

Ориентируясь на комплексную экологическую оценку можно дать ряд рекомендаций по снижению уровней экологической напряженности для конкретных кварталов. Это, прежде всего, шумозащитные мероприятия (установка шумозащитных экранов и окон), что позволит хотя бы частично снизить уровни шума в близлежащих от автотрасс жилых домах. Реконструкция основных крупных магистралей, строительство дублеров и объездных магистралей приведет (при увеличении пропускной способности) к снижению максимально разовых концентраций загрязнения воздуха. Однако строительство новых и расширение старых дорог может оказать негативное влияние на территорию, так как увеличение интенсивности дорожного движения влечет за собой и нарастающий уровень загрязнения. В результате ряд благополучных в экологическом плане кварталов могут превратиться в умеренно благоприятные.

Комплексная экологическая оценка городской территории является неотъемлемой частью городского планирования. Она позволяет обеспечить реализацию генерального плана города в части эколого-градостроительных требований с применением экономических, правовых и административных механизмов, включающих мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду, реабилитацию природных территорий тем самым благотворно влияя на качество жизни населения города. Такая оценка не возможна без применения современных методов исследования, в частности ГИС, которые позволяют проследить динамические пространственные изменения в природной среде города и проанализировать полученные данные в реальном времени.

Библиографический список

1. Битюкова В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. М.: Эдиториал УРСС, 2004. –448 с.
2. Ильина И.Н. Экологические основы нормативного и экономического регулирования градостроительной деятельности в Москве. – М.: ГЕОС, 2002. – 413 с.
3. Исаченко А. Г. Ресурсный потенциал ландшафта и природно-ресурсное районирование// Изв. РГО. 1992 Т.124 Вып.3. с.94-115.
4. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов.- М. Научный мир, 2002.-196 с.
5. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.:Астрель-2000, 1999.-768 с.
6. Проблемы урбанизации на рубеже веков.-Смоленск: Ойкумена, 2002.-328 с.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЗОНЕ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ ВОЛГИ

*Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов, С.Е. Хлевина
Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева
Саранск, Россия
E-mail: gkg_mrsu@mail.ru, hlevinasv@mail.ru*

THE SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF THE CLIMATE CHANGING IN THE ZONE OF THE BROAD-LEAVED WOODS OF THE VOLGA RIVER RIGHT-BANK

*N. G. Ivlieva, V.F. Manukhov, S.E. Khlevina
Mordovia N.P. Ogarev state university, Saransk, Russia
E-mail: gkg_mrsu@mail.ru, hlevinasv@mail.ru*

Abstract. The results of the carried out researches directed on studying of regional manifestations of the climate changing in the zone of the broad-leaved woods of the Volga river right-bank at the end of the XX century according to meteorological observations and monthly values of a vegetation index (NDVI) are described in the article.

В последнее время достаточно отчетливо просматриваются региональные проявления глобального потепления. Изменение климата в каждом регионе имеет свои особенности, связанные с широтой местности и физико-географическими условиями.

Зона широколиственных лесов правобережья Волги является частью Русской равнины. На общем фоне равнины поверхность территории далеко не однообразна. Низменности и возвышенности характерны для рельефа, и местами контрасты его весьма резки. Они заметно влияют на динамические и термодинамические атмосферные процессы, обуславливая более пеструю картину климатических условий. Климат территории умеренно-континентальный с холодной зимой и умеренно теплым летом. Большое влияние на климат оказывает западно-восточный перенос и, в целом, на территории более активна циклоническая деятельность,

чем антициклоническая, и преобладают воздушные массы Атлантики, Арктического бассейна и сформировавшиеся в Европе.

Своеобразие ландшафтно-зональной структуры территории во многом определяется ее промежуточным долготно-секторным положением. Воздушные массы, идущие с Атлантики, по мере движения на восток теряют значительную часть влаги и доходят до ее восточных рубежей уже значительно иссушенными. Зимой, когда на западе Русской равнины большую роль приобретает адвекция тепла, ее восточная часть выделяется как область, где адвекция ослаблена, и холодная зима мало смягчается влиянием Атлантического океана. Следствиями континентальности климата восточной части территории являются: 1) смещение границ степи и лесостепи на север по сравнению с западной частью; 2) сближение границ природных зон и подзон; выклинивание подзоны широколиственных лесов; 3) изменение видового состава растительности; 4) усиление локальных биоклиматических контрастов и мозаичности самой ландшафтной структуры.

