

УДК [551.58:633/635] (470.31)

АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

А.И. БЕЛОЛЮБЦЕВ, И.Ф. АСАУЛЯК

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Продукционные процессы сельскохозяйственных культур протекают в чрезвычайно многообразных и изменчивых погодно-климатических условиях, влияющих на растения в течение всего онтогенеза. Современные колебания и изменения климата формируют новый природно-ресурсный потенциал территории Центрального Нечерноземья. На данном этапе развития климатические факторы нарушают устойчивость агроэкосистем и их равновесие, вносят заметную дестабилизацию в процессы почвообразования, механизм управления продукционным потенциалом агроландшафтов и общее их функционирование.

Ключевые слова: агроклиматические условия, Нечерноземная зона, изменения климата, климатическая норма, температура воздуха, осадки, агроландшафты.

Процессы обмена энергией и веществом в агроландшафтах в отличие от природных экосистем происходят при непосредственном участии человека. Однако климатические факторы определяют экологическую и продуктивную устойчивость агроландшафтов не в меньшей степени, чем разнообразные агротехнические приемы. Поэтому теоретическую основу современного землепользования должен составлять комплекс научных знаний о взаимодействии между собой различных биоценозов и влиянии факторов внешней среды на их функционирование.

Климат является исходным системообразующим фактором, определяя через соотношение тепла и влаги разнообразие жизненных форм, интенсивность и направленность биогеохимических процессов любых экосистем, в том числе сельскохозяйственного назначения. Экологическая устойчивость, состояние и продуктивность агроландшафтов, многие технологические процессы в сельском хозяйстве во многом зависят от сочетания погодно-климатических условий и их проявления.

Смена сортов сельскохозяйственных культур, освоение новых агротехнических приемов при огромном многообразии почвенно-климатических условий и межсезонной изменчивости метеорологических факторов не позволяют накопить и обобщить статистически репрезентативные данные, необходимые для выявления комплекса оптимальных агротехнических решений. Попытки построения статистических моделей, отражающих связь урожая с природными и антропогенными факторами на основе данных многофакторного опыта, применяемых в агрометеорологии, пока не привели к большому успеху.

Проблема повышения устойчивости сельскохозяйственного производства к неблагоприятным погодным воздействиям (засухам, суховеям, заморозкам, низким отрицательным или высоким положительным температурам, избыточному увлажнению и т.п.) в последние годы в условиях глобальных и региональных изменений климата существенно обострилась. Как показывает практика, воздействие комплекса абиотических факторов на производственные процессы все чаще сводится к интенсивному дефициту основных факторов жизни растений. И эту проблему сложно не заметить. Если раньше многие представители агрономической науки считали, что достигнутый высокий уровень культуры земледелия позволит уменьшить неблагоприятное влияние аномальных условий погоды на экологическую и продуктивную устойчивость агроэкосистем, то теперь их взгляды в большинстве своем изменились. Более того, сейчас все чаще высказывается мнение, что в ближайшие десятилетия прогресс в сельском хозяйстве будет достигаться не столько за счет развития агрономической науки или применения новых агротехнических средств, сколько за счет совершенствования методов получения информации о климате и ее эффективном применении, а также за счет рационального использования природного потенциала.

В качестве центральной задачи агроклиматического обеспечения рассматривается оценка агроклиматических ресурсов территории и разработка рекомендаций по их рациональному использованию в сельском хозяйстве.

Как известно, климатические условия и соответственно агроклиматические ресурсы любой территории определяются взаимодействием трех основных климатообразующих факторов и процессов приходно-расходного баланса: солнечной радиации, циркуляционных процессов, происходящих в атмосфере, и свойств подстилающей поверхности. Климат Нечерноземной зоны, в силу большой занимаемой территории, весьма разнообразен. Основные отличительные особенности, характеризующие агроклиматические ресурсы Нечерноземья, — достаточная или избыточная обеспеченность сельскохозяйственных культур влагой и умеренная или недостаточная обеспеченность их теплом. Во всяком случае, такие характеристики дают нам среднесезонные наблюдения сети метеорологических станций и постов.

Солнечная радиация служит основным источником энергии, приходящей к деятельной поверхности Земли. Вместе с теплом и влагой радиационный режим является основным и незаменимым фактором среды обитания растений. В соответствии с географическим распределением годовые значения суммарной радиации изменяются с севера на юг от 65 до 86 ккал/см², при этом фотосинтетически активная радиация (ФАР), используемая растениями на построение органического вещества, рассчитанная в период с апреля по октябрь, составляет от 29 до 36 ккал/см².

В качестве показателя теплообеспеченности сельскохозяйственных культур используют суммы температур выше 10 °С, которые необходимы для завершения цикла развития в 80-90% лет. Продолжительность активной вегетации с температурой больше 10 °С увеличивается от 50 дней в Заполярье до 150 дней в южной части Нечерноземной зоны. Сумма температур за этот период изменяется в широтном направлении от 400 °С на севере до 2350 °С на юге [4].

По термическому режиму на территории Нечерноземной зоны выделяют холодный и умеренный пояса, которые, в свою очередь, подразделяются на подпояса: очень холодный, собственно холодный и умеренный. Холодный пояс занимает

58% территории и характеризуется низкой теплообеспеченностью, что ограничивает развитие земледелия. Низкая теплообеспеченность пояса определяет малую испаряемость. Территория характеризуется достаточным и избыточным увлажнением. На умеренный пояс приходится 42% территории Нечерноземья. Пояс в целом характеризуется положительным водным балансом, однако в отдельные годы в южных районах зоны возможна засуха. Территория умеренного пояса благоприятна для развития интенсивного земледелия и животноводства.

Изолинии теплообеспеченности тянутся в направлении, близком к широтному, а изолинии влагообеспеченности — приблизительно с запада — юго-запада на восток — северо-восток. Поэтому в более восточных районах одинаковые по теплообеспеченности территории имеют более сухой климат, а одинаковые по влагообеспеченности — менее теплый климат, чем в западных районах.

При переходе температуры воздуха через 5 °С отмечается прекращение активной вегетации озимых культур. Переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью в северных и северо-восточных районах происходит во второй декаде октября, в центральных районах — в конце октября, а в южных и западных районах зоны — в начале второй декады ноября.

