

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПЕРВИЧНУЮ БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

П. И. Меркулов, С. В. Меркулова, С. Е. Хлевина, С. В. Сергейчева

Мордовский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 21 февраля 2012 г.

Аннотация: В статье рассматриваются основные тенденции современных изменений важнейших параметров эколого-климатической системы Республики Мордовия. На основании пространственно-временного анализа взаимосвязи модификаций климатических составляющих авторы формулируют общие положения влияния происходящих изменений на жизнедеятельность и функционирования экосистем исследуемого региона.

Ключевые слова: изменения климата, среднегодовая температура, среднегодовая сумма осадков, коэффициент увлажнения, коэффициент линейного тренда, первичная биопродуктивность ландшафтов, продолжительность вегетативного периода.

Abstract: The article provides a thorough investigation of the main trends of contemporary changes in important parameters of ecological and climatic system in the Republic of Mordovia. The authors formulate the general concepts of the influence of the changes on vital functions and ecosystem functioning in the region of interest. Their research is based on the spatial and temporal analysis of the relationship of modifications of climatic components.

Key words: climate change, annual average temperature, average annual precipitation, coefficient of moisture, coefficient of linear trend, the primary biological productivity of landscapes, the duration of the growing season.

В настоящее время к проблеме современных климатических изменений приковано внимание ученых всего мира. Их мнения неоднозначны, а порой и вовсе противоположны. Климат Земли меняется постоянно. За многие столетия человеческой цивилизации накопились многочисленные исторические свидетельства о непостоянстве климатических условий как на планете в целом, так и в регионах.

Отличительной чертой современного изменения климата является лишь его беспрецедентная скорость. Среднегодовая глобальная приземная температура за XX столетие увеличилась приблизительно на 0,6°C, причем около половины этого векового потепления пришлось на последнее десятилетие. При этом со второй половины 1980-х годов диапазон изменения аномалии глобальной среднегодовой температуры воздуха значительно увеличился по сравнению с данными за первую половину XX в. [5]. Однако это не должно являться поводом для безосновательных опасений и панических настроений.

Согласно современным научным взглядам, глобальные климатические процессы по-разному проявляются на региональном уровне (в полях температуры, осадков и других метеовеличин), что ставит актуальность оценочных исследований в данной области на порядок выше других [7]. Именно поэтому Всемирной метеорологической организацией для создания общей картины изменений глобальной климатической системы научный приоритет отдан исследованиям региональных климатических изменений. Современные тенденции флуктуаций параметров многолетнего режима погоды на территории Республики Мордовия изучены пока не достаточно полно, однако не могут остаться без внимания в виду особой значимости их воздействия на эколого-климатическую обстановку региона.

Согласно данным многолетних наблюдений метеостанции Саранск (база которой содержит наиболее полные и непрерывные ряды метеоинформации с 1936 г.) среднегодовая температура приземной атмосферы в среднем на территории республики составляет 4,2°C с коэффициентом вариации 25,4%. Самыми холодными годами (с температурой менее 2,5°C) за историю метеонаб-

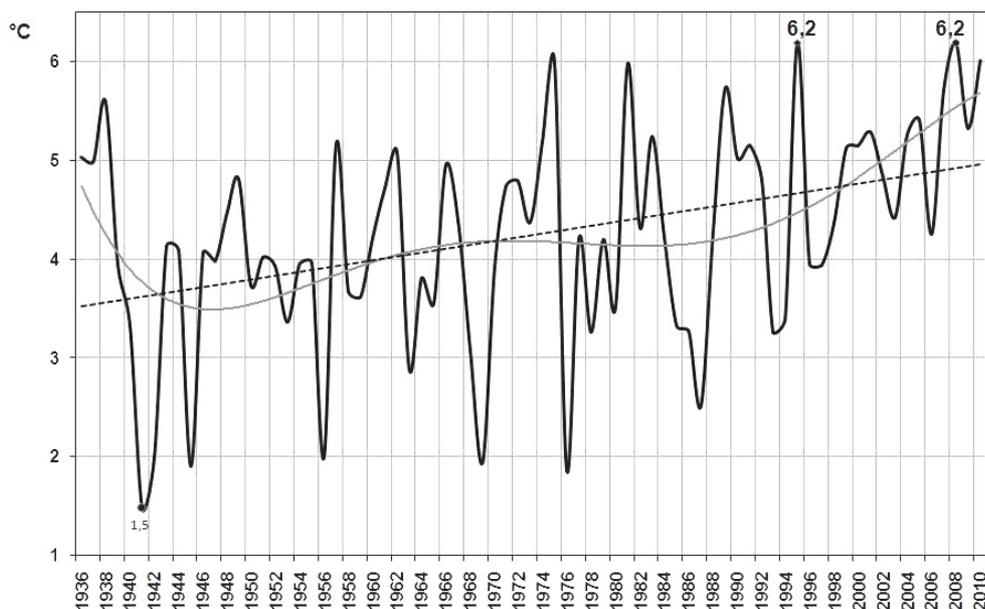


Рис. 1. Изменение среднегодовой температуры с 1936 по 2010 год
Линейный (штрихпунктирная линия) и полиномиальный (сплошная серая линия) тренды.