Широколиственные ландшафты характеризуются умеренно теплым климатом, соотношение тепла и влаги близко к оптимальному. Между лесами и луговой степью существуют неустойчивые динамические соотношения, которые определяются колебаниями коэффициента увлажнения в ту или иную сторону от единицы. Поэтому, естественно, общая тенденция сводится к смене лесов степями в широтном направлении с север-северо-запада на юг-юго-восток [Коломыц, 2005].

Целью проведенных нами исследований являлось изучение региональных проявлений изменения климата в зоне широколиственных лесов правобережья Волги в конце XX столетия по результатам метеорологических наблюдений и месячным значениям нормированного разностного вегетационного индекса (NDVI), полученным по спутниковым данным о состоянии подстилающей поверхности.

В последнее время ГИС стали для климатологии необходимым инструментом исследования. Программное обеспечение ГИС предоставляет возможность выполнения пространственного анализа и математико-картографического моделирования.

В качестве первоначальной задачи стояло геоинформационное обеспечение исследований территории, которое включало создание единой согласованной комплексной системы цифровых картографических материалов [Ивлиева, Хлевина, 2011].

В качестве источников создания единой цифровой картографической основы исследований использовались различные карты, данные метеорологических пунктов наблюдения, месячные данные вегетационного индекса (NDVI).

Картографические источники были представлены как в цифровом, так и традиционном виде. Ряд карт, характеризующих увлажненность территории, был взят из атласа-монографии [Коломыц, 2005]. Все карты были отсканированы и зарегистрированы в ГИС с указанием проекции, в которой они были составлены, затем оцифрованы. Месячные данные NDVI в узлах регулярной сетки с разрешением $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ за период 1982-2001 гг. представляли собой результат обработки наблюдений радиометром с высоким разрешением AVHRR со спутников серии NOAA.

Для интеграции разнородных картографических материалов в единую систему, прежде всего, была определена математическая основа. Карты составлялись на территорию зоны широколиственных лесов Правобережья Волги, которая ограничена меридианами 40° и 48° в.д. и параллелями 53° и 57° с.ш. Для исследуемой территории была выбрана нормальная коническая равнопромежуточная проекция с двумя стандартными параллелями с широтами 54° и 56° .

Все подготовленные картографические цифровые слои преобразованы в выбранную проекцию. По географическим координатам метеостанций был создан точечный слой в ГИС ArcView. Атрибутами служили значения метеорологических элементов. Месячные данные вегетационного индекса были также переведены из таблицы в векторный точечный слой.

Изучение и картографирование региональных проявлений изменения климата проводилось на основе сравнения средних значений основных метеорологических величин по территорию Правобережья Волги за следующие периоды наблюдений: 1936-1960 гг., 1961-1990 гг., 1991-2000 гг.

Период 1961-1990 гг., рекомендован Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) в качестве расчета "норм" по основным метеозлементам (температура воздуха, осадки и т.д.), именно по отношению к этим "нормам" говорят об аномалиях погоды. Среднегодовая температура воздуха в этот период изменялась по территории от $3,7^{\circ}\text{C}$ (МС Порецкое и Шуя) до $4,3^{\circ}\text{C}$ (МС Елатьма). Абсолютный максимум температуры воздуха составлял от 36 до 39°C . Абсолютный минимум – от 41 до 45°C . Самым теплым месяцем является июль со средней температурой от 18°C в Шуе до $18,9^{\circ}\text{C}$ в Саранске, самым холодным – январь со средней температурой от $-11,2^{\circ}\text{C}$ в Елатьме до $-12,3^{\circ}\text{C}$ МС Порецкое.

Многолетний ход среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков был проанализирован отдельно за разные периоды наблюдений. Построены соответствующие графики, на которых было добавлено изображение среднего значения показателя и полосы, характеризующей среднеквадратическое отклонение результатов наблюдений от среднего [Ивлиева, Хлевина, 2008].

Период 1991-2000 гг. был отдельно выделен из-за того, что именно в последние годы наиболее заметно стала проявляться тенденция к потеплению климата. Рассматриваемый 10-летний период на исследуемой территории характеризуется общим потеплением в зимние месяцы. Наибольшее потепление наблюдается в январе и достигает величины от $2,7$ до $5,7^{\circ}\text{C}$. В весенние месяцы произошло потепление в марте и апреле на

величину от 0,5 до 1,1°C, а май стал холоднее на 0,5-0,6°C. В летние месяцы отмечено, как потепление, для июня на 1,0-1,3°C, так и похолодание, для августа на 0,2-0,5°C. Июль остался практически прежним. Осенью заметно потеплело в октябре на 0,9-1,4°C, сентябрь остался прежним, ноябрь стал еще холоднее на 1,5-1,7°C. В результате средняя за год температура воздуха повысилась на 0,4-0,8°C, т.е. тренд составляет 0,04-0,08°C в год.

