце – атмосфера. Выявили, что при определенном состоянии тропосферы и характере геомагнитных возмущений малые электромагнитные силы вследствие резонансных эффектов могут привести к перестройке атмосферы. Показано, что в возмущенной атмосфере корпускулярный источник может иметь существенное значение.

Вычисляя меридиональную составляющую кинетической энергии на поверхности 500 мб для широт 70° и 40° северного полушария Р.В. Смирнов [10] установил, что ее максимум для широты 70° наступает в день геомагнитного возмущения, а для широты 40° – за четыре дня до магнитной бури.

Существенное влияние 11-летнего солнечного цикла на циркуляционный и термический режим стратосферы и тропосферы обнаружила Л.Р. Ракипова [8]. В.Ф. Логинов [5] при помощи спектрального анализа подтвердил существование 5-6 летнего цикла. Обработке было подвергнуто 42 ряда наблюдений за разными гидрометеорологическими явлениями. Затем была построена кривая распределения продолжительности циклов, обнаруженных в этих районах. На кривой выделяются только два цикла 5,6-6,5 и 9,6-10,5 года.

Л.М. Акимов [1] и Л.М. Акимов, Т.Н. Задорожная [2] установили наличие 22 – летнего цикла колебаний гидротермического коэффициента.

Данные результаты способствовали тому, что возникло новое направление исследований, но, как и ранее, остается проблемой – *выяснить меха-*

низм влияния солнечной активности на нижнюю атмосферу.

Одна из трудностей связана с тем, что результаты анализа наблюдательных данных часто противоречивы. При достаточно строгом подходе оказывается, что ряд результатов, полученных ранее, вообще недостаточно обоснован и не является статистически значимым. Поэтому, в ряде статей были высказаны мнения против таких связей. Так, А.С. Монин [6] заявил, что наличие связи между погодой на Земле и флуктуациями солнечной активности «было бы для метеорологии почти трагедией, так как оно с очевидностью означало бы, что прежде чем прогнозировать погоду, необходимо сначала прогнозировать солнечную активность». Он отверг собранные доказательства о влиянии солнечной активности на прогноз, заявив, что «они к счастью, производят впечатление лишь удачных опытов самовнушения».

В настоящее время предложено большое число связующих механизмов, но справедливость ни одного из них не была доказана. Они представляют собой гипотезы, которые могут быть подтверждены или отвергнуты дальнейшими экспериментами и анализом.

И все-таки изучение активности Солнца имеет важный практический аспект, поскольку электромагнитное излучение, магнитные поля Солнца, потоки высокоэнергичных частиц и солнечный ветер – основные факторы, определяющие состояние околоземного космического пространства, т.е. космической погоды. Одиннадцатилетний цикл солнечной активности является отражением циклического изменения крупномасштабного магнитного поля Солнца. В ходе этого цикла изменяется не только число и интенсивность различных проявлений солнечной активности, но и их распределение по поверхности Солнца. Магнитный цикл Солнца проявляется не только в смене полярности общего магнитного поля Солнца (ОМПС), но и в смене полярности ведущих пятен (цикл Хейла). Для фазы подъема – максимума полярности глобального магнитного поля и полярности ведущего пятна совпадают. Для фазы роста – спада, полярности противоположны [4].

С середины XIX века существуют более 30 индексов (показателей) солнечной активности, которые служат характеристиками изменений, проходящих в геомагнитном поле Солнца (и Земли). Самое заметное проявление солнечной активности – солнечные пятна, а их характеристики являются наиболее распространенной мерой солнеч-

ного цикла. Солнечные пятна (числа Вольфа) (W) – это наиболее распространенный ежедневный (ежемесячный, ежегодный) индекс. Индекс W оценивается в условных единицах, средняя величина составляет 100, максимум был в 1957 году и составлял 200, а минимум около 43, рассчитывается по следующей формуле:

$$W = 10H + P, \quad (1)$$

где H – число групп пятен; P – общее число пятен во всех группах.

Индекс W фиксируется в Цюрихской обсерватории (World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspot number (<http://www.sidc.be/silso/home>)) с 1849 года (значения с 1700 года были восстановлены Вольфом по данным других астрономов).

База данных гидротермического режима центральной части Русской равнины состоит из ежедневных фактических метеорологических параметров наблюдений на 11 станциях о состоянии температуры и осадков, размещаемые на официальном сайте Росгидромета РФ (Метеоцентр – URL: <http://meteocenter.net/>) за период наблюдений с 1948 по 2014 годы.

Нами для каждого календарного месяца были проанализированы и построены средние поля температуры, а так же рассчитаны разности отклонения вероятностей выпадения осадков от среднего многолетнего для каждого календарного месяца года за период наблюдений 1948-2014 годы. Применение вероятности выпадения осадков $>0,1$ мм для исследования увлажнения территорий связано с тем, что фактические значения количества осадков не подчиняются нормальному закону распределения и имеют очень большой разброс, в отличие от вероятностей их выпадения. Полученные значения в каждой точке рассматриваемого пространства использовались для дальнейших исследований в качестве эталонных значений. В статье, в качестве примера, приведен анализ солнечно-земных связей с гидротермическим режимом территории центральной части Русской равнины в июле месяце.