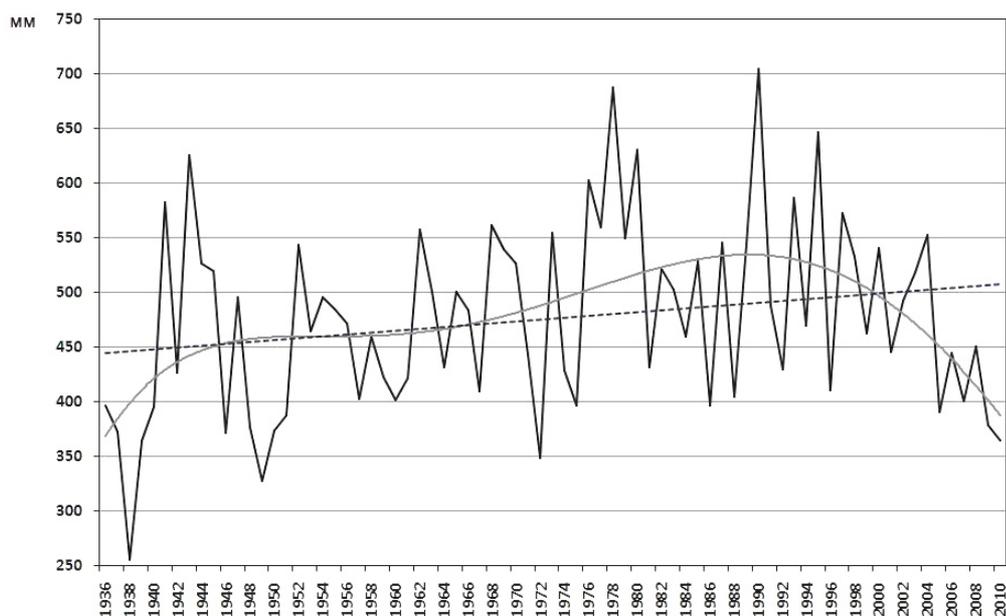


Рис. 2. Среднегодовое количество осадков за 1936-2010 годы
Полиномиальный (сплошная черная линия) и линейный (пунктирная линия) тренды.

людений были 1942, 1945, 1956, 1969 (все – за счет одновременно зимних и летних сезонов); а также 1976 (суровая зима и холодное лето) и 1987 (суровая зима). Наибольшая повторяемость аномально теплых лет с температурой свыше $5,2^{\circ}\text{C}$ наблюдается в последнее время: это 1938, 1974, 1975, 1981, 1983, 1989, 1991, 1995, 2000, 2001, 2005, 2007-2010 (все как за счет мягкой зимы, так и высокой температуры в летние месяцы). Максимальная среднегодовая температура ($6,2^{\circ}\text{C}$) наблюдалась в 1995 и 2008 гг., минимальная – в 1941 году ($1,5^{\circ}\text{C}$).

График изменения среднегодовой температуры воздуха (рис. 1) подтверждает то, что на протяжении последних 74 лет исследуемый параметр подвергался волнообразным изменениям.

В качестве исходных данных для проведенного анализа динамики атмосферных осадков и относительной влажности воздуха использовалась информация по 7 метеостанциям о суммарных количествах осадков за 1936-2009 гг. В течение года преобладают осадки теплого периода. С апреля по октябрь их выпадает 70-80% от годовой нормы.



Рис. 3. Температурно-влажностной режим Республики Мордовия

Годовая норма осадков в Мордовии составляет 480-520 мм с коэффициентом вариации 18,1 %. Выделяются годы, когда выпадало свыше 650 мм: это 1978 и 1990 гг. (за счет влажного лета). Экстремально сухими (менее 400 мм/год) были 1938-1939, 1950, 1972, 2010 гг. (сухие летние периоды), 1946-1951 (бесснежные зимы), 1972 (сухая морозная зима и жаркое бездождное лето). Максимальное количество осадков за этот период выпало в 1990 г. и составило 705 мм, а минимальное – в 1938 г.: 256,1 мм. Количество осадков на территории Мордовии за период 1936-2010 гг. возросло незначительно (коэффициент линейного тренда составил 0,9 мм/10 лет). За период с 1936 по 1946 гг. тренд осадков был положительным и составил в среднем 9,5 мм/10 лет. С 1947 по 1990 гг. тренд продолжает оставаться положительным (с коэффициентом 2,9 мм/10 лет). В течение 2000-2010 гг. тренд стал отрицательным: – 6,6 мм/10 лет (рис. 2).

Зимой обильные снегопады на территории Мордовии обусловлены активизацией западного переноса, господствующего в регионе и являющегося летом причиной облачной и дождливой погоды. Летом ливневые осадки вызываются проникающими сюда тропическими воздушными массами из Средиземноморья, которые, проходя над

Средиземным и Черным морями, насыщаются влагой (рис. 3).