Факт глобального повышения температуры воздуха в настоящее время не вызывает сомнения. С 1936г. по 2000г. значение коэффициента линейного тренда по ряду средних аномалий температуры воздуха в целом для территории составило 0,10°C/10 лет. Увеличение средних годовых значений температуры воздуха в последнем десятилетии произошло, в основном, за счет потепления в зимний период. По отдельным метеостанциям была построена серия графиков многолетних вариаций среднегодовой температуры воздуха.

Распределение осадков по территории зависит от циркуляционных факторов и местных особенностей. Большое влияние на распределение осадков оказывают высота места, форма рельефа, наличие лесных массивов, водоемов и речных долин. Пространственное и временное распределение осадков отличается значительной неравномерностью. Однако для станций расположенных на исследуемой территории характерны общие закономерности в изменении режима осадков. Месячный характер распределения осадков в последние 10 лет четких тенденций не имеет, в одни и те же месяцы на разных станциях наблюдались и рост, и уменьшение осадков. Уменьшение осадков наблюдалось в июле, кроме Н. Новгорода, на 2-17 мм.

По отдельным метеостанциям была также построена серия графиков, показывающих десятилетние аномалии значений климатических показателей (за 1991-2000 гг.) по отношению к среднемноголетним за 1991-60 гг.

Пространственно-временное варьирование аномалий на изучаемой территории наглядно продемонстрировали карты, составленные способом локализованных диаграмм. Столбиковые графики, отнесенные к метеостанциям, использовались для показа годового хода отклонений среднемесячной температуры воздуха по отношению к норме. Масштабность знаков (столбиков) – абсолютная: 1 мм высоты столбика соответствовал 0,2°C.

Для построения изолинейных карт температуры, осадков, гидротермического коэффициента и их аномалий применялись цифровые модели поверхностей (ЦМП). Следует отметить, что условные поверхности распределения этих климатических характеристик — плавно и постепенно изменяющиеся. Поэтому экспериментально были выбраны 3 метода для создания ЦМП: кригинг, сплайн, полиномиальная регрессия. Метод геостатистической интерполяции (кригинг) позволяет строить карты, показывающие пространственное варьирование, достаточно детально. На основе сплайн-интерполяции создается сглаженная поверхность. Карту трендовой поверхности, отражающей главную, общую тенденцию в географическом распределении явления, можно составить, применяя полиномиальную регрессию. На основе перечисленных методов моделировались поверхности распределения изучаемых характеристик в разные периоды наблюдений [Манухов, Ивлиева, Тюряхин, 2009].

Интервал между изолиниями сохранялся постоянным. В этом случае частота изолиний позволяет зрительно судить о направлении быстрейшего горизонтального изменения показателя — горизонтальном градиенте. Величина интервала зависела в первую очередь от пределов, в которых колеблются значения явления. Чем шире пределы, тем больше интервал, и наоборот. На картах отклонений от нормы отчетливо выражены области, более подверженные изменениям климата и территории со слабо выраженными изменениями (рис. 1).

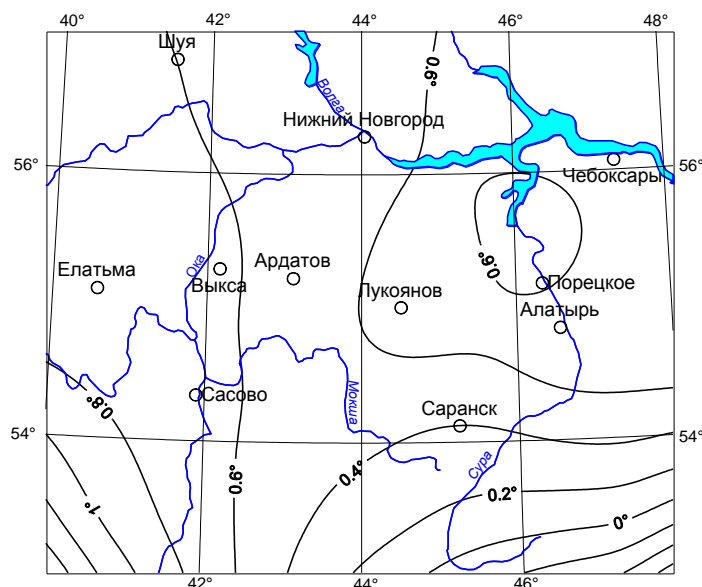


Рис. 1. Десятилетние аномалии среднегодовой температуры воздуха (1991-2000 гг.) по отношению к среднемноголетней за 1961-1990гг.