Пространственное распределение средней многолетней температуры в июле, за период наблюдений 1948-2014 годы, представляет собой не четко выраженное широтное распределение, с увеличением значений температуры с северо-запада (Смоленск $17,3^{\circ}\text{C}$) на юго-восток (Ростов-на-Дону $23,2^{\circ}\text{C}$). Характер распределения вероятности выпадения осадков $>0,1$ мм, за данный период, аналогичен полю температуры. Наибольшая вероят-

ность выпадения осадков, наблюдается на северо-западе Русской равнины, на станциях Смоленск ($44,2\%$) и Москва ($44,7\%$). Наименее вероятны осадки на юге рассматриваемой территории (Харьков $26,6\%$, Саратов $27,1\%$).

Такое распределения температуры и вероятности выпадения осадков обусловлено особенностями циркуляционного режима атмосферы, а именно: влиянием Атлантики на северо-западе Русской равнины и отрогов субтропических антициклонов на юге и юго-востоке.

Для выявления солнечно-активных связей и гидротермического режима центральной части Русской равнины была произведена классификация интенсивности солнечного излучения на 3 класса (Min, Norm, Max). Для чего функция распределения солнечной активности была разделена на три равные $33,3\%$ – квантили, которые в дальнейшем с учетом изменения поляризации магнитного поля были разделены еще на 2 подкласса восходящей и нисходящей линии солнечного цикла. В результате получено 6 классов солнечной активности: восходящая ветвь: MinUp, NormUp, MaxUp; нисходящая ветвь: MinDown NormDown MaxDown. Для каждого полученного класса солнечной активности были построены поля аномалий температуры и разностей вероятности выпадения осадков $>0,1$ мм.

В основу анализа гидротермического режима Русской равнины положена концепция влияния солнечной активности на вертикальные ячейки общей циркуляции атмосферы (ячейка Гадлея (Hadley), ячейка Ферреля, полярная ячейка), внутри которых тепло- и влагообмен происходит по адиабатическим законам.

В связи с тем, что центральная часть территории Русской равнины расположена в ячейке Ферреля, предполагается, что влияние солнечной активности будет сказываться на положении, размерах и интенсивности вертикальных движений воздуха в ней.

Следует отметить, что в южной периферии вертикальной ячейки наблюдаются восходящие движения воздуха, а в северной периферии – нисходящие. Поэтому, усиление интенсивности вертикальной ячейки общей циркуляции атмосферы, способствует усилению циклональной циркуляции в ее южной периферии и антициклональной – в северной.

Предположим, что при малой солнечной активности наибольшим энергетическим потенциалом обладает ячейка Гадлея, т.к. она охватывает экваториальную зону, где наибольший приток солнеч-