Среднее количество осадков в июле составляет около 65 мм, минимальная месячная сумма осадков приходится на февраль – 15-30 мм. Средняя многолетняя величина испарения варьирует в диапазоне 390-460 мм. С мая по август испаряемость примерно в два раза превышает количество осадков. Среднее значение коэффициента увлажнения около 1, что соответствует достаточному увлажнению [3].

По средним многолетним данным для формирования урожая условия влагообеспеченности в республике удовлетворительные. Большая часть территории относится к незначительно засушливой зоне. Но в отдельные годы наблюдаются периоды с недостатком влаги. Длительное отсутствие осадков в теплый период года ведет к сильному иссушению почвы и создает неблагоприятные условия для сельскохозяйственных культур.

Количество осадков значительно меняется из года в год и существенно отклоняется от средней величины, что характерно как для многолетних, так и для сезонных значений. Разница между минимальными и максимальными среднегодовыми значениями количества осадков составляет

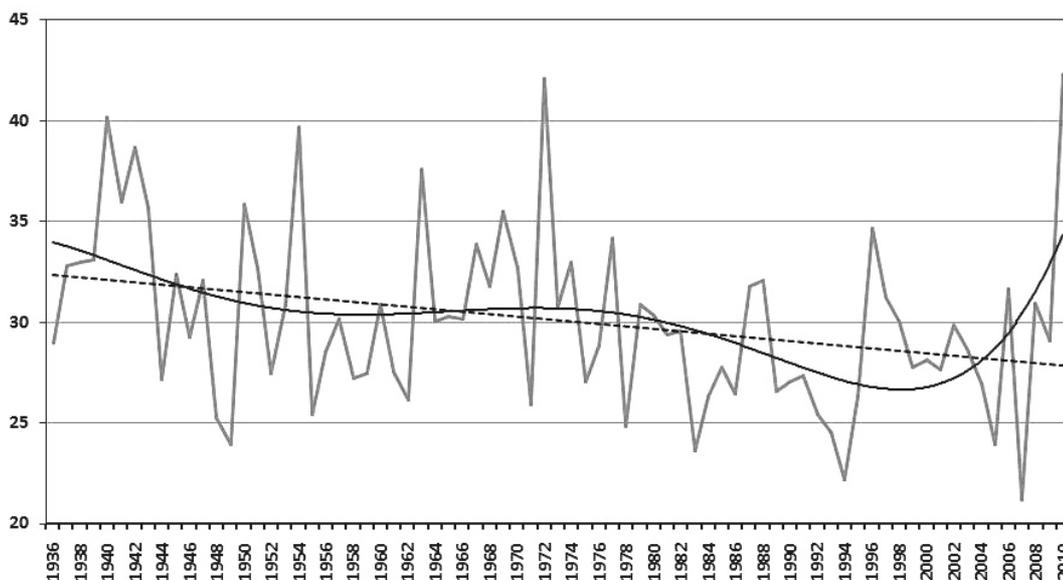


Рис. 4. Изменение коэффициента Хромова ($K_{хр}$)
Полиномиальный (плавная сплошная черная линия) и линейный (пунктирная линия) тренд.

180 мм. За вегетационный период (с температурой воздуха выше 10°C) количество осадков в среднем составляет 260-285 мм. За летний период (июнь-август) выпадает около 170-190 мм осадков. По месяцам они распределяются сравнительно равномерно (50-60 мм), немного больше их выпадает в июле (65-70 мм).

Средние значения гидротермического коэффициента (ГТК) на территории республики равны 1,0-1,2. В таких же пределах находятся его месячные значения за период май-август. В апреле и октябре он увеличивается. Абсолютный минимум относительной влажности за 1936-2010 гг. наблюдался в летние месяцы 2010 года. Резкое повышение температурного режима происходило на фоне значительного недостатка влаги. В июне-июле этого года выпало лишь 5-9 % осадков от нормы. В июне-августе их было 26 % от нормы. Почти в три раза больше климатической нормы наблюдалось дней (77-79) с относительной влажностью воздуха не более 30 %.

Сухая жаркая погода способствовала увеличению дефицита насыщения: при норме 3-9 гПа, летом 2010 г. он повышался до 4-21 гПа. Почти в три раза больше климатической нормы наблюдалось дней (77-79) с относительной влажностью воздуха не более 30 % [1].

Процесс изменения современного климата вызывает беспокойство по поводу того, что интервалы времени, характеризующиеся ростом среднегодовой температуры воздуха, совпадают с периодами отрицательного тренда сумм осадков.

Данная тенденция может повлечь за собой эффект аридизации климата, за которой, несомненно, последуют радикальные перестройки в структуре и функционировании региональных экосистем [2].

Важной оценочной характеристикой изменений климатической системы является коэффициент (индекс) континентальности Хромова ($K_{хр}$), который указывает на соотношение влияний, оказываемых континентом и океаном на годовую амплитуду температуры воздуха в конкретном месте, в данном случае – в Мордовии (рис. 4).

В течение 1936-1960 гг. коэффициент континентальности климата Мордовии снижался примерно на 0,13 % за 10 лет.