Весной среднесуточная температура воздуха переходит к положительным значениям в первой декаде апреля. Озимые находятся в состоянии вынужденного зимнего покоя на севере в течение 7, а в западных и центральных районах зоны — 6 мес. Снижение температуры почвы на глубине узла кушения ниже критических значений (до -16°...-18 °С для озимой пшеницы, до -22...-25 °С для ржи) вызывает их вымерзание. Однако, несмотря на суровые зимы в северных и восточных районах зоны, озимые не вымерзают, так как здесь на полях устанавливается достаточно высокий снежный покров. На большей части территории средний минимум температуры почвы на глубине узла кушения составляет от -5° до -8 °С. Абсолютный минимум температуры почвы на глубине узла кушения ниже -18 °С наблюдается в центральных районах зоны в 20% лет. Полная гибель озимых на большой площади в Нечерноземной зоне происходит очень редко (1 раз в 20-30 лет). В основном озимые выпадают из-за выпревания растений. Растения выпревают, если в течение длительного времени (четырёх-пяти декад подряд) находятся под мощным снежным покровом (более 30 см) при небольшой глубине (<50 см) и слабом промерзании почвы (температура почвы на глубине узла кушения близка к 0 °С). Повторяемость таких условий в восточных и северных районах составляет 30-50% лет, в центральных областях — 10-20%, а в западных и южных районах зоны — менее 10%.

Одной из важнейших задач агроклиматического обеспечения сельскохозяйственной отрасли является выбор и обоснование оптимальных сроков сева. Они определяются агрометеорологическими условиями и биологическими особенностями культур и их сортов. Так, прорастание семян начинается только при определенных температурах, свойственных данному виду растений. Наименьшая продолжительность (5-7 дней) периода посев — всходы озимой пшеницы наблюдается при температуре 14.. 20 °С и запасах влаги пахотного слоя 30... 60 мм, а при температуре 7...8 °С — только через 17-20 дней. При той же температуре, но с уменьшением запасов продуктивной влаги до 6... 7 мм — через 20-25 дней [5].

Путем выбора сроков сева можно регулировать устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям вегетации, совмещая сроки наступления критических периодов развития растений и наиболее благоприятных природных циклов.

В онтогенезе выделяют следующие «критические периоды» у различных сельскохозяйственных культур, когда растения наиболее чувствительны к внешним факторам:

Культура:	Критический период:
Озимая пшеница и рожь	Трубкование — колошение
Яровая пшеница, ячмень, овес	Трубкование — колошение
Кукуруза	Цветение — молочная спелость
Просо и сорго	Выметывание метелки — налив
Подсолнечник	Образование корзинки — цветение
Картофель	Цветение — формирование клубней

Начало весенних полевых работ определяют прежде всего по физической спелости почвы. Просыхание почвы до мягко пластично го состояния в большинстве районов Нечерноземной зоны происходит в сроки, близкие к переходу средней суточной температуры воздуха через 5 °С. При этом запасы влаги в пахотном слое составляют не менее 20-50 мм. По многолетним данным, в северных и северо-западных районах Нечерноземной зоны почва достигает физической спелости 15 мая — 1 июня, в центральной части — 27 апреля — 3 мая, а на юге и юго-востоке — 23-28 апреля.

Сроки сева влияют на эффективность борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Задержка в сроках либо преждевременный сев, как правило, приводят к снижению продуктивности. Запаздывание с посевом ранних яровых колосовых культур на 10-15 дней может привести к потере до 35% урожая. Причины несвоевременного сева могут быть разные, в том числе нередко из-за неблагоприятных погодных условий, сложившихся в этот период. В этом случае для планирования и организации сева важно иметь сведения о предстоящей погоде с некоторой заблаговременностью. Однако в настоящее время, к сожалению, нет достаточно надежных долгосрочных прогнозов погоды. Поэтому оптимальные стратегии в сельском хозяйстве строятся на основании климатической информации, т.е. многолетних средних значений отдельных составляющих климата [2, 3].

Новейшие данные метеорологических наблюдений и анализ среднегодовой температуры приземного слоя воздуха как главного фактора, отражающего изменения среды, показывают, что за последние годы отмечены значительные отклонения этой величины от среднеголетних значений.

Для объективной оценки текущих экологических изменений и расчета климатической нормы, необходимой для интерпретации этих изменений, нужны несколько условий: наличие длинного ряда наблюдений за погодой при соблюдении их однородности и непрерывность самих наблюдений в одном месте. Всем этим требованиям соответствуют данные Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА, позволяющие оценить климатические условия отдельной территории Центрального Нечерноземья.

В северной части Москвы, в Петровско-Разумовском, 1 января 1879 г. начались регулярные метеорологические наблюдения и продолжают уже более 130 лет по настоящее время. Климатические нормы, или многолетние средние величины основных двух элементов (температуры воздуха и сумм осадков), рассчитывали несколько раз за историю обсерватории (табл. 1).

**Месячные и годовые нормы температуры воздуха, °С
(Обсерватория им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА)**

Период, гг.	Количество лет	Январь	Февраль	Март	Апрель	Ма й	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая норма
1912-2011	100	-8,9	-8,4	-2,9	5,5	12,5	16,7	18,8	16,9	11,2	4,8	-1,4	-6,3	4,9
1881-2010	130	-9,3	-8,5	-3,4	5,0	12,5	16,6	18,7	16,6	10,9	4,6	-1,7	-6,8	4,6
1881-1980	100	-10,2	-9,2	-4,3	4,4	11,9	16,0	18,1	16,3	10,7	4,3	-1,9	-7,3	4,1
1881-1960	80	-10,2	-9,6	-4,7	4,0	11,6	15,8	18,1	16,2	10,6	4,2	-2,2	-7,6	3,8
1881-1953	73	-10,4	-9,6	-4,7	4,0	11,6	15,7	18,0	16,2	10,6	4,1	-2,1	-7,7	3,8
1881-1915	35	-10,8	-9,1	-4,8	3,4	11,8	15,6	18,0	15,8	10,1	3,7	-2,8	-8,0	3,6

Первые климатические нормы были получены по 35-летнему ряду с 1881 по 1915 г. и вошли в «Климатический справочник по СССР» (1932). По мере накопления данных о погоде менялись и ее многолетние средние значения. В «Агроклиматическом справочнике по Московской области» (1954) были обобщены сведения о температуре и осадках уже за 73 года — с 1881 по 1953 г. Нормы за 80 лет с 1881 по 1960 г. представлены в «Справочнике по климату СССР» (1964). 100-летние нормы опубликованы в «Научно-прикладном справочнике по климату СССР» (1990). И, наконец, впервые нами выведены климатические нормы по температуре воздуха и осадкам за 130 лет — с 1881 по 2010 г.

В таблице 1 представлены месячные и годовые нормы температуры воздуха за указанные выше временные ряды. Просматривается общая тенденция к возрастанию температуры воздуха по мере увеличения ряда наблюдений. Это относится к средним месячным значениям в холодный и теплый периоды года и средней годовой температуре. Но если годовая норма за 130-летний ряд (4,6 °С) по сравнению с нормой за 35-летний ряд (3,6 °С) выросла на 1,0 °С, то изменение средних значений температуры за отдельные месяцы более заметно. Например, апрельская норма поднялась с 3,4 °С для короткого ряда до 5,0 °С для длинного, т.е. на 1,6 °С. Учитывая, что каждый период осреднения (35, 73, 80, 100, 130 лет) включал все предшествующие годы, этот рост средних месячных и годовых температур можно считать достоверным.