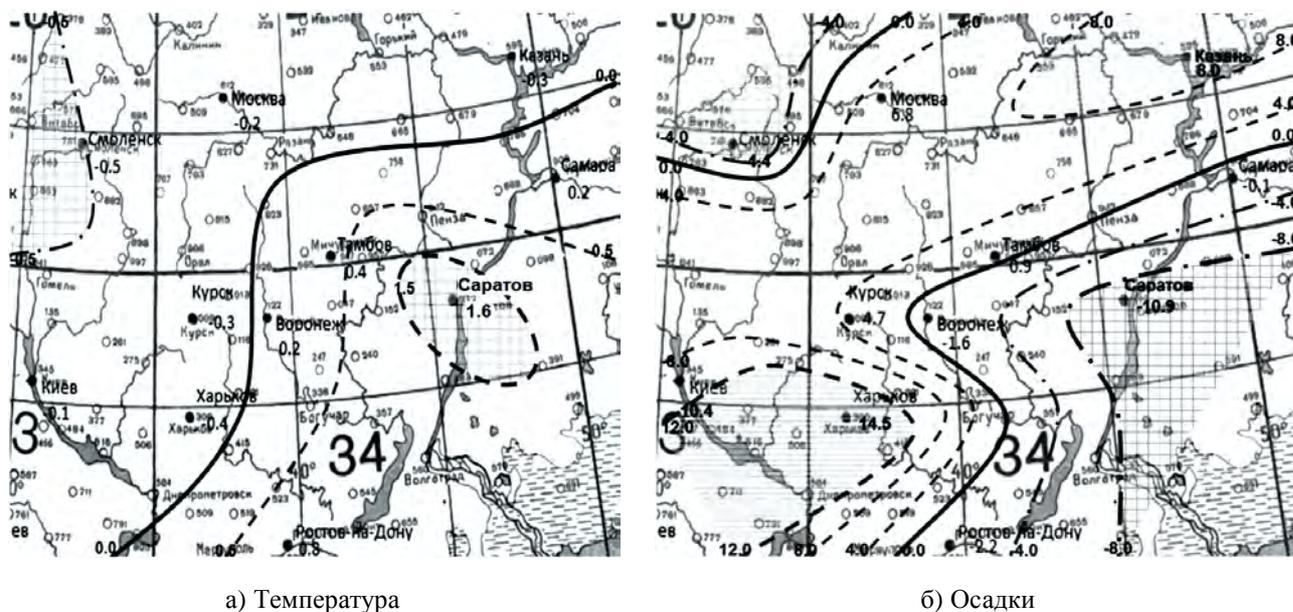


Рис. 1. Класс MinUp

ной радиации. Это приводит к увеличению ее интенсивности и площади по отношению к другим ячейкам. Таким образом, ячейка Гадлея будет «выдавливаться» ячейку Ферреля в более высокие широты, которая с севера ограничена полярной ячейкой. Увеличение площади ячейки Гадлея будет способствовать уменьшению ее энергетического потенциала, за счет затрат на совершение работы сил расширения, что в свою очередь, за счет увеличения сил «сжатия», приведет к повышению энергетического уровня ячейки Ферреля. При усилении солнечной активности, энергетический потенциал ячейки Ферреля увеличивается, за счет притока солнечной радиации и освобождения энергии сил «сжатия», а энергия ячейки Гадлея уменьшается. Таким образом, ячейка Ферреля начнет «выдавливаться» ячейку Гадлея в более низкие широты.

Анализ аномалии температуры и разности вероятности выпадения осадков для класса MinUp для июля месяца представлены на рисунке 1.

Исходя из вышеизложенной гипотезы, а также анализа рисунка 1 следует, что при минимальном классе солнечной активности на восходящей ветви (MinUp), юго-восток рассматриваемой территории, а именно: центральная часть Поволжья находится под влиянием северной периферии ячейки Гадлея (Hadley) с антициклональным типом погоды. Ячейка Ферреля ослаблена. Южная периферия ячейки Ферреля с циклональным типом погоды слабо развита, имеет псевдоширотную направленность и расположена в центральной части Русской равнины по линии Харьков – Киев – Мос-

ква – Казань. Северная периферия ячейки Ферреля с нисходящими движениями воздуха и антициклональным типом гидротермического режима располагается в районе Смоленска.

Из рисунка 1а видно, что в центральной части Поволжья располагается гребень тепла с превышением среднего многолетнего значения температуры на 1,6°C в районе Саратова. Положительные аномалии температуры на юго-востоке Русской равнины при классе солнечной активности MinUp обусловлены адиабатическими процессами. Активная циклоническая деятельность в южной периферии ячейки Ферреля определяет незначительную отрицательную аномалию температуры в Украине (-0,1 Киев, -0,4°C Харьков), а также в центральных районах России (-0,3°C Курск, -0,2°C Москва) и в Казани -0,3°C. Северо-запад находится под влиянием северной периферии ячейки Ферреля с нисходящими движениями воздуха, обуславливающими формирование Скандинавского антициклона в районе Смоленска, где наблюдается адвекция холода на -0,5°C.

Поле осадков, представленное на рисунке 1б, позволяет утверждать, что при данном классе солнечной активности (MinUp), в районе юго-востока Поволжья наблюдается засушливый тип погоды с уменьшением вероятности выпадения осадков (на 10,8 % относительно многолетней вероятности). Граница ячейки Гадлея проходит по станциям Ростов-на-Дону, Воронеж, Тамбов, Самара.

Субтропический антициклон ячейки Гадлея, а также южная периферия ячейки Ферреля, способ-