В период интенсификации глобального потепления (2000-2010 гг.) континентальность климата усилилась в результате роста годовой амплитуды температуры. Минимальное значение коэффициента континентальности климата наблюдалось в 2007 г. и составило 21,2%, а максимальное значение равнялось 42,3 % в 2010 году. Характерно, что коэффициент континентальности возрастал в годы засух.

Общий тренд снижения коэффициента Хромова говорит о том, что происходит сглаживание контрастности между сезонами года. Однако тенденция полиномиального тренда обращает внимание на некоторое повышение данного показателя в 2000-2010 гг. Это указывает на то, что интенсивность процессов, влияющих на снижение контрастности температур, уменьшается.

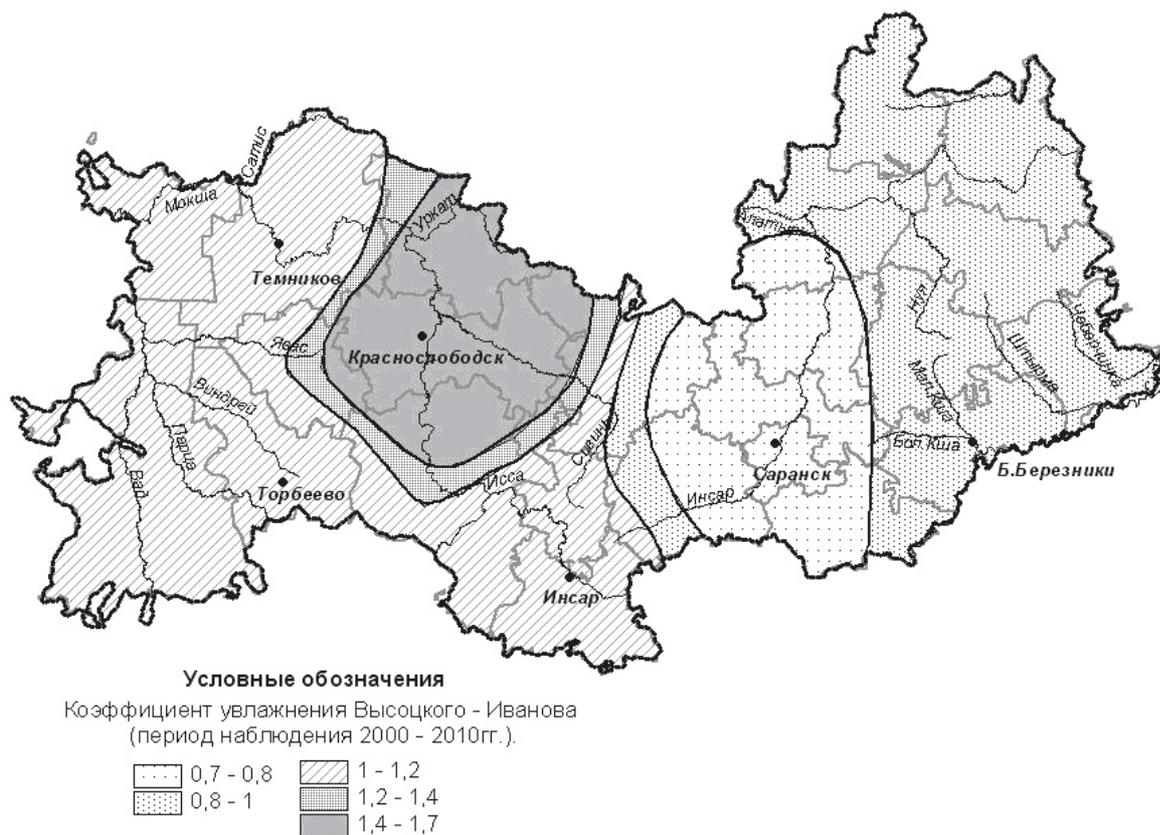


Рис. 5. Картограмма коэффициента увлажнения Высоцкого - Иванова (данные 1960-1970 годы)