Заметное увеличение средней годовой температуры произошло с начала 1980-х гг., и особенно с конца 1990-х (табл. 2), где только три года за этот период годовая температура воздуха была ниже нормы (4,6 °С), достигнув рекордной отметки в 2008 г. (7,4 °С). Анализ показывает, что основной вклад в увеличение средней годовой температуры воздуха вносят теплые зимы. Сравнивая климатические нормы 100-летнего (1881-1980 гг.) и 130-летнего ряда непрерывных метеонаблюдений (1881-2010 гг.), необходимо особенно выделить значительное возрастание температуры в январе (на 0,9 °С) и феврале (на 0,7 °С).

**Месячные и годовые значения температуры воздуха, °С, 1912-2011 гг.
(Обсерватория им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА)**

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за год
1912	-15,9	-13,6	0	2	8,8	18,5	15,1	16,6	10,2	-0,2	-2,1	-3,7	3,0
1913	-9,9	-10	-2	8,7	8,9	14,2	17,8	18,1	11,2	2	1,8	-5,2	4,6
1914	-10,3	-1,3	-2,4	2,8	13,3	17	19,9	13,4	9,1	1,2	-5,2	-4,3	4,4
1915	-6,5	-6,5	-7,6	3,5	10,7	14,2	18,8	14,1	10,7	2,2	-2,6	-10,1	3,4
1916	-6	-5,1	-5,5	5,3	10	15,4	17,5	13,8	8	3,5	-1,4	-8,4	3,9
1917	-11,9	-17,9	-10,3	5,9	7,9	19,5	18	18,2	11,3	6,3	0,3	-8,1	3,3
1918	-7,4	-6,4	-6,1	5,4	6,4	15,2	17,9	13,9	10,5	7,2	-1,6	-7,5	4,0
1919	-9,5	-10,1	-8,4	4	9,3	17,3	19	14,2	13,2	4,7	-7,9	-8,5	3,7
1920	-9,7	-9,6	-0,5	9,4	15,9	15,2	21,2	18,6	11,3	-0,4	-3,6	-9,1	4,9
1921	-9,7	-10,9	0,7	10,4	16,1	17,6	15,9	15,8	9,1	3,1	-5,2	-9,2	4,5
1922	-10,5	-8,8	-3,4	4,8	12,6	15,9	18,6	15,9	9,8	2,4	-1,1	-6,4	4,2
1923	-7,5	-13,6	-5,1	0,6	12,8	15,2	16	13,6	12,3	7,1	2,7	-7,2	3,9
1924	-14	-11,7	-6,2	3,4	13,4	17,7	16,4	16,2	13,5	4,3	-1,4	-7,4	3,7
1925	-3,7	-2,3	-2	7	13,6	15	19,6	16,5	10,5	2,4	-2,9	-6,9	5,6
1926	-12,3	-10,6	-5,4	1,6	13,5	17,3	17,2	13,2	10,6	2,7	2,2	-10,1	3,3
1927	-14,8	-8,4	-3,4	3,7	9,7	16,7	18,9	18,6	11,9	3,6	-2,2	-11,6	3,6
1928	-7,4	-12,9	-7	1,7	12,2	12,7	16,8	15	11,2	4,4	2,6	-7,3	3,5
1929	-11,5	-19,5	-7,6	-1,3	15,4	14	18,6	18,6	9,1	7,6	0,4	-5,9	3,2
1930	-4,8	-10,9	-1,2	6,2	12,4	13,5	17,3	19,1	8,4	5,6	0	-10,4	4,6
1931	-11,2	-15,1	-5,2	2,7	14	15,3	20,8	16,9	9,9	4,1	-3,1	-7,3	3,5
1932	-4	-14,8	-7,5	4,3	14,3	17,9	19,7	19,3	12,2	6,2	-0,7	-1,4	5,5
1933	-13,1	-10,5	-3,8	4,5	9,6	15,5	20,2	14,6	11,1	4,8	-4,1	-14,7	2,8
1934	-7,4	-3,9	-2,3	6,2	15,2	13,8	20	16,9	12,2	7,4	1,8	-9,9	5,8
1935	-11,1	-4,8	-2,9	4,8	10,1	17,6	15,6	16,5	11,5	8,6	-2,4	-5,6	4,8
1936	-4,9	-13	-2	4,2	12,7	19,2	22,9	17,7	10	2,2	0,1	-2,5	5,6
1937	-11,6	-7,1	-1,6	7,5	11,7	18,2	17,8	17,8	13,7	5,8	-0,1	-8,4	5,3

Продолжение табл. 2

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за год
1938	-8,9	-6,1	-0,8	3,8	12,2	16,1	23,5	21,7	14,8	6,1	2,7	-10,5	6,2
1939	-8,6	-4,1	-3,4	3,2	10,7	17,7	20,4	19,6	8,3	1,8	-0,6	-7,4	4,8
1940	-19,4	-11,8	-5,2	2,9	13	15,7	19,2	18,4	13	2,8	1,5	-7,6	3,5
1941	-14,2	-10,6	-6,4	1,6	7,4	12,5	21,2	17	9,1	2	-5,3	-12,9	1,8
1942	-20,2	-11,8	-9,8	3	11,8	14,1	18,2	16,4	10,6	6,2	-4	-7,7	2,2
1943	-15,3	-6,4	-2,5	6,4	12,6	16,2	17,8	16,6	11	5,5	-0,6	-3,7	4,8
1944	-3,7	-5,8	-2,4	1,5	12	15,5	18,4	16,2	12,8	5	-2	-8,8	4,9
1945	-10,6	-9,2	-5,8	3,5	8,5	15,4	18,3	17,6	10,9	2,5	-3,2	-9,8	3,2
1946	-8	-9,2	-4,2	4,3	11,2	20,2	18,8	18,4	11	0	-3,8	-7,8	4,2
1947	-10,3	-14,4	-4,9	4,8	10,8	17,5	18,4	16,6	11,6	3,1	-1,5	-3,8	4,0
1948	-7,8	-10,7	-4,5	5,8	15,4	20,2	16,6	17,5	10,9	4,5	-1,5	-4,7	5,1
1949	-3,8	-7,4	-2,7	4,4	15,3	17	17,5	16,2	12	5	-0,4	-4,4	5,7
1950	-18	-6,7	-2,2	9,1	11,9	15	15,9	13,9	11,9	4,8	-0,5	-5,6	4,1
1951	-12	-12,3	-3,8	8,4	9,6	17,5	18,4	18,2	11,8	2,7	-4,8	-1,3	4,4
1952	-4,2	-7,1	-9,1	5,2	10,2	17,1	17,6	16,7	12	3,8	-1,2	-5,8	4,6
1953	-10,3	-15,6	-2,7	7,1	11,4	19,1	19	17,2	9,8	5,6	-3,3	-5,7	4,3
1954	-14,3	-13,9	-3,4	3	12,7	18,9	20,9	18,3	12,3	5,6	-1,6	-5	4,5
1955	-6,4	-6,9	-4,8	1,4	10,3	15	17,9	18,1	14	7,8	-3,1	-14,2	4,1
1956	-10,8	-18,5	-3,6	4	10,7	20,8	15,2	14,6	8,5	4,7	-5,1	-4,1	3,0
1957	-6	-1,8	-6,2	6,7	14,5	15,4	18,7	17,3	12,4	5,2	-0,8	-4,6	5,9
1958	-6,8	-7,5	-6	4,2	13,2	15	18,4	15,7	9,1	6,2	-0,7	-7,5	4,4
1959	-4,2	-5,4	-1,2	6,7	11,5	17	20,7	17,2	8,2	2,2	-5	-10,9	4,7
1960	-9,2	-7,6	-5,4	5,3	11,8	18,6	21,5	16,3	9,9	2,3	-3,7	0,1	5,0
1961	-6,2	-2,4	0,1	4,2	12	19,3	19,5	16,8	9,5	6,4	-1,7	-8,2	5,8
1962	-4,6	-6,2	-5,2	7,6	13,2	13,4	16,4	14,7	10,9	6,4	1,2	-7,6	5,0
1963	-16,2	-10,1	-9,5	4	17,2	13,5	19,1	18	13,7	5,8	-0,3	-8,8	3,9
1964	-8,2	-10,1	-6,2	4,3	11,4	19	20,2	16,3	12	7	-2,4	-3	5,0

