

УДК 551.584:551.978.46:551.558.2

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА

А.И. БЕЛОЛЮБЦЕВ, Н. ДЖАНДАГИ, С.Н. УДОВИЧЕНКО

(Кафедра земледелия и агрометеорологии РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Показана роль микроклимата в определении характеристик снежного покрова в условиях сложного рельефа. Современные изменения в процессах атмосферной циркуляции в сочетании с местными факторами вносят существенные коррективы в количество и распределение зимних осадков во времени, величину снегозапасов, характер их накопления и размещения по различным элементам ландшафта. В этом плане снежный покров является одним из наиболее чувствительных индикаторов изменения окружающей среды, являясь связующим звеном между климатическими и гидрологическими процессами.

Ключевые слова: изменения климата, микроклиматические условия, снегосъемка, склоны южной экспозиции, эрозия почв, оттепели, характеристики снежного покрова.

Для безопасного функционирования природных и природно-антропогенных экосистем важнейшее значение имеют как общеклиматические характеристики, так и микроклиматические различия отдельных территорий. Климат является исходным системообразующим фактором, определяющим через соотношение тепла и влаги разнообразие жизненных форм, интенсивность и направленность биогеохимических процессов любых экосистем, в т.ч. с.-х. назначения. Экологическая устойчивость, состояние и продуктивность агроландшафтов, многие технологические процессы в сельском хозяйстве напрямую зависят от сочетания погодно-климатических условий и их проявления. В этой связи все большее значение приобретает правильная оценка климата приземных слоев воздуха и почвы, определяемых влиянием подстилающей поверхности на распределение климатических элементов в пределах небольшой территории. Заметно возросший в последние годы интерес к микроклиматическим исследованиям свидетельствует о практической значимости этих сведений.

Условия и методика проведения

Основные исследования выполнены в стационарном полевом опыте М-01-18-ОП, который был заложен осенью 1980 г. на экспериментальной базе учебно-опытного хозяйства «Михайловское» Московской обл.

История ведения опыта включает в себя два периода. В первый период (1980–1989) на двух смежных склонах южной экспозиции развернут трехфакторный опыт, где изучались три варианта противоэрозионной обработки почвы (вспашка, вспашка + щелевание и поверхностная) и два варианта с разными нормами минеральных удобрений. Во второй (с 1990 г.) — с учетом дальнейшего совершенствова-

ния систем земледелия, комплексного изучения принципов разноглубинности, минимизации, почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приемов обработки почвы, построения на этой основе принципиально новых ландшафтных систем земледелия для эрозийно опасных территорий полевого опыта был модернизирован:

Схема двухфакторного опыта 6×2

А. Обработка почвы	В. Склон
1. Вспашка на глубину 20–22 см, поперёк склона (контроль) 2. Вспашка + щелевание на 40–50 см и нарезанием щелей через 7–8 м 3. Плоскорезная на 18–20 см + щелевание через 1,4 м 4. Плоскорезная + чизелевание на 38–40 см 5. Поверхностная на 6–8 см + щелевание через 3–4 м 6. Поверхностная	1. 8° 2. 4°

На опытном участке развёрнут пятипольный почвозащитный зернотравяной севооборот во времени: 1 — овёс; 2 — ячмень с подсевом многолетних трав; 3 — многолетние травы 1-го года пользования; 4 — многолетние травы 2-го года пользования; 5 — озимая пшеница.

Размещение вариантов в первый период проведения исследований рендомизированное, во второй — методом организованных повторений. Повторность — 3-кратная, число вариантов — 6, делянок — 36. Общая площадь опыта — 6 га.

Результаты и их обсуждение

Новейшие данные метеорологических наблюдений и анализ среднегодовой температуры приземного слоя воздуха, как главного фактора отражающего изменения среды, показывают, что за последние десятилетия отмечены существенные отклонения этой величины от среднемноголетних значений [1–4].

Для объективной оценки текущих экологических изменений и расчета климатической нормы 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 имени К.А. Тимирязева.