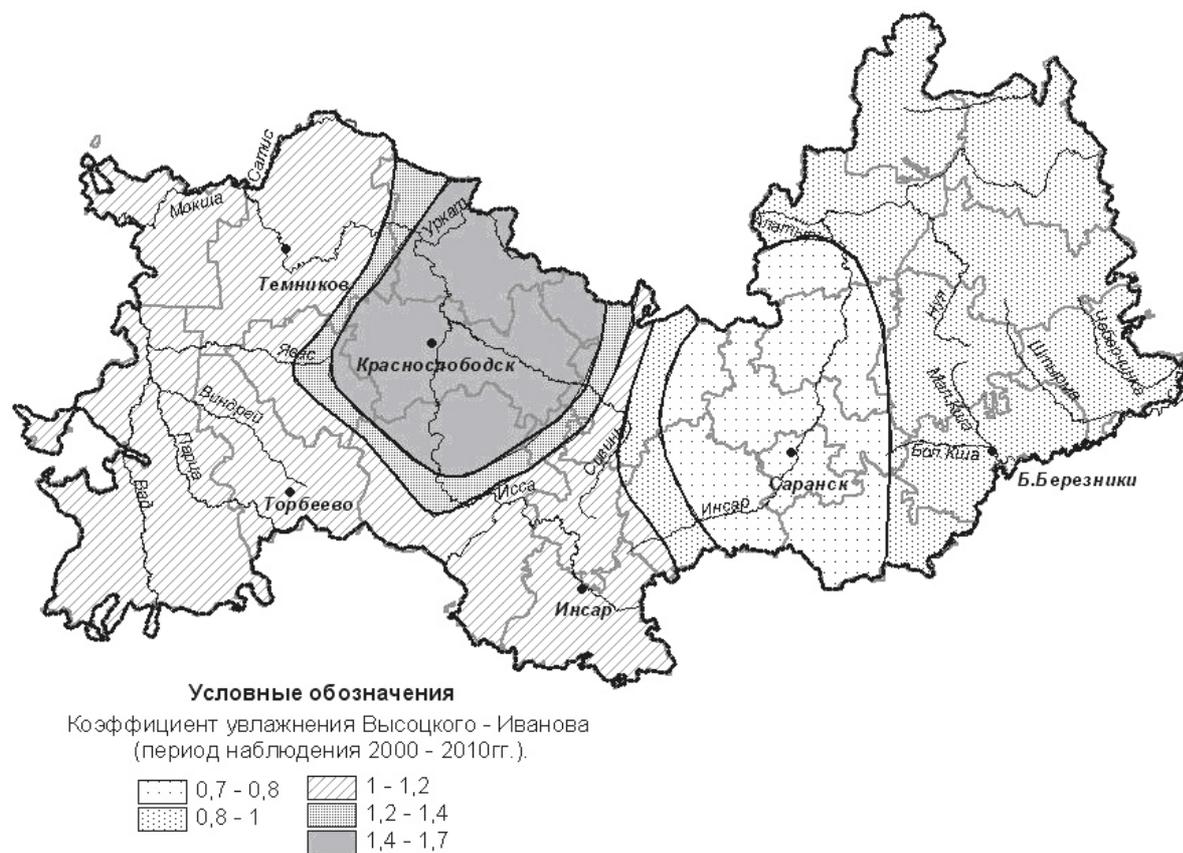


Рис. 6. Картограмма коэффициента увлажнения Высоцкого - Иванова (данные 2000-2010 годы)

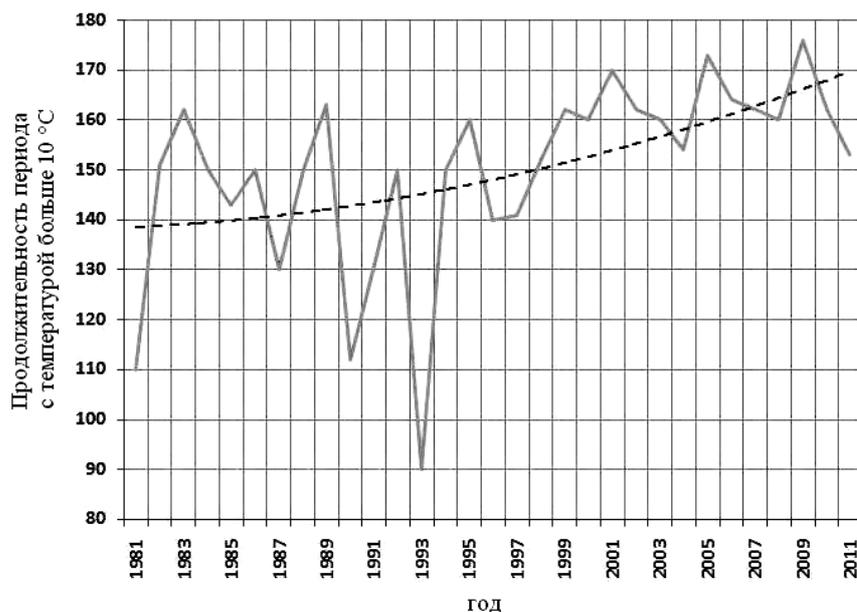


Рис. 7. Продолжительность периода с температурой воздуха более 10 °С (Штрихпунктирная линия – полиномиальный тренд)

Наблюдающиеся в настоящее время модификации климатического режима территории Республики Мордовия в первую очередь отражаются на изменении коэффициента увлажнения Иванова-Высоцкого, отражающего наиболее фундаментальные климатические закономерности (рис. 5, 6).

Современное изменение характера увлажнения территории (соотношения между количеством атмосферных осадков, выпадающих в данной местности, и испаряемостью) может стать одной из основных причин сдвига природно-растительных зон.

Одним из наиболее важных оценочных показателей является первичная биопродуктивность ландшафтов ($B_{перв}$), характеризующая скорость продуцирования биомассы на определенном экотопе за единицу времени в зависимости от величин основных метеопараметров. Обычно, чем выше биопродуктивность, тем устойчивее экосистемы и ландшафт в целом. Поэтому изменение первичной биопродуктивности в данной работе используется в качестве интегрального показателя климатически обусловленных модификаций состояния ландшафта [6].