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за год
1965	-9,8	-10	-3,3	2,6	9,6	16	16,6	15,8	13,1	3,8	-5,7	-1,6	3,9
1966	-9,8	-9	-0,1	8,8	15,4	16,7	19,2	16,9	9,6	6,1	-0,9	-10,5	5,2
1967	-13,9	-10,3	0,3	6,6	17	16,6	18,2	18,6	11,7	8,9	0,6	-9,7	5,4
1968	-15,7	-8,4	-1,1	5,9	12,6	18,7	15,9	18,1	11,1	2,8	-2,7	-5,5	4,3
1969	-16	-13,2	-6,8	5,9	11,1	14,8	18,1	16,7	10,3	4,5	1,6	-9,2	3,2
1970	-10,4	-8,4	-2,8	5,8	12,7	16	19,7	16,5	11,4	5,3	-2	-6	4,8
1971	-3,8	-9,4	-4,3	3,7	13	16,8	17,6	17,2	10,9	3	-0,8	-5,8	4,8
1972	-14,9	-7,1	-2,3	6	12,7	19,4	23	22	11,3	5,1	-0,4	-1,1	6,1
1973	-10,2	-3,6	-1,1	7,8	13,3	18,6	18,3	16,1	7,6	3,5	-2,2	-6	5,2
1974	-10,1	-1,6	-0,6	3,6	9,6	16,5	18,3	16,2	13,5	8,8	1,6	-2,5	6,1
1975	-3,8	-6,4	1,2	10,1	16,1	17,9	18,9	15,3	13,9	4,2	-3,2	-4,2	6,7
1976	-12,2	-11,1	-2,6	5,8	11	13,8	16,3	14,7	9,9	-0,8	-1	-3,8	3,3
1977	-11,1	-6,3	-1	7,1	14,3	16,9	18,8	16	9,5	3	1,5	-8,3	5,0
1978	-7,3	-9,5	0,3	4,6	10,6	14,4	16,4	15,8	9,8	3,4	1,9	-14,6	3,8
1979	-10	-8,8	-1	3,3	17,3	17,5	16,7	17	11,7	3,8	-1,1	-5,7	5,1
1980	-11,3	-7,3	-6,1	5,9	8,2	18	17,2	14,7	10,6	5,2	-2,2	-4,4	4,0
1981	-5,6	-5	-3,1	3,3	14,1	19,9	21,8	17,4	10,8	7,8	-0,8	-3,7	6,5
1982	-10,2	-8,8	-0,7	5,2	12	13,8	18,4	16,7	11,8	4	1,8	-1,3	5,2
1983	-4,1	-6,9	-1,4	9,3	15,6	14,7	18	16,3	12,8	6,1	-1,5	-3,4	6,3
1984	-4,4	-9,9	-2,4	7,7	16	15,5	17,5	15,2	12,6	6,7	-3,5	-9,4	5,1
1985	-9,9	-13,7	-2,8	5,5	13,2	14,8	16,5	19,7	10,1	5,9	-3,5	-6,6	4,1
1986	-6,6	-13,3	0,3	6,7	13,7	18,7	17,9	16,6	8,5	4,3	-0,1	-7,5	4,9
1987	-17,5	-5,9	-5,2	2,9	13	17,9	16,9	15,1	9,1	4	-3,5	-7	3,3
1988	-7,2	-6,1	-0,9	5,5	14	19,5	21,6	16,6	11,4	5	-4,5	-7	5,7
1989	-2,2	-0,5	2,1	7,9	13,7	20,3	19,4	16,5	12,4	5,3	-2,6	-5,3	7,3
1990	-5,7	0,3	2	8,3	11	14,6	17,7	16,2	9,4	5,5	0,2	-3,4	6,3
1991	-6,3	-6,6	-1	7,3	13,6	19,1	18,4	16,4	11	6,7	0,9	-3,9	6,3