Т а б л и ц а 1

Месячные и годовые нормы температуры воздуха, °С
(обсерватория имени В.А. Михельсона РГАУ – МСХА)

Период, год	Количество лет	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая норма
1879–2003	125	–9,5	–8,6	–3,8	4,9	12,2	16,2	18,3	16,4	10,7	4,6	–1,9	–7,0	4,4
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

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 125-летний ряд (4,4°C) по сравнению с нормой за 35-летний ряд (3,6°C) выросла на 0,8°C, то изменение средних значений температуры за отдельные месяцы более заметны. Например, апрельская норма выросла с 3,4°C для короткого ряда до 4,9°C для длинного, т.е. на полтора градуса. Учитывая, что каждый период осреднения (35, 73, 80, 100, 125 лет) включал все предшествующие годы, этот рост средних месячных и годовых температур можно считать достоверным.

Результаты трендового анализа 130-летнего ряда наблюдений за температурой воздуха убедительно 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).

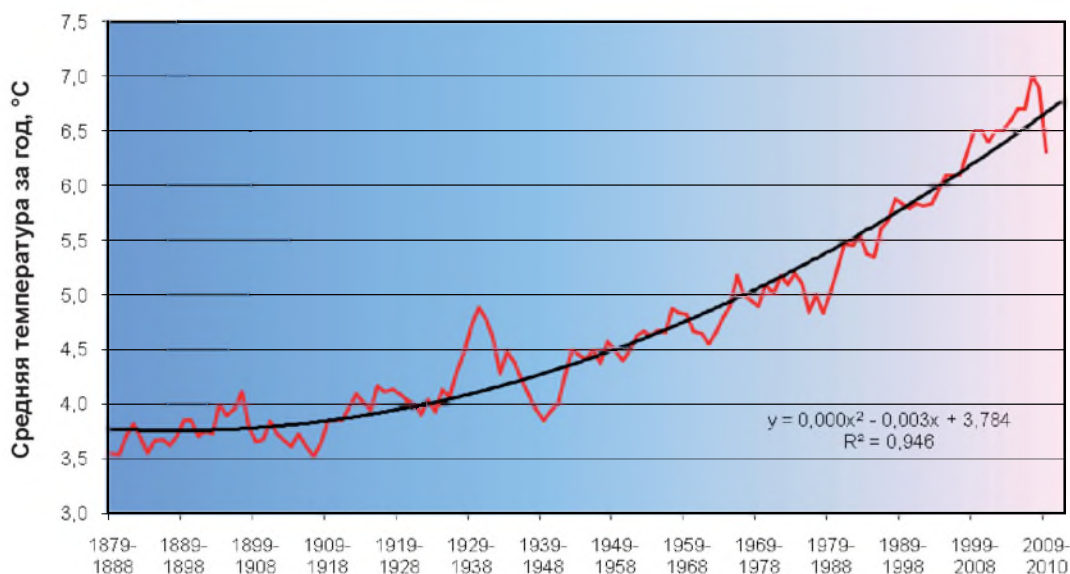


Рис. 1. Тренд годовых температур воздуха по скользящим десятилетиям 1879–2010 гг.

На графике отчетливо проявляется волнообразный характер колебаний температуры воздуха. Выделяется относительно холодный период в начале XX в., всплеск тепла в 30-е годы и бурный подъем в последние три десятилетия, где средняя годовая температура превышает климатическую норму за 100 лет наблюдений на 2,1°C, достигнув рекордной отметки в 2008 г. — 7,5°C.

На этом фоне возрастает и экстремальность климата. Так, за последний 30-летний период в холодный сезон чаще наблюдаются случаи наступления экстремально максимальных температур, значительно превышающих прежние пределы. Это же характерно и для теплого времени года. Особенно показательным в этом ряду стал 2010 г.: только за летний сезон было зафиксировано более 20 температурных рекордов.

Наряду с теплом, основным и незаменимым фактором внешней среды при возделывании с.-х. культур являются осадки. В таблице 2 представлены месячные и годовые нормы сумм осадков за соответствующие временные ряды. Годовые нормы сумм осадков за 125-летний период наблюдений возрастают по отношению к первому 35-летнему периоду на 30 мм, однако этот рост несущественен.