Наложение на одной карте изолиний, соответствующих разным периодам наблюдений, наглядно показывает их смещение относительно друг друга, что подтверждает тенденции в изменении климата. При рассмотрении и сравнении периодов наблюдения отчетливо проявляется, что от года к году температура воздуха незначительно, но всё-таки повышается. Например, на рис.2 можно заметить, что направление тренда температуры смещается на запад-северо-запад.

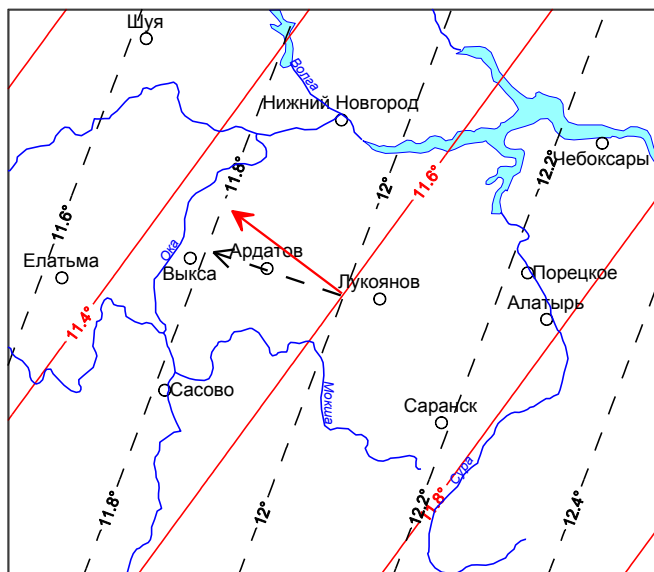


Рис. 2. Изображение тренда средней температуры воздуха за теплый период в 1961-1990 гг. (сплошные линии) и в 1991-2000 гг. (прерывистые линии)

Дальнейшие наши исследования были направлены на выявление взаимосвязи ландшафтной дифференциации с климатическими факторами. Изучение пространственных связей и зависимостей – одна из центральных и наиболее интересных проблем в науках о Земле. В ее решении картографическому методу принадлежит особая роль, которая особенно усилилась с внедрением новых информационных технологий.

Ландшафтная карта Правобережья Волги отражающая его природно-территориальную структуру, была нами взята из атласа-монографии. В основу легенды к карте положена классификация ландшафтов А.Г.Исаченко (1985), которая учитывает основные ландшафтообразующие факторы и закономерности формирования ландшафтов на региональном уровне. Для проведения исследований ландшафтная карта была преобразована в цифровую векторную форму — в формат ГИС ArcView.

Процедура выявления пространственной сопряженности между ландшафтами и климатическими характеристиками в работе основывалась на информационных моделях. На первом этапе рассчитывалось количество информации $T(A, B)$, которое несут друг о друге каждый из двух сравниваемых признаков, один из которых принимается за явление А, а другой - за фактор В. Совместное территориальное распределение исследуемых характеристик изучалось на основе функции Кросс-табуляция площадей модуля Spatial Analyst ГИС ArcView. С помощью операции оверлея специально подготовленных векторных слоев: ландшафтов (как явление А) и климатических характеристик (соответственно факторов В) автоматически считывалась информация по ячейкам растра размером 1 км×1 км; размер ячеек был выбран в соответствии с детальностью исходной информации. В результате выполнения этой процедуры была создана комбинационная таблица, столбцы которой совпали с грациями климатической характеристики (например, температуры), строки – с видами ландшафтов. Значения в ячейках таблицы — площади перекрытия соответствующих контуров двух совмещенных слоев.

Информационно-статистический анализ полученной таблицы проводился в приложении MS Excel. Поскольку для расчетов нужны были значения априорной вероятности классов (градаций) исследуемых явлений, то вначале рассчитывались доли площадей контуров второго слоя, покрывающих соответствующий контур ландшафтной карты. Так как при компьютерной обработке происходит подсчет ячеек соответствующих определенному типу сочетаний значений двух наложенных друг на друга слоев, то вычисленные доли площадей перекрытия представляют собой выборочные частоты, которые при большом объеме выборки близки к вероятностям. Для оценки чувствительности различных видов ландшафтов (явления А) к изменению климатической характеристики (фактор В) применялся параметр $T(A, B)$. По результатам вычислений оказалось, что общее количество информации, переданное от фактора В (среднегодовой температуры) к явлению А (ландшафтам), равно $T(A, B) = 0,79$, что свидетельствует о наличии значительного соответствия между изучаемыми явлениями.