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за год
1992	-5,2	-4,3	1,8	5,4	12,2	17	19,1	18,5	13,4	2	-2,6	-4,5	6,1
1993	-4,5	-4,9	-1,8	5,8	14,8	14,1	17,5	15,6	7	4,7	-7,8	-3,6	4,7
1994	-3,3	-11,2	-2,8	7,6	9,9	14,5	17,7	16,1	14,1	5,2	-2,6	-8	4,8
1995	-5,8	-0,8	0,8	9,3	14,8	19,8	17,7	17,1	13	6,9	-2,7	-9,4	6,7
1996	-9,7	-9,4	-2,8	6,7	16,1	16,8	19,1	17,5	12,1	6,2	4	-6,9	5,8
1997	-7,7	-4,6	-0,9	4,9	11,5	18,2	19,2	17,7	9	4	-0,6	-7,4	5,3
1998	-4,6	-7,5	-1	4,4	14	20,1	18,9	15,6	11	5,9	-7,8	-5,8	5,3
1999	-4,4	-6	-0,5	10,2	9	21,9	22,2	16,6	11,9	7,5	-4,7	-1,8	6,8
2000	-6,1	-2,7	-0,7	11,2	11,1	16,2	19,2	16,8	10,3	7,4	0,2	-2,4	6,7
2001	-4	-7	-1,9	11,3	11,3	16,4	23,2	17,1	12,4	5	-0,4	-10,4	6,1
2002	-4,7	-0,3	2,5	7,5	13	17,4	23	17,5	12,3	2,7	-1,4	-12,4	6,4
2003	-7,3	-8,3	-2,4	4,9	15,8	12,9	20,8	17	11,6	5,8	1,3	-1,9	5,9
2004	-6,2	-6,7	1,7	4,8	11,7	15,4	19,3	18,7	12,4	6,1	-1,3	-2,9	6,1
2005	-2,8	-8,6	-5,9	7,4	15	16,5	19,6	17,8	13,3	6,5	1,7	-4,1	6,4
2006	-10,7	-12,8	-3,5	6,2	12,7	18,3	18,2	17,6	13,6	7,1	0,7	1,2	5,7
2007	-1,5	-10,7	4,7	6	16,1	17,7	19,1	20,4	12,2	7,1	-1,9	-2	7,3
2008	-5,7	-1,4	1,9	9,7	11,5	15,7	19,3	17,6	10,9	9	2,4	-1,8	7,4
2009	-5,5	-5,2	-0,5	5,4	13,8	17,4	19	15,8	14	5,9	2,3	-6,3	6,3
2010	-13,9	-8	-0,9	8,7	17	19,2	26,5	22,3	12	4,1	2,8	-7,5	6,9
2011	-7,3	-10,7	-1,9	6,7	14,7	18,8	23,8	18,9	12,2	7,6	0,3	-0,1	6,9
1912–2011	-8,9	-8,4	-2,9	5,5	12,5	16,7	18,8	16,9	11,2	4,8	-1,4	-6,3	4,9

Результаты трендового анализа 130-летнего ряда наблюдений за температурой воздуха подтверждают тенденцию к устойчивому потеплению климата. Согласно полученным данным, за этот период отмечается четкая направленность к повышению температуры ($R^2 = 0,95$), где средние годовые ее значения возрастают от 3,5 °C в конце XIX в. до почти 7,0 °C к началу XXI в. (рис. 1).

На рисунке 1 отчетливо проявляется волнообразный характер колебаний температуры приземного слоя воздуха. Выделяется относительно холодный период в начале XX в., всплеск тепла в 30-е годы и бурный подъем в последние три десяти-

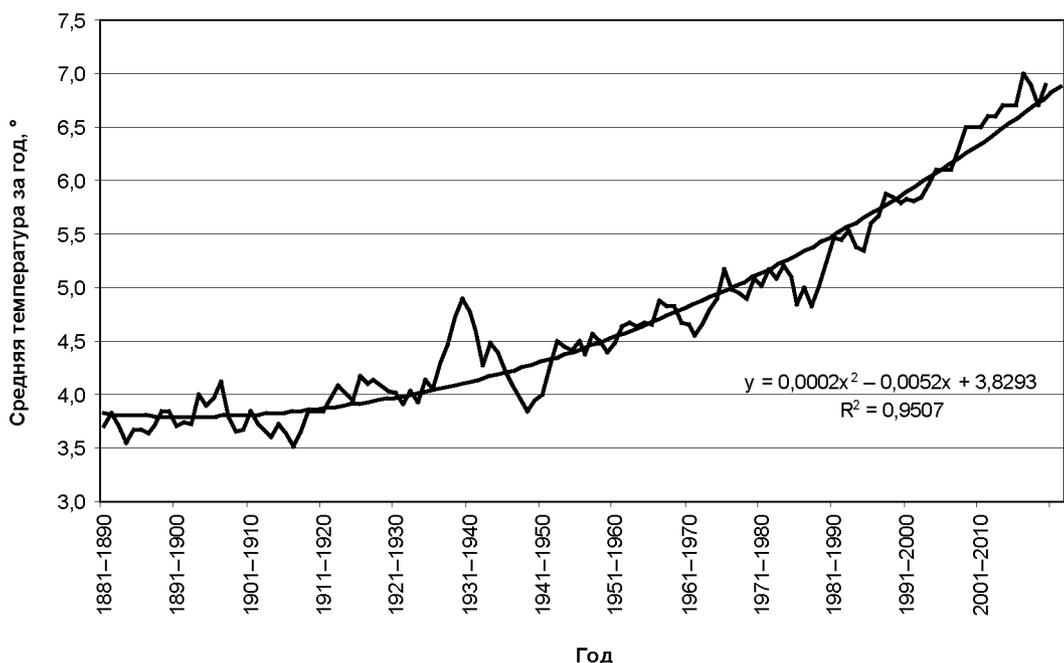


Рис. 1. Тренд годовых температур воздуха по скользящим десятилетиям, 1881-2010 гг.

летия, где средняя годовая температура превышает климатическую норму за 100 лет наблюдений более чем на $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, достигнув рекордной отметки в 2008 г. — $7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Особенно показательны изменения в тепловом режиме при рассмотрении динамики сумм активных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, которые характеризуют ресурсы тепла территории, потребности сельскохозяйственных культур в тепле и обеспеченность им растений. За весь период наблюдений наименьшая их сумма составляет $1276\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1904 г.), а наибольшая — $2914\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2010 г.).

В колебаниях теплового режима также можно выделить закономерности: низкий уровень тепла в начале XX в. ($1840\text{...}1880\text{ }^{\circ}\text{C}$), довольно бурный его рост в 30-е годы ($2240\text{...}2290\text{ }^{\circ}\text{C}$) и падение теплообеспеченности в последующие десятилетия (до $2100\text{ }^{\circ}\text{C}$) с существенными колебаниями этого показателя по отдельным годам.

Резкий подъем уровня теплообеспеченности отмечен в конце XX и начале XXI вв. Так, если норма сумм активных температур воздуха за предыдущие 100 лет (1881-1980 гг.) составила $2072\text{ }^{\circ}\text{C}$, то за последние 25 лет (1986-2011 гг.) она возросла до $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$, что выше климатической нормы для этой территории более чем на $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Наряду с теплом основным и незаменимым фактором внешней среды при возделывании сельскохозяйственных культур являются осадки. В таблице 3 представлены месячные и годовые нормы сумм осадков за соответствующие временные ряды. Годовые суммы за 130-летний период наблюдений возрастают по отношению к первому 35-летнему периоду на 32 мм , но этот рост несущественен.