В период с 2000 по 2010 год первичная биопродуктивность ландшафтов уменьшается, так как годовая сумма осадков имеет тенденцию к снижению после 1995 г. В то же время продолжительность периода с температурами воздуха больше 10 °С обладает четкой восходящей тенденцией (рис. 7).

Следует отметить, что скорость климатических изменений на 1-2 порядка выше скорости динами-

ки природных зон, так как видовая структура сообществ – достаточно консервативный параметр, откликающийся на климатические изменения со значительным запаздыванием. Следовательно, реальный сдвиг зональных границ возможен лишь при сохранении устойчивой тенденции современных изменений на протяжении нескольких десятилетий [4].

Средняя биопродуктивность ландшафтов республики колеблется в пределах 6,8-7,7 т/га в год. Максимальных значений данный показатель достигает в западной Мордовии, территория которой относится к ландшафтам Окско-Донской низменности (рис. 8).

На рис. 9 представлена сравнительная динамика первичной биопродуктивности ландшафтов окрестностей Саранска и Темникова, которая показывает, что начиная с 80-х гг. XX века, наблюдается значительный рост первичной продуктивности зональных сообществ, наиболее значительный в ландшафтах западной Мордовии, относящихся к Окско-Донской низменности. В Центральной же части республики с 2000-х гг. тренд данного показателя обладает нисходящей направленностью.

Из всех отраслей экономики от возможных колебаний климата в наибольшей степени зависит сельскохозяйственное производство. Во многих климатических сценариях и прогнозах подчеркивается, что изменение климатических условий будет связано с изменением частоты неблагоприятных для сельского хозяйства явлений. Особое опа-