По всем состояниям явления А (видам ландшафтов) вычислялись частные коэффициенты связи. Каждая строка матрица частных коэффициентов связи характеризовала состояние соответствующего вида ландшафтов в пространстве изменений среднегодовой температуры воздуха. Например, бореальный,

переходный к суббореальным (подтаежным) умеренно континентальный вид имеет по отношению к среднегодовой температуре (2.0° - 2.5°; 2.5° - 3.0°; 3.0° - 3.5°; 3.5° - 4.0°; 4.0° - 4.5°) нишу — (0; 2,4; 2,3; 0,7; 0), т.е. выявляется значимая связь со второй и третьей градациями температуры.

Затем был выполнен пространственно-временной анализ изменений неблагоприятных агроклиматических явлений, в частности атмосферных и почвенных засух, разной интенсивности. Определение тенденции географического распределения наборов опасных климатических явлений необходимо и для прогнозирования изменения ландшафтов.

Сравнение показателей увлажнения проводилось между ранее выбранными периодами наблюдений: 1936 – 1960 гг., 1961 – 1990 гг., 1991 – 2000 гг.

В работе рассмотрены три показателя засух: гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК), индекс Д. А. Педя, индекс вегетационных условий (VCI).

Среди индикаторов соотношения тепла и влаги простым для вычисления и в то же время достаточно обоснованным считается ГТК. По определению, ГТК характеризует увлажнение территории за сезон активной вегетации. Значения ГТК вычислялись как отношение суммы осадков (в мм) за период активной вегетации к сумме температур за этот же период. Специфичность ГТК состоит в том, что он не является годовым индикатором соотношения тепла и влаги.

В работе по данным наблюдений на метеостанциях (МС) вычислены значения ГТК за период с активными температурами воздуха и отдельно за разные месяцы (май, июнь, июль). Затем рассчитано среднее многолетнее значение (норма) и среднее квадратическое отклонение ГТК от нормы для каждой МС.

Неустойчивость увлажнения выражается экстремумами ГТК засухой (отрицательный экстремум) и переувлажнением (положительный экстремум). Экстремумы определяются за наиболее важные для вегетации месяцы (май, июнь, июль). Месячный ГТК считается экстремальным, если он отклоняется на среднее квадратическое отклонение и более от нормы. Период от 1961 до 1990 гг. принимается базовым для вычисления нормы. Статистические характеристики ГТК вычислены за весь интервал времени от 1936 до 2000 гг., за климатический период от 1936 до 1960 гг. и за период активизации глобального потепления от 1991 до 2000 гг. в сравнении с «нормой». Сравнение показателей ГТК за разные периоды указывает на их смещение относительно друг друга, что подтверждает тенденции в изменении климата на рассматриваемой территории.

Анализируя данные отрицательных экстремумов ГТК, составленные для первых месяцев сезона активной вегетации (май, июнь, июль), можно выявить повышение частоты майских засух в 1961-1990 и 1991-2000 годах (рис. 3). Наименьшее значение ГТК и соответственно наибольшая частота засух выявлено на юге и юго-востоке исследуемой территории, где она составляет в среднем 20%. На большей части правобережья Волги, частота июньских засух сократилась в период с 1961 по 1990 гг. по сравнению с предыдущим периодом. Позднее, в период активизации глобального потепления, частота засух сильно возросла (до 30%) на юго-востоке территории. Частота июльских засух была выше в период от 1936 до 1960 гг. и от 1991 до 2000 гг., наблюдается заметное смещение границ июльских засух по сравнению с предыдущими месяцами на восток и юго-запад исследуемой территории.

На протяжении ряда лет в нашей стране большое распространение получил индекс засушливости Д. А. Педя. Основной признак засухи – недостаток влаги на фоне теплой и даже жаркой погоды. Все это в простой форме выражено в показателе S, предложенном Д. А. Педем (1967), который определяет возникновение атмосферной засухи. В нем используются не сами значения температуры воздуха и осадков, а их аномалии, то есть отклонения от обычных условий (норм). Использование индекса S имеет ряд преимуществ, поскольку он дает степень отклонения значений температуры и осадков от нормальных (многолетних) величин и позволяет объективно классифицировать все случаи по степени засушливости или увлажнения. Этот индекс пригоден для любой природной зоны и для любого промежутка времени (декада, месяц, сезон). Индекс засушливости Педя был рассчитан для отдельных месяцев сезона вегетации (май-июль), на основе полученных значений вычислили относительную частоту средних и сильных засух ($S > 2.0$) в заданных временных интервалах.