**Месячные и годовые нормы сумм осадков, мм
(Обсерватория им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА)**

Период, гг.	Количество лет	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая норма
1912–2011	100	40	36	36	40	53	74	84	78	64	60	51	49	665
1881–2010	130	39	35	36	39	53	73	82	79	62	59	50	46	652
1881–1980	100	35	33	37	40	55	70	83	77	60	55	48	44	636
1881–1960	80	47	47	47	42	56	71	84	78	64	58	55	55	654
1881–1915	35	35	35	39	36	52	66	82	74	58	53	49	39	620

Более показателен в этом плане тренд годовых сумм осадков за 130-летний период наблюдений. От уровня 600 мм в год в конце XIX в. наблюдается увеличение их годовых сумм до уровня 680 мм за первое десятилетие XXI в. Причем если в конце XIX и начале XX вв. ряд лет отмечен суммами осадков менее 450 мм, то в конце XX и начале XXI вв. их сумма в отдельные годы превышала 850 мм. Тем не менее согласно тренду в последние годы условия увлажнения территории Центрального Нечерноземья ухудшились (рис. 2).

За последний 100-летний период, с 1912 по 2011 г., почти 60% этого срока были с годовой суммой осадков выше многолетней средней величины (652 мм), рассчитанной по 130-летнему ряду. При этом с 1981 г. средняя сумма годовых осадков составляет более 700 мм. Важно отметить и перераспределение их по сезонам года, а также отдельным месяцам (табл. 4).

Принимая во внимание наличие тепловых антропогенных выбросов над г. Москвой и формирование так называемого «острова тепла», следует осторожно применять полученные результаты и динамику изменений основных факторов климата при характеристике внешних условий не только по всей Нечерноземной зоне, но и Центральному Нечерноземью. Однако выявленные, по данным Обсерватории им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА, основные тенденции колебаний и изменений климатических условий характерны и для временных рядов Михайловского агрометпоста «Голохвастово», расположенного в 60 км от Москвы. Они подтверждают ту же устойчивую тенденцию к изменению климата в регионе, что и результаты обсерватории. Отмечается общий рост температуры для этой территории на 1,5 °С, где основной вклад в этот процесс вносят теплые зимы.

Наглядное представление о потеплении холодных периодов последних десятилетий дает анализ сумм отрицательных среднесуточных температур воздуха. При возрастании контрастности температур и некотором похолодании в начале периода (ноябрь) наблюдается существенное смягчение температурного режима в центральные зимние месяцы, особенно в феврале — почти на 100 °С по сравнению с климатической нормой и на 74 °С — к 1980-м гг. (табл. 5).

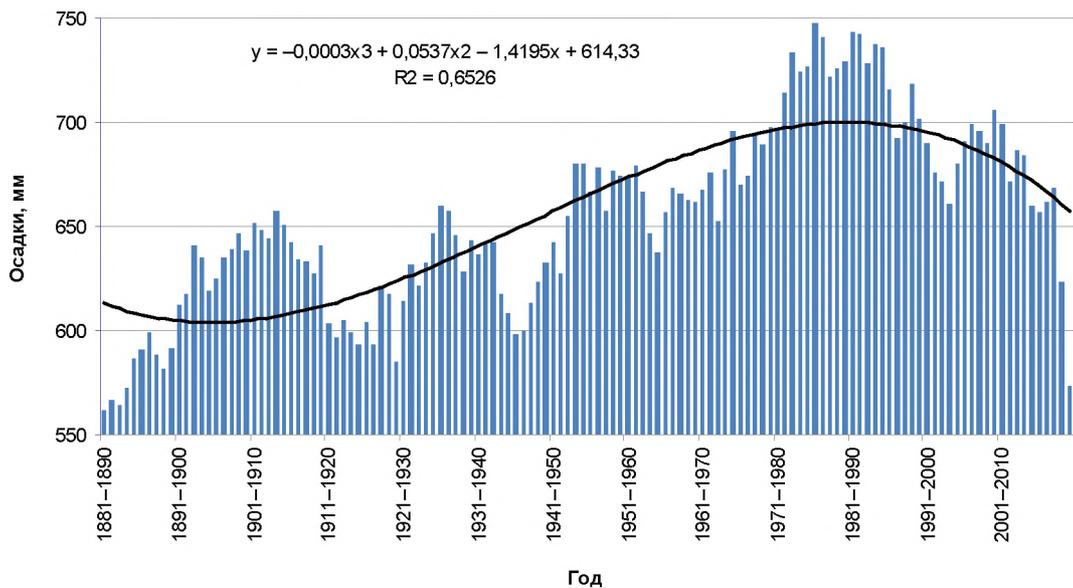


Рис. 2. Тренд годовых сумм осадков по скользящим десятилетиям, 1881-2010 гг.

Т а б л и ц а 4

**Месячные и годовые суммы осадков, мм, 1912-2011 гг.
(Обсерватория им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА)**

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма за год
1912	20	31	33	74	90	32	59	52	52	68	42	62	622
1913	22	29	44	38	20	104	109	106	38	51	84	86	731
1914	19	37	64	27	16	57	43	117	57	37	55	39	568
1915	76	41	45	32	27	28	93	51	69	8	97	47	614
1916	22	40	24	37	44	56	113	108	63	121	25	43	696
1917	22	19	28	56	54	5	84	34	83	38	62	19	504
1918	42	19	9	25	36	122	61	160	93	11	12	62	652
1919	9	56	35	28	25	95	93	150	46	77	36	84	734
1920	36	16	18	9	20	95	40	25	57	23	12	32	383
1921	40	16	26	9	39	68	94	37	48	40	17	32	466

Продолжение табл. 4

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма за год
1922	29	25	26	63	97	111	41	129	37	59	47	36	700
1923	23	16	33	32	46	110	147	72	41	48	71	32	671
1924	43	18	31	74	80	48	82	46	36	10	20	23	511
1925	28	28	36	45	24	54	103	108	100	65	73	58	722
1926	19	29	26	63	33	49	59	48	62	110	42	49	589
1927	11	16	18	31	108	130	163	25	81	98	79	26	786
1928	25	12	7	49	56	118	61	58	88	55	52	31	612
1929	18	17	23	28	32	72	84	29	16	36	26	31	412
1930	16	17	72	17	35	22	160	50	122	74	57	31	673
1931	40	11	72	37	34	51	127	41	79	43	33	70	638
1932	22	28	20	38	33	59	45	59	66	69	66	56	606
1933	9	44	8	74	89	88	75	146	142	38	48	12	773
1934	16	40	37	56	25	102	89	99	38	65	60	26	653
1935	18	35	14	63	38	75	167	117	113	99	24	91	854
1936	68	47	18	39	23	67	29	73	62	58	54	27	565
1937	12	40	109	18	54	36	121	51	41	51	63	78	674
1938	41	25	24	29	44	75	37	1	42	43	63	8	432
1939	55	44	30	66	83	40	38	17	31	62	40	62	567
1940	46	40	63	27	2	46	78	41	110	55	65	31	604
1941	35	36	29	68	78	76	35	87	81	57	16	88	686
1942	16	25	18	32	65	184	61	65	26	69	17	40	618
1943	28	19	24	37	36	40	107	50	49	25	33	74	522
1944	41	28	34	40	73	50	106	55	49	24	39	20	559
1945	25	20	45	34	64	68	98	143	113	91	12	43	756
1946	15	34	63	34	85	22	82	83	90	34	23	16	581
1947	43	84	91	44	28	85	37	89	53	38	130	90	812
1948	43	28	26	10	64	44	63	84	54	52	40	19	527