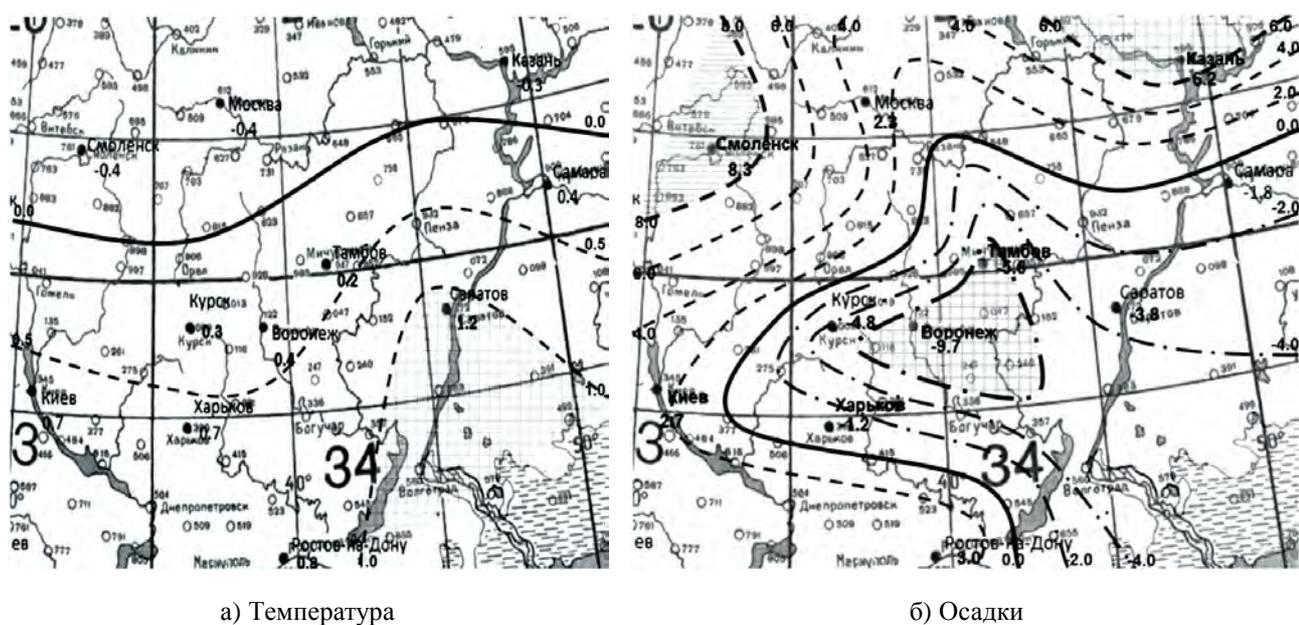


Рис. 2. Класс NormUp

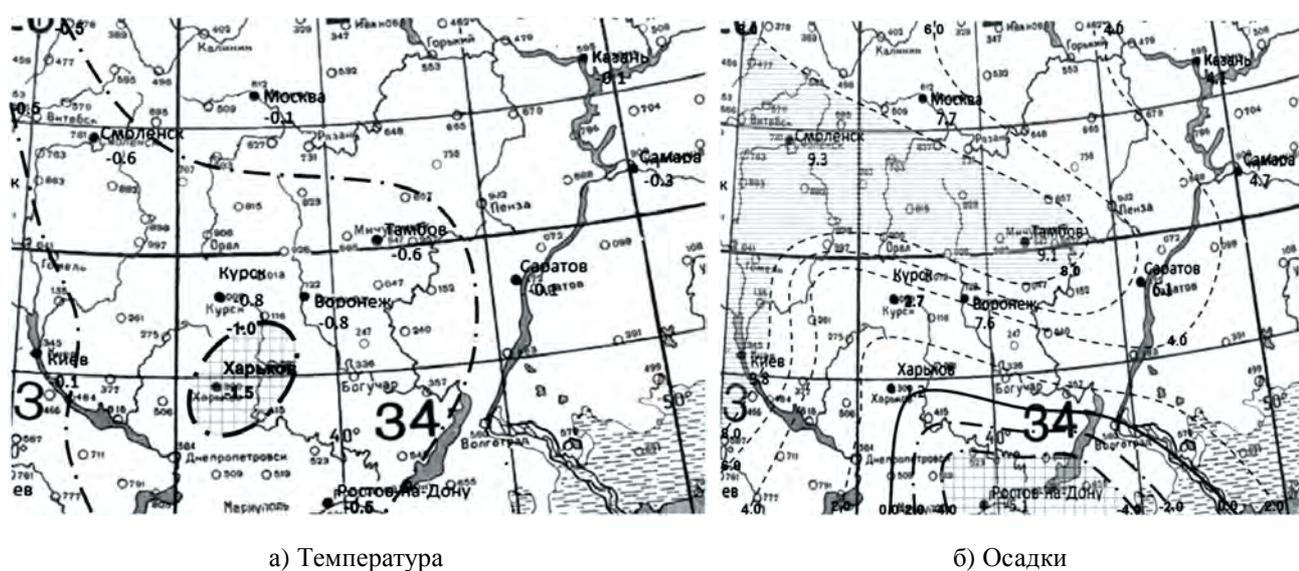


Рис. 3. Класс MaxUp

ствуют адвекции влажного воздуха с Черного моря с увеличением вероятности выпадения осадков в Украине (на 14,5 % – Харькове; 10,4 % – Киеве), в центральной части Русской равнины (на 6,8 % в Москве) и в Казани на 8,0 %. Скандинавский антициклон северной периферии ячейки Ферреля способствует уменьшению вероятности выпадения осадков в районе Смоленска на -4,4 %.

Дальнейшее изменение интенсивности солнечной активности ведет к усилению адиабатических процессов внутри вертикальных ячеек общей циркуляции атмосферы и изменению их интенсивности. В ячейке Гадлея происходит дальнейшее увеличение работы сил расширения, ячейка охваты-

вает огромную территорию Центрально-черноземного региона (Курск, Воронеж, Тамбов), а также юг Поволжья (Саратов). Также наблюдается усиление и расширение ячейки Ферреля, которая смещается в более высокие широты.

Гидротермический режим класса NormUp при увеличении солнечной активности представлен на рисунке 2а, б.