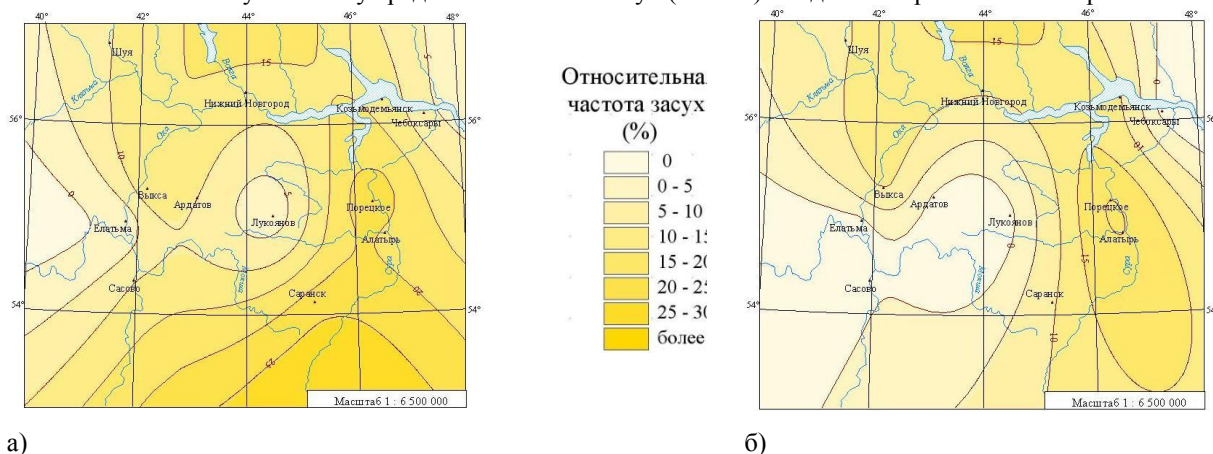


Рис. 3. Относительная частота майских засух по ГТК (в %): а) 1961-1990 гг.; б) 1991-2000 гг.

Частота майских засух по индексу Д. А. Педя незначительна за рассматриваемые климатические периоды, но за последнее тридцатилетие наблюдается увеличение частоты засух на востоке территории, максимум наблюдается в районе МС Алатырь и Поречское (40%) (рис. 4).

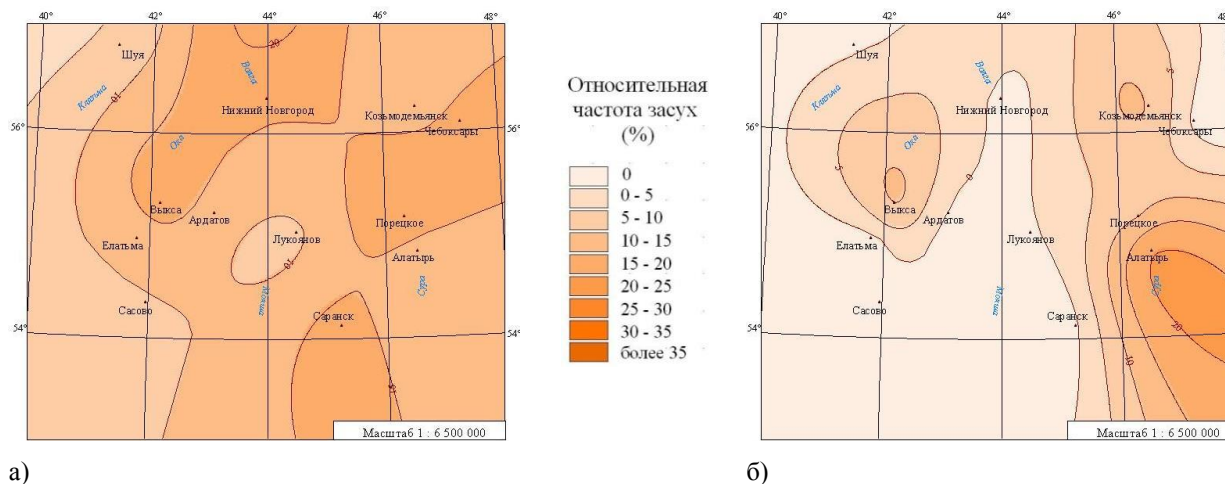


Рис. 4. Относительная частота майских засух по индексу Д.А. Педя (в %): а) 1961-1990 гг.; б) 1991-2000 гг.