Продолжение табл. 4

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма за год
1949	25	24	67	18	42	110	140	74	8	40	40	70	658
1950	12	37	29	22	83	102	60	144	64	38	91	28	706
1951	40	11	85	25	81	5	109	62	27	8	39	43	535
1952	59	64	45	17	52	57	155	72	48	157	128	42	896
1953	38	18	13	30	72	55	144	174	118	67	22	19	770
1954	25	8	38	30	46	69	63	44	91	70	34	39	557
1955	73	38	75	99	62	67	30	21	37	37	28	59	626
1956	70	29	28	52	100	88	60	118	28	50	39	36	698
1957	52	83	42	17	44	102	46	55	67	31	19	48	606
1958	61	57	36	48	53	131	39	93	48	80	22	49	712
1959	73	31	35	32	78	87	48	82	49	52	22	47	636
1960	71	55	16	12	78	44	48	123	69	97	44	43	700
1961	30	37	53	54	40	32	79	118	45	7	28	70	593
1962	40	43	37	35	112	74	110	122	43	65	49	37	767
1963	23	43	28	27	15	106	92	34	107	38	42	19	574
1964	16	45	23	28	94	26	26	42	30	23	48	62	461
1965	61	21	21	40	63	93	195	34	97	40	40	98	823
1966	59	97	88	40	48	50	101	86	79	33	44	85	810
1967	40	16	52	57	27	44	38	122	22	40	57	71	586
1968	50	38	28	44	47	21	158	92	40	94	28	38	678
1969	24	26	16	53	56	92	70	61	64	41	94	30	627
1970	78	58	55	104	18	85	39	32	68	127	48	41	753
1971	40	19	29	48	30	58	79	59	79	130	74	37	682
1972	4	4	35	53	80	63	16	47	87	58	53	29	529
1973	20	69	26	69	74	21	109	147	65	93	74	56	823
1974	21	36	29	24	83	78	118	37	18	80	79	48	651
1975	43	44	16	36	24	66	78	101	24	31	31	65	559

Продолжение табл. 4

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма за год
1976	52	20	40	61	143	130	128	58	25	67	48	82	854
1977	24	61	25	49	75	92	77	91	56	36	139	61	786
1978	26	32	43	24	56	72	92	50	72	72	60	29	628
1979	76	25	58	12	19	40	161	54	108	31	56	68	708
1980	31	26	21	36	90	116	103	134	49	36	47	59	748
1981	62	28	51	27	18	67	131	104	127	69	61	112	856
1982	65	9	15	63	56	68	108	96	62	59	62	63	724
1983	65	54	27	89	9	100	65	33	46	96	99	42	725
1984	32	2	23	11	57	128	122	49	129	53	28	43	678
1985	73	31	8	45	60	111	92	23	109	69	81	71	772
1986	76	26	7	103	8	140	87	126	77	65	34	40	787
1987	35	24	20	23	97	113	53	61	60	0	53	49	587
1988	20	73	37	28	38	96	74	107	38	29	56	81	676
1989	45	35	49	47	33	71	37	138	22	130	55	76	738
1990	57	67	73	26	48	61	115	94	117	85	86	17	845
1991	52	34	23	51	48	122	101	147	74	114	44	42	851
1992	54	38	41	36	38	31	18	50	51	144	59	22	581
1993	80	47	26	35	16	140	156	114	112	50	7	86	869
1994	73	18	52	11	57	94	48	79	49	71	62	46	662
1995	63	56	14	48	27	68	56	59	39	21	79	36	565
1996	19	31	17	17	48	90	73	25	124	29	54	28	555
1997	49	30	47	22	38	108	9	55	60	153	60	40	670
1998	43	38	61	60	92	61	134	145	50	71	55	44	854
1999	67	54	34	28	33	7	67	96	61	35	41	52	575
2000	40	56	42	28	22	138	148	90	48	30	45	87	773
2001	38	87	45	26	122	64	64	43	40	71	65	51	715
2002	44	47	29	16	20	52	31	24	72	133	38	36	540

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма за год
2003	42	12	23	45	42	67	91	159	94	51	50	36	710
2004	79	49	28	36	54	116	138	72	88	76	61	56	852
2005	79	39	35	48	96	82	110	31	14	41	30	73	678
2006	25	35	43	44	64	66	23	140	52	52	54	33	631
2007	63	43	35	19	31	24	64	66	58	103	66	14	586
2008	27	56	52	47	62	67	136	124	66	54	48	53	792
2009	39	49	34	24	58	55	88	88	41	133	72	52	733
2010	17	60	23	27	56	54	8	57	61	42	77	81	563
2011	38	38	22	43	29	38	75	61	75	49	47	69	584
1912–2011	40	36	36	39	53	74	84	78	64	60	51	49	664

Таблица 5

Сумма отрицательных среднесуточных температур воздуха холодного периода, °С

Период, гг.	Месяц					Сумма за период
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	
Многолетняя средняя	-85	-251	-331	-311	-173	-1151
1980–1990	-118	-192	-246	-287	-114	-957
1990–2005	-133	-202	-199	-213	-129	-876
Откл. (±) 1990–2005 к 1980–1990	-15	-10	47	74	15	81

Термическая активность и повторяемость осадкообразующих процессов формируют максимальные осадки за соответствующий календарный период. Для образования устойчивого снежного покрова важное значение имеет выпадение твердых осадков и наличие низких отрицательных температур воздуха. Чем ниже температура, тем меньше нужно осадков, чтобы поддерживать непрерывное снегонакопление.

Процесс потепления зимних периодов, т.е. устойчивого преобладания повторяемости теплых зимних сезонов над повторяемостью холодных, усиливается в конце 1980-х, и особенно с начала 1990-х гг. Повышение приземных температур воздуха, как среднегодовых, так и холодной половины года, в последние десятилетия

обусловили аномалии снежности большинства лет. При этом важно отметить, что если в 1980-е гг. прослеживается устойчивая связь между температурой воздуха и суммами осадков ($r = 0,81$), то с начала 1990-х гг. эта связь практически отсутствует ($r = 0,12$). Осадки за период с устойчивым снегонакоплением выпадали неравномерно во времени и были неоднородными по составу, нередко в виде дождей, что оказало важное влияние на физико-механические свойства снежного покрова и его характеристики — высоту, плотность снега и запасы воды в нем (табл. 6).