На южной периферии ячейки Ферреля по линии Смоленск – Москва – Казань наблюдается незначительная адвекция холода, вызванная активизацией циклонических процессов и адвекцией влажного, прохладного воздуха с Атлантики. Распределение гидротермических показателей имеет

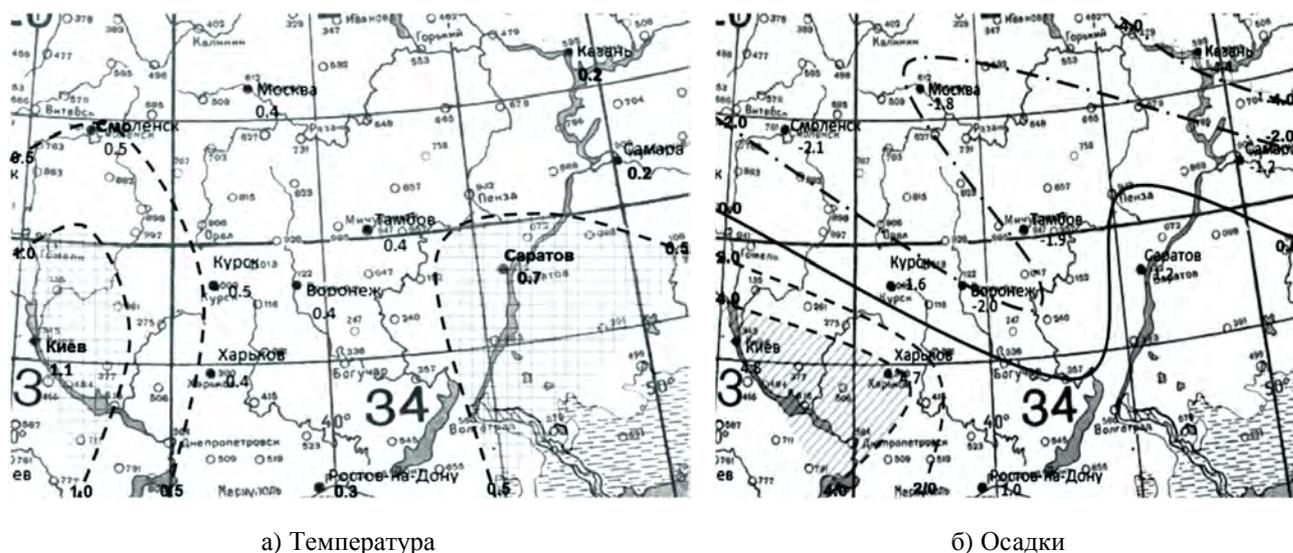


Рис. 4. Класс MaxDown

более выраженный широтный характер. Площадь засушливой территории охватывает большую часть центра Русской равнины. Очаг засушливости с Поволжья смещается к западу и наблюдается в районе Центрального Черноземья с центром в Воронеже, где дефицит выпадения осадков достигает $-9,7\%$. На юго-востоке территории наблюдается гребень тепла, достигающий значений $1,2^\circ\text{C}$ на станции Саратов.

Результаты анализа класса MaxUp представлен на рисунке 3.

При наибольшей солнечной активности на восходящей ветви (MaxUp) наблюдается дальнейшее усиление сил расширения и увеличение площади ячейки Ферреля и наоборот ослабление и уменьшение ячейки Гадлея. Не маловажная роль в данном случае принадлежит подстилающей поверхности, а именно: суше с большой теплопроводностью. Большой приток тепла к подстилающей поверхности способствует усилению термической конвекции воздуха, следовательно, активизации циклонической деятельности, способствующей адвекции прохладного и влажного воздуха с Атлантики, особенно на северо-западе территории. В складывающейся ситуации практически вся территория Русской равнины становится охваченной циклональной деятельностью ячейки Ферреля. Термический режим (рис. 3а) характеризуется отрицательными аномалиями температуры, достигающими $-1,5^\circ\text{C}$ (Харьков). Наблюдается значительное увеличение вероятности выпадения осадков на большой территории, охватывающей полосу Киев ($9,8\%$) – Смоленск ($9,3\%$) – Тамбов ($9,1\%$) – Саратов ($6,1\%$). Небольшой очаг засушливой

территории наблюдается только в районе Ростова-на-Дону, вызванный влиянием субтропического антициклона ячейки Гадлея (рис. 3б), а дефицит выпадения осадков от среднего многолетнего составляет $-5,1\%$.

Следующим этапом исследования было проведение анализа влияния солнечной активности на нисходящей ветви (Down). Предполагается, что длительное воздействие высокого уровня солнечной активности будет способствовать повышению энергетического потенциала ячейки Ферреля и ослабление ячейки Гадлея. Таким образом, на нисходящей ветви при максимуме солнечной активности MaxDown, следует ожидать несколько иную картину гидротермического режима территории, чем на восходящей ветви MaxUp.

Результаты анализа гидротермического режима территории Русской равнины при классе солнечной активности MaxDown представлены на рисунке 4.