На большей части правобережья Волги частота июньских засух сократилась в период 1961-1990 гг. (в среднем по территории составляет 10%) по сравнению с предыдущим периодом, когда наблюдалось сильное повышение частоты засух в междуречьях Волги и Суры, Клязьмы и Оки (до 20%), а в районе МС Алатырь до 30%. В последнее десятилетие XX века частота июньских засух возросла в западной части исследуемой территории до 25% (междуречье Клязьмы и Оки) и в восточной до 30%. Частота июльских засух уменьшилась в период от 1961 до 1990 гг. по сравнению с предыдущим климатическим периодом. За последнее десятилетие наблюдается повышение частоты июльских засух в южной и северо-восточной части территории. Таким образом, происходит смещение границ засух в летние месяцы на юго-восток и северо-восток правобережья Волги [Хлевина, 2012].

В конце XX века наблюдалась тенденция роста вегетационного индекса (NDVI) и его межгодовой изменчивости по территории. Причиной роста NDVI может быть как ослабление антропогенной нагрузки на землю в последние годы (зарастание кустарником пахотных земель и сельхозугодий), так и увеличение коэффициента годового увлажнения. Своевременное выявление затрагиваемых засухой районов требует использования оперативной космической информации, которая позволяет проследить развитие и распространение засухи.

В связи с развитием спутниковых наблюдений появилась возможность с середины 1980-х годов оценки состояния растительного покрова засушливых земель с помощью индекса вегетационных условий (VCI), характеризующего состояние растительности как хорошее, близкое к норме и стрессовое [Золотокрылин, Виноградова, Титкова, 2005]. Обычно стресс растительности порождается засухой.

Значение VCI меняется от 0 до 100%, отражая изменения погодных условий вегетации от сухих до влажных. Условия считаются влажными и благоприятными для растительности при VCI > 70%. Изменения VCI в диапазоне 30-70% отражают близкие к норме условия увлажнения. Вызванные засухой неблагоприятные условия для растительности характеризуются VCI < 30%. Поэтому показателем засухи служит средняя многолетняя продолжительность стрессового состояния растительности с VCI < 30%. При создании карт показатель засухи вычислялся по месячным данным NDVI с разрешением 1*1° за май – июль 1982 – 2001 гг.

Значения индекса VCI за период 1982- 2001 гг. максимальны в мае-июне, в июле значения этого показателя начинают убывать. Но даже самые минимальные показатели не опускаются ниже 40%.

Относительная частота майских засух по индексу вегетационных условий выше за период 1982-1990 гг., причем увеличение частоты наблюдается от центра территории к востоку и западу. Для периода 1991-2001 гг. характерно увеличение частоты засух с запада на восток. Максимальная частота засух в мае наблюдается в северо-западной части исследуемой территории (район Козьмодемьянска и Чебоксар) (рис. 5).