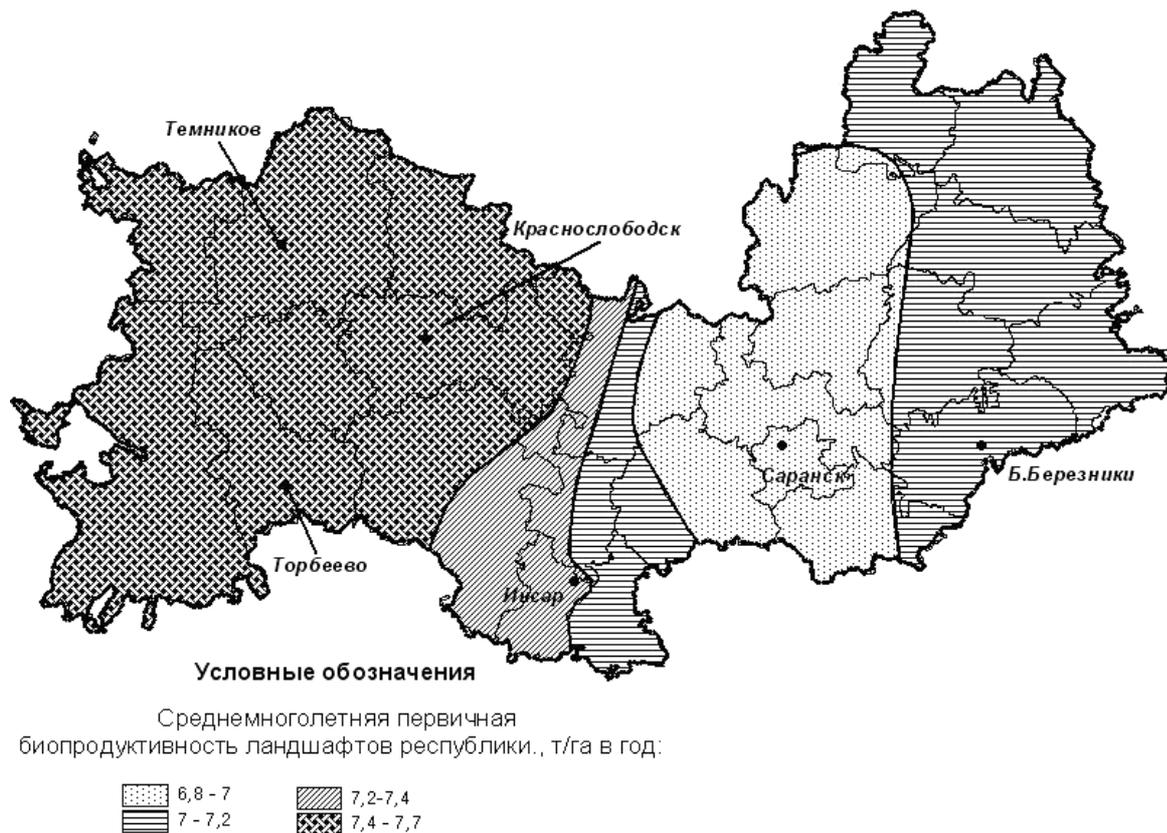


Рис. 8. Среднегодовья первичная биопродуктивность ландшафтов Мордовии

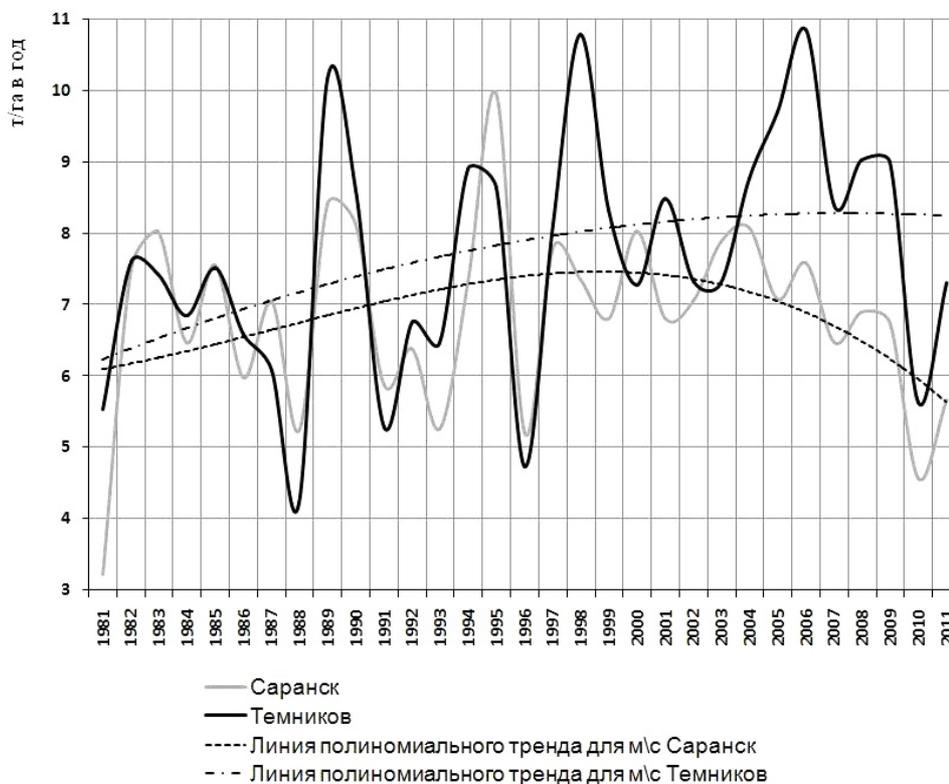


Рис. 9. Сравнительная динамика первичной биопродуктивности ландшафтов окрестностей Саранска и Темникова

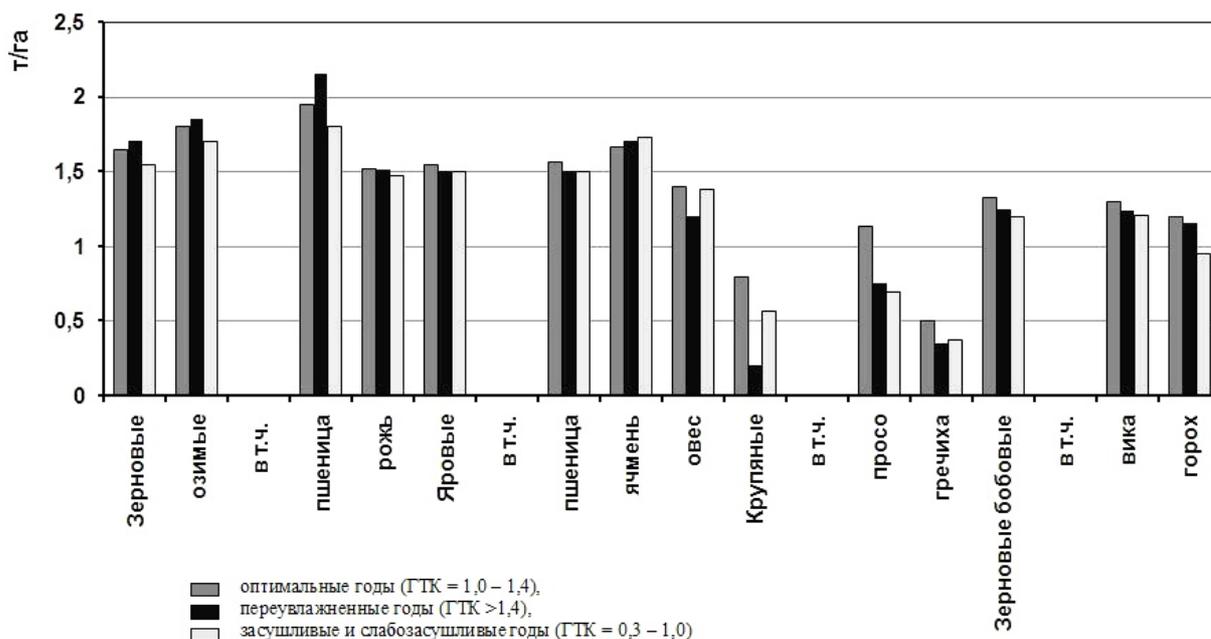


Рис. 10. Уровень урожайности зерновых культур в Республике Мордовия в различные по метеоусловиям годы (за 1981-2010 годы)

сение вызывает вероятность роста низких урожаев в результате увеличения частоты засух и повышения засушливости вегетационного сезона в изучаемом регионе [8].