Анализ рисунка 4 подтверждает вышеизложенную гипотезу, а именно: наблюдается увеличение площади ячейки Ферреля, смещение ее к югу. Северная периферия ячейки Ферреля с нисходящими движениями воздуха охватывает обширную территорию центральных и северных районов Русской равнины. Над этой территорией формируется антициклональный тип гидротермического режима. Наблюдается незначительный дефицит выпадения осадков ($-2,1\%$ Смоленск, $-2,0\%$ Воронеж, $-4,4\%$ Казань). За счет адиабатического опускания воздуха, а также западной периферии антициклона, способствующей адвекции тепла с юга, наблюдается незначительное повышение темпера-

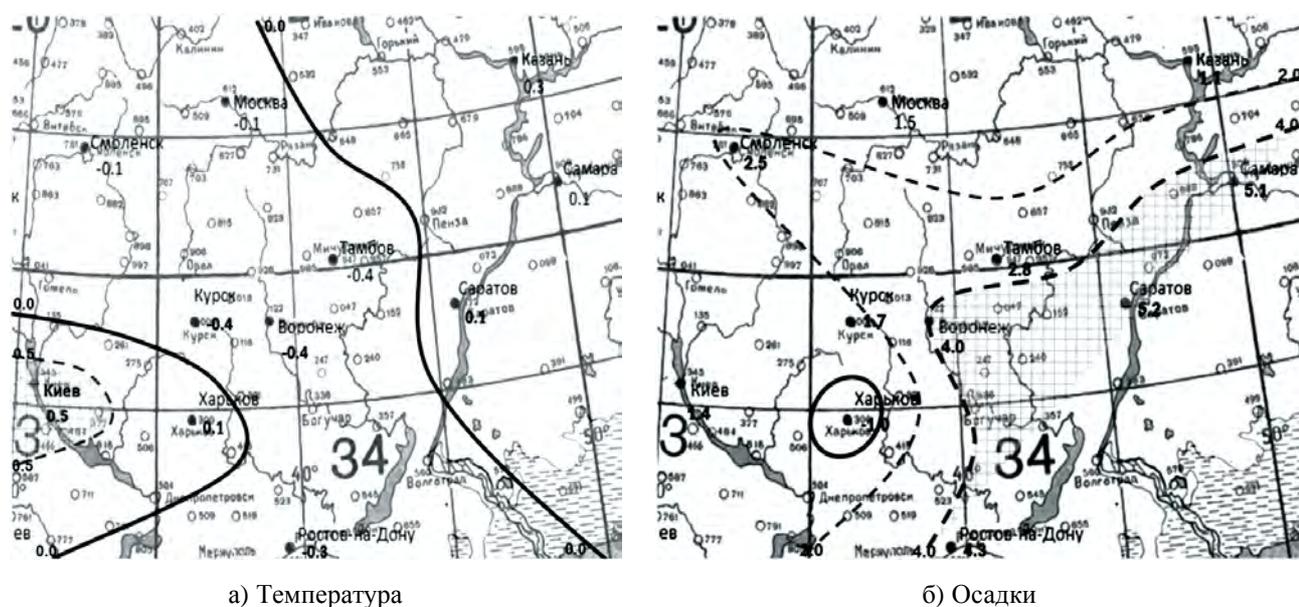


Рис. 5. Класс NormDown

туры на западе Русской равнины $0,5^{\circ}\text{C}$ (Смоленск, Курск), $0,4^{\circ}\text{C}$ (Тамбов, Воронеж, Москва) и $0,2^{\circ}\text{C}$ (Казань, Самара). Юго-западные районы территории, за счет смещения в этот сектор южной периферии ячейки Ферреля, подвержены усилению вертикальных токов и активизацией средиземноморских циклонов, способствующих дополнительному увлажнению территории (Киев – $4,8\%$, Харьков – $4,7\%$) и адвекции тепла (Киев – $1,1^{\circ}\text{C}$, Саратов – $0,7^{\circ}\text{C}$). Юго-восточный сектор находится под влиянием периферии тыловой части Азиатского минимума, центр которого находится значительно юго-восточнее (Саратов – $1,2\%$).

При ослаблении солнечной активности на нисходящей ветви при классе NormDown (рис. 5) происходит ослабление энергетического потенциала сил расширения, ячейка Ферреля смещается в более высокие широты. Территория Русской равнины находится под воздействием центральной части и южной периферии ячейки Ферреля, способствующей усилению Азиатского минимума. Тыловая часть Азиатского минимума способствует развитию неустойчивости атмосферы практически на всей территории Русской равнины, особенно в Поволжье, за счет дополнительного увлажнения с Волжского бассейна. Наблюдается увеличение вероятности выпадения осадков (рис. 5б) в Центральных районах ($2,3\%$ Смоленск, $1,5\%$ Москва) и Центрально-черноземном регионе ($2,8\%$ Тамбов, $4,0\%$ Воронеж), особенно на станциях расположенных вдоль побережья Волги ($5,1\%$ Самара; $5,2\%$ Саратов). Незначительное увеличение вероятности выпадения осадков на северо-востоке

(Москва – $1,5\%$, Тамбов – $2,8\%$, Казань – $1,1\%$) также обусловлено термической неустойчивостью в тылу циклона и развитием внутримассовой кучево-дождевой облачности.