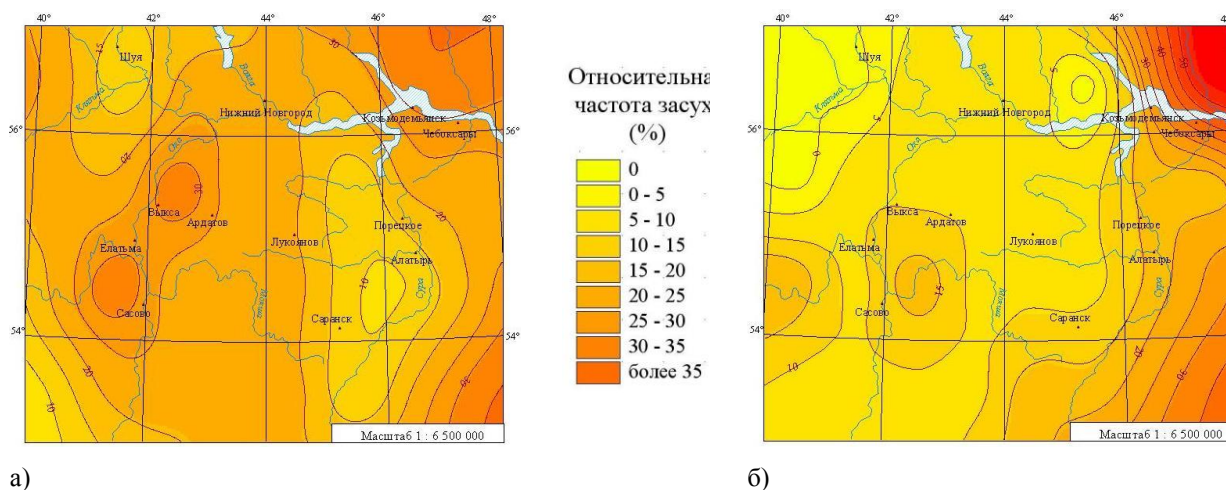


Рис. 5. Относительная частота майских засух по VCI (в %): а) 1982-1990 гг.; б) 1991-2001 гг.

Частота июньских засух минимальна в период 1982-1990 гг. и сильно возрастает во второе десятилетие. Для него характерно увеличение засух в южной части исследуемой территории в междуречье Цны и Мокши. Эта же тенденция подтверждается при рассмотрении всего периода наблюдений. Частота засух в июле за все временные периоды невысока (в среднем по территории 5%), лишь в последнее десятилетие наблюдается увеличение частоты в северо-западной части.

В работе выполнен анализ и составлен каталог изменений неблагоприятных агроклиматических явлений, в частности атмосферных и почвенных засух разной интенсивности в зоне широколиственных лесов правобережья Волги.

Интенсивность засухи иногда оценивают по температуре воздуха и количеству осадков за вегетационный период. К очень сильным засухам относят такие, при которых за вегетационный период выпадает меньше 50% нормы осадков, а средняя температура воздуха превышает норму на 3-4°C; к сильным – такие, при которых за тот же период выпадает 60-70% нормы осадков, а средняя температура выше нормы на 2°C; к средним – те, при которых выпадает 70-80% нормы осадков, а положительная аномалия температуры составляет 1,0-1,5°C.

По результатам исследования наибольший риск засух (от 21 до 40%), наблюдаются в юго-восточной части правобережья Волги. На большей части исследуемой территории повторяемость засух ($ГТК \leq 0,6$) находится в диапазоне от 1 до 21 %, а в северо-западной части составляет менее 1%. Здесь вероятность засушливых явлений колеблется от 10 до 20% в направлении с северо-запада на юго-восток, а число дней с максимальной температурой воздуха плюс 30°C и выше составляет 10% для всей территории.

Глобальное потепление проявляется в зоне широколиственных лесов правобережья Волги как зимне-весеннее потепление, за исключением мая (похолодание на 0,5-0,6°C). Летом изменения месячных температур разнонаправлены. Осенью потеплело в сентябре, но стало холоднее в ноябре.

Повышение осадков в разные месяцы во время глобального потепления было незначительным, т.е. оно оставалось в пределах выборочной изменчивости. Особенностью потепления стало слабое повышение частоты майских и июньских засух, которое стало причиной увеличения засушливости в мае-июне в юго-восточных районах, а в июле в центральных и юго-западных районах территории.

Ландшафтные особенности территории определяют разное распределение атмосферных, атмосферно-почвенных и почвенных засух. Совместный пространственно-временной анализ относительной частоты засух по ГТК, индексу Д. А. Педея и VCI может быть плодотворным для выяснения временного аспекта функционирования зональных ландшафтов.

Библиографический список

1. Золотокрылин А.Н., Виноградова В. В., Титкова Т. В. Экстремальные ситуации в зональных растительных формациях России: оценка и сценарии // Проблемы региональной экологии. 2005. №5. С.81-91.
2. Ивлиева Н. Г., Хлевина С. Е. Применение геоинформационного моделирования для пространственно-временного анализа изменения климата в зоне широколиственных лесов правобережья Волги // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. «Геогр. науки». 2008. № 1. С. 38-46.
3. Ивлиева Н. Г., Хлевина С. Е. О геоинформационном обеспечении исследований увлажненности территории // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы III Всероссийской научно-практич. конференции. Воронеж: Научная книга, 2011. С. 59-62.
4. Коломыц Э. Г. Бореальный экотон и географическая зональность: атлас-монография. М. : Наука, 2005. 309 с.
5. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Тюряхин А. С. Непрерывное образование применительно к картографо-геодезической специальности // Геодезия и картография. 2009. № 8. С.58-63.
6. Хлевина С. Е. Пространственно-временной анализ индикаторов засух в широколиственно-лесной зоне правобережья Волги // Проблемы региональной экологии. 2012. №1. С. 111-117.