Таблица 6

Характеристики снежного покрова

Параметр	Средняя из наибольших	Абсолютный max	Абсолютный min
Высота снега, см	$\frac{36}{34}$	$\frac{49}{60}$	$\frac{17}{21}$
Плотность снега, г/см ³	$\frac{0,36}{0,35}$	$\frac{0,41}{0,45}$	$\frac{0,24}{0,27}$
Запасы воды в снеге, мм	$\frac{100}{89}$	$\frac{140}{157}$	$\frac{71}{56}$
Осадки зимнего периода, мм	$\frac{128}{153}$	$\frac{163}{215}$	$\frac{64}{64}$

Примечание: над чертой — 1980-1990 гг., под чертой — 1990-2005 гг.

Следовательно, обобщая результаты длительных наблюдений Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона и наблюдений агрометпоста «Голохвостово», можно с уверенностью констатировать, что в конце XX и начале XXI вв. произошли заметные изменения климата Центрального Нечерноземья в сторону потепления, особенно существенно в зимний период последних двадцати лет. Изменения в температурном режиме и режиме осадков привели к важным для сельского хозяйства последствиям: увеличилась продолжительность вегетационного периода; значительно выросла теплообеспеченность территории; существенно повысилась экстремальность климата; наблюдается устойчивая тенденция роста засушливости периодов вегетации сельскохозяйственных культур и его отдельных подпериодов; стали теплыми зимы с большим числом интенсивных оттепелей. Все это указывает на смену глобальной климатической обстановки региона и острую необходимость ее переоценки агрономической наукой, прежде всего с позиций лимитирующих факторов.

В качестве примера неблагоприятного влияния климата на функционирование агроландшафтов в последние десятилетия можно привести результаты длительных научных исследований, выполненных в 1981-2009 гг. в стационарном полевом опыте. Опыт был заложен в Московской области на двух смежных склонах южной экспозиции, где были проведены комплексные полевые наблюдения за экологическими изменениями эрозионно опасных агроландшафтов. Такие экосистемы, находящиеся в состоянии постоянного стресса, представляют особый интерес для изучения.

Они экологически уязвимы и достаточно отзывчивы для неблагоприятных природных воздействий, что позволяет получить наиболее полное представление о влиянии и последствиях современных трансформаций климата [1,7].

Согласно полученным данным, современный климат и его составляющие оказывают негативное воздействие на физико-механические свойства эродированной почвы и ее структурное состояние. В условиях теплых зим из-за переувлажнения и высокой степени цементации льдом пахотного слоя нарушаются процессы зимнего разуплотнения. В результате почва не достигает равновесного состояния. Следствием этого является значительная усадка грунта после оттаивания весной и общее повышение плотности почвы. Отрицательное влияние на ее агрофизическое состояние оказывает и нарастание засушливости периода вегетации. Иссушение почвы резко повышает плотность ее сложения.

Слабое промораживание почвы или его отсутствие в условиях неустойчивых зимних периодов не способствует эффективному образованию структуры. Напротив, происходит ее активное физико-химическое разрушение, особенно верхнего слоя, где коэффициент структурности почвы снизился в среднем на 30%. Уменьшение агрономически ценных агрегатов происходит в основном за счет их укрупнения до глыбистых размеров, что свидетельствует о значительном нарушении процессов структурообразования.

Результаты почти 30-летних исследований позволяют утверждать, что современные изменения климата приводят к необратимым экологическим изменениям важнейших свойств эродированных почв. Они способствуют переорганизации пахотного горизонта (слой 0-40 см) и ухудшению его агрофизической основы: повышению на 5-12% плотности сложения и на 20-22% твердости почвы, снижению на 10-19% количества агрономически ценной макроструктуры и ослаблению на 9-13% водопрочности почвенных агрегатов, а также общей тенденции на обесструктурирование.

Таким образом, современные глобальные и региональные изменения климата формируют новый природно-ресурсный потенциал территории центральных областей Нечерноземной зоны. Это влечет за собой экологические изменения важнейших свойств, функций и режимов ландшафтных комплексов, приводящих к серьезным последствиям для сельского хозяйства. На данном этапе развития климатические факторы нарушают устойчивость агроэкосистем и их равновесие, вносят заметную дестабилизацию в процессы почвообразования, механизм управления продукционным потенциалом агроландшафтов и общее их функционирование.

Библиографический список

1. Белолобцев А.И. Адаптация сельского хозяйства с учетом текущих и ожидаемых климатических рисков // Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодноклиматическим условиям: Сборник докладов Международной научно-практической конференции. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. С. 11-22.
2. Жуков В.А. О некоторых проблемах агроклиматического обеспечения агропромышленного комплекса // Труды ВНИИСХМ, 1989, вып. 24, с. 6-17.
3. Исаев А.А., Абакумова Г.М., Незваль Е.И. и др. Справочник Экологоклиматических характеристик г. Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ). Т. 1. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003.
4. Система земледелия Нечерноземной зоны: обоснование, разработка, освоение / Г.И. Баздырев, И.С. Кочетов и др. М.: Изд-во МСХА, 1993.

5. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. JL: Гидрометеониздат, 1975.

6. Alexandrov П., G. Hoogenboom. The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. Agric. For. Meteorol. 2000. 104, 315-327.

7. Belolyubtsev A.I. Agri-environmental effectiveness of techniques to protect soil from erosion in the context of global climate change // IZVESTIA of timiryzev-academy, 2009, с. 9. Special Issue.

AGRO-CLIMATIC RESOURCING OF CROP PRODUCTIONAL PROCESSES UNDER THE CONDITIONS OF THE CENTRAL REGION IN THE NONCHERNOZEM ZONE

A.I. BELOLYUBTSEV, I.F. ASAULYAK

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

Crop productional processes take place under extremely diverse and constantly changing climatic conditions affecting the plants throughout ontogeny. Current climatic variability and fluctuations create a new natural-resource potential in the Central region of the Nonchernozem zone. At this stage of development climatic factors break down the sustainability of agro-ecosystems and their balance, as well as significantly destabilize soil-forming processes, management mechanism and productional capacity of agricultural landscapes and their functioning in general.

Key words: agro-climatic conditions, Nonchernozem zone, climate change, climatological normals, air temperature, precipitations, agricultural landscapes.

Белолоубцев Александр Иванович — д. с.-х. н., проф. каф. метеорологии и климатологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-73-55; e-mail: belolyubcev@mail.ru).

Асауляк Ирина Федоровна — канд. геогр. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. (499) 977-73-55; e-mail: irasaulak@mail.ru.