Термический режим (рис. 5а), за счет циркуляции атмосферы, определяющей усиление ультраполярных процессов, характеризуется незначительной адвекцией холода на северо-западе (Смоленск $-0,1^{\circ}\text{C}$, Курск $-0,4^{\circ}\text{C}$, Воронеж $-0,4^{\circ}\text{C}$, Тамбов, Москва $-0,1^{\circ}\text{C}$).

Узкая полоса юго-западного сектора Русской равнины (Днепропетровск, Харьков), находится под влиянием отрога Азорского антициклона.

При минимальной солнечной активности на нисходящей ветви (класс MinDown), представленной на рисунке б, наблюдается практически зеркальное отображение ситуации MaxDown. Происходит существенное ослабление ячейки Ферреля с дальнейшим смещением ее в более высокие широты.

Деятельность ячейки Ферреля ослаблено. Практически вся территория Русской равнины находится под мощным влиянием ячейки Гадлея, с нисходящими движениями и активной антициклональной деятельностью Азорского антициклона. Влияние Азорского антициклона способствует значительному уменьшению вероятности выпадения осадков на юго-западе ($-15,4\%$ Киев).

Территория Поволжья также находится под воздействием северной периферии ячейки Гадлея, обуславливающей антициклональный тип гидро-термического режима с положительной аномалией температуры и уменьшением вероятности выпадения осадков на юго-востоке ($-5,0\%$ Саратов).

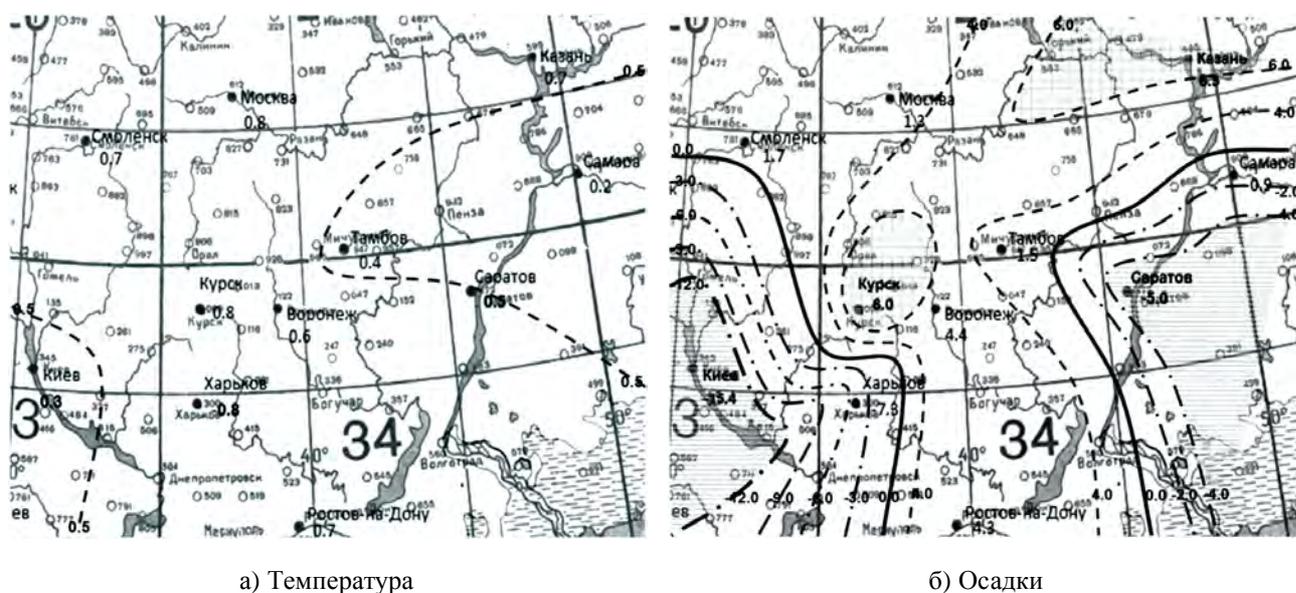


Рис. 6. Класс MinDown

С точки зрения формирования anomalно высоких температур и образования засухи данная ситуация для юго-западных регионов, а также территории Поволжья, является наиболее опасной.

Через метеостанции Казань – Курск – Воронеж – Ростов-на-Дону наблюдается узкая полоса линии неустойчивости, на которой наоборот наблюдается превышение до 6 % вероятности возникновения осадков относительно климатических показателей. В данном случае линия неустойчивости представляет собой промежуточную ложбину между двумя антициклонами в ячейке Гадлея. Учитывая высокий энергетический потенциал и вероятность выпадения осадков, данная синоптическая ситуация способствует формированию на линии неустойчивости опасных природных явлений таких как смерч, шквал, гроза и град.

В результате проведенной работы установлено, что каждая из вертикальных ячеек общей циркуляции атмосферы (ячейка Гадлея, ячейка Ферреля, полярная ячейка) представляет собой обособленную структуру, состоящую из областей восходящих движений воздуха в южной периферии и областей нисходящих движений воздуха в северной периферии.