Климат Мордовии позволяет возделывать разнообразные зерновые, технические, овощные культуры, картофель, заниматься садоводством, развивать многоотраслевое животноводство.

За анализируемый период максимальная урожайность зерновых культур получена в переувлажненные и оптимальные годы, более низкая – в засушливые (рис. 10).

В оптимальные и переувлажненные годы зерновые формировали практически одинаковый урожай – 1,66 и 1,68 т/га, соответственно. Лишь незначительно (на 0,07 т/га) снижался урожай зерновых культур в годы с небольшим недостатком увлажнения. Однако острозасушливые условия, как например в 1972 и 2010 гг., доказали первостепенность влияния агрометеорологической ситуации на уровень урожайности большинства культур.

В условиях меняющегося климата важным станет и отбор наиболее пластичных культур, обладающих достаточно высокими адаптационными способностями. Наиболее урожайной из озимых оказывается пшеница (2,0 т/га), из яровых – ячмень (1,8 т/га). Озимая пшеница в переувлажненных условиях на 7% была более урожайной по сравнению с оптимальными годами. Продуктивность озимой ржи в переувлажненные годы оста-

валась на том же уровне, что и в оптимальные. В засуху озимая пшеница снижала урожайность более заметно (на 7%), чем озимая рожь (на 5%), что говорит о более высокой сортовой пластичности последней к местному климату.

Повышение культуры земледелия, направленной на повышение урожайности и улучшение качества продукции возможно только с учетом оптимизации возделываемых культур к конкретным погодно-климатическим условиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонюк Г. С. Засуха 2010 года в Мордовии / Г. С. Антонюк, С. Е. Хлевина, А. Г. Тарасова // Актуальные проблемы географии и геоэкологии. – 2010. – Вып. 2(8). – <http://www.geoeko.mrsu.ru>
2. Голубятников Л. Л. Влияние климатических изменений на продуктивность растительного покрова Европейской России / Л. Л. Голубятников, Е. А. Денисенко // Использование и охрана природных ресурсов в России : информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – № 1. – С. 78-85.
3. Динамика режима увлажнения и медико-экологические проблемы республики Мордовия / П. И. Меркулов [и др.] // Актуальные проблемы географии и геоэкологии. – 2011. – Вып. 1(9). – <http://www.geoeko.mrsu.ru>
4. Изменение режимов засух и биопродуктивности наземных экосистем в регионах Северной Евразии по расчетам с глобальной климатической моделью с углеродным циклом / И. И. Мохов [и др.] // Доклады РАН. – 2005. – Т. 405, № 6. – С. 810-814.

5. Кожаринов А. В. Современные тенденции в состоянии природы Русской равнины / А. В. Кожаринов, А. А. Минин // Влияние изменения климата на экосистемы. – Москва : Русский университет, 2001. – С. 17-23.

6. Коломыц Э. Г. Региональная модель глобальных изменений природной среды / Э. Г. Коломыц. – Москва : Наука, 2003. – 371 с.

7. Переведенцев Ю. П. Теория климата: учебное пособие / Ю. П. Переведенцев. – Казань : Издательство Казанского государственного университета, 2009. – 504 с.

8. Хлевина С. Е. Опасные гидрометеорологические явления на территории Мордовии в условиях современного глобального потепления климата / С. Е. Хлевина // Вестник Мордовского университета. – 2005. – № 1-2. – С. 136-138.

Меркулов Петр Иванович

кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и туризма Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, г. Саранск, т. (8342)474454, E-mail: pimerkulov@mail.ru

Меркулова Светлана Владимировна

кандидат географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования, Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, г. Саранск, т. (8342) 47-44-54, E-mail: sve-merkulova@yandex.ru

Хлевина Светлана Евгеньевна

начальник Мордовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Саранск, т. (8342)351514, E-mail: hlevinasv@mail.ru

Сергейчева Светлана Владимировна

магистрант 2 года обучения профиля подготовки «Управление природопользованием» Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, г. Саранск, т. (8342) 47-44-54, E-mail: svetasergeicheva@mail.ru

Merkulov Pyotr Ivanovitch

Candidate of Geographical Sciences, Professor of the chair of physical geography and tourism of the Mordovian State University named after N.P. Ogaryov, Saransk, tel. (8342)474454, E-mail: pimerkulov@mail.ru

Merkulova Svetlana Vladimirovna

Candidate of Geographical Sciences, Professor of the chair of ecology and environment management of the Mordovian State University named after N.P. Ogaryov, Saransk, tel. (8342) 47-44-54, E-mail: sve-merkulova@yandex.ru

Khlevina Svetlana Yevgen'yevna

Head of Mordovian Centre for hydrometeorology and environmental monitoring, Saransk, tel. (8342)351514, E-mail: hlevinasv@mail.ru

Sergeycheva Svetlana Vladimirovna

Master of the Mordovian State University named after N.P. Ogaryov, Saransk, tel. (8342) 47-44-54, E-mail: svetasergeicheva@mail.ru