Таким образом, солнечно-земные связи в атмосфере проявляются путем изменения энергетического потенциала вертикальных ячеек общей циркуляции атмосферы, а именно: тепло- и влагообмен внутри них происходит по адиабатическим законам. Солнечная активность является модулятором сил работы расширения и сжатия вертикаль-

ных ячеек атмосферы. Увеличение изменчивости давления и температуры в период повышенной солнечной активности связано с усилением адиабатических процессов внутри вертикальных ячеек, а именно: увеличением сил работы расширения и сжатия. При увеличении солнечной активности, происходит усиление ячейки Ферреля и увеличение ее площади.

Южная периферия вертикальной ячейки характеризуется восходящими движениями воздуха, что обуславливает циркуляционный тип гидротермического режима территории, а северная периферия охвачена нисходящими движениями воздуха с антициклональным гидротермическим режимом. Влияние северной периферии ячейки Гадлея, в периоды малой фазы солнечной активности, достигает широт 52-55°с.ш.

Основная причина засух в южной части Русской равнины обусловлена усилением ячейки Гадлея при низком уровне солнечной активности. Синоптическая ситуация у поверхности земли в этих районах отображает влияние северной периферии ячейки Гадлея с нисходящими движениями воздуха, обуславливающие малооблачную, сухую и жаркую погоду тропических антициклонов. Нагрев воздуха в данном случае осуществляется не столько из-за адвекции тепла, сколько за счет адиабатического нагрева при опускании сухого воздуха с верхних слоев атмосферы. Анализ данных температурно-ветрового зондирования 2010 года на станции Воронеж в период экстремальных температур под-

твердил преобладание северо-восточной циркуляции, что подтверждает вышеизложенной предположение [3].

Итак, при прогнозе гидротермического режима необходимо учитывать фазу и интенсивность солнечной радиации, а также местоположение пункта прогноза. Без учета данных факторов, ошибочно считать общие заявления, что усиление солнечной активности ведет к усилению циклонической активности, а ослабление – к усилению антициклонической циркуляции.

Учитывая тот факт, что солнечная активность имеет выраженную цикличность, то данный материал можно рекомендовать в качестве методического прогноза гидротермического состояния на рассматриваемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Л. М. Выявление циклических колебаний во временном ходе условий увлажнения Воронежа / Л. М. Акимов // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 4 (57). – С. 59-63.

2. Акимов Л. М. Исследование динамики многолетнего ряда температуры в целях разработки сверхдолгосрочного прогноза. / Л. М. Акимов, Т. Н. Задорожная // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2014. – № 3. – С. 35-40.

3. Акимов Л. М. Разработка методики регионального вероятностного прогноза засух на примере города Воронежа / Л. М. Акимов // Жара 2010 года в Центральном Черноземье: последствия, причины, прогнозы. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2012. – С. 161-205.

4. Вернова Е. С. Магнитный цикл Солнца: особенности распределения фотосферного поля. / Е. С. Вернова, М. И. Тясто, Д. Г. Баранов // Солнечно-земная физика. – 2008. – Т. 1, вып. 12. – С. 30-31.

5. Изменчивость прямой солнечной радиации и температуры в Северном полушарии в связи с вулканическими извержениями / В. Ф. Логинов [и др.] // Известия Всесоюзного географического общества. – 1983. – Вып. 5. – С. 401-411.

6. Монин А. С. Солнечный цикл / А. С. Монин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1989. – 68 с.

7. Мустель Э. Р. О реальности воздействия солнечных корпускулярных потоков на нижние слои земной атмосферы / Э. Р. Мустель // Научная информация Астрономического Совета АН СССР. – 1972. – Вып. 24. – С. 5-56.

8. Ракипова Л. Р. Корреляционный анализ связей средних январских метеорологических полей тропосферы и стратосферы высоких широт внутри 11-летнего солнечного цикла / Л. Р. Ракипова, В. Г. Кидиярова, И. А. Щерба // Труды Главной геофизической обсерватории. – 1981. – Вып. 443. – С. 16-121.

9. Смирнов Р. В. Изменения в тропосферной циркуляции, связанные с влиянием неоднородной структуры межпланетной среды / Р. В. Смирнов // Солнечные атмосферные связи в теории климата и прогнозах. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1974. – С. 33-42.

10. Смирнов Р. В. Солнечный ветер и температурное поле тропосферы / Р. В. Смирнов // Доклады АН СССР. – 1967. – Т. 175, № 1. – С. 76-79.

11. Тулинов В. Ф. Корпускулярное излучение и проблема солнечно-атмосферных связей / В. Ф. Тулинов, В. М. Фейгин // Труды Центральной аэрологической обсерватории. – 1982. – Вып. 96. – С. 99-105.

12. Wada H. A study on the behavior of the polar vortex and its application to long-range weather forecasting / H. Wada // The Geophysical Magazine. – 1962. – Vol. 31, No. 2.

Акимов Леонид Мусамудинович
кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: akl63@bk.ru, deanery@geogr.vsu.ru

Akimov Leonid Musamudinovitch
Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of chair of nature management, department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: akl63@bk.ru, deanery@geogr.vsu.ru