Т а б л и ц а 2

Месячные и годовые нормы сумм осадков, мм
(обсерватория имени В.А. Михельсона РГАУ – МСХА)

Период, год	Количество лет	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая норма
1879–2003	125	38	34	36	40	53	73	83	78	62	58	49	46	650
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, включающий и последние годы. От уровня 600 мм в год в конце XIX в. наблюдается увеличение их годовых сумм до уровня 700 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 (рис. 2).

Данные наблюдений за основными факторами внешней среды Михайловского агрометпоста «Голохвостово», расположенного в районе проведения опытов, под-

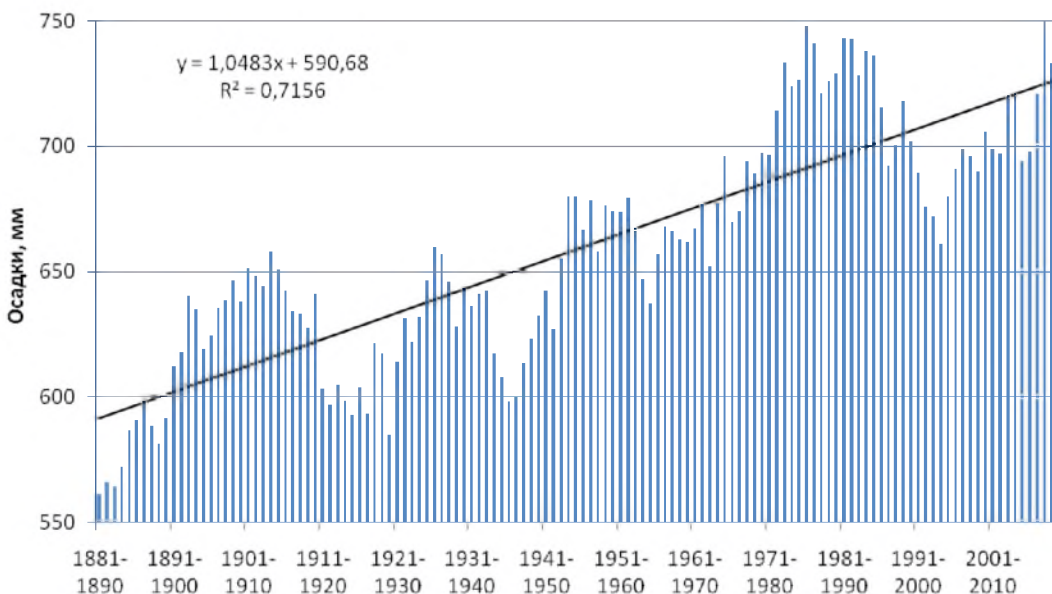


Рис. 2. Тренд годовых сумм осадков по скользящим десятилетиям

тверждают ту же устойчивую тенденцию к изменению климата в регионе, что и результаты обсерватории. Отмечается общий рост температуры для этой территории на $1,5^{\circ}\text{C}$, в основном за счет потепления в центральные зимние месяцы.

Средняя температура приземного слоя воздуха в холодный сезон возрастает до $-5,4^{\circ}\text{C}$ (при норме $-7,7$), или на $2,3^{\circ}\text{C}$. Однако тренд, характеризующий устойчивость ее повышения, статистически незначим ($R^2 = 0,12$), что свидетельствует о значительных колебаниях и изменениях изучаемого элемента. Наиболее заметная трансформация термического режима происходит в 1990–2005 гг., особенно по отдельным месяцам. В январе значения температуры воздуха превышают среднемноголетние на $4,6$, в феврале — на $3,0$ и в марте — на $3,1^{\circ}\text{C}$ при общем росте температуры за период на $2,6^{\circ}\text{C}$. Это на $0,7^{\circ}\text{C}$ теплее, чем за первый десятилетний срок наблюдений.

Т а б л и ц а 3

Сумма отрицательных среднесуточных температур воздуха холодного периода, $^{\circ}\text{C}$

Период, год	Месяцы					Сумма за период
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	
Средняя многолетняя	-85	-251	-331	-311	-173	-1151
1980–1990	-118	-192	-246	-287	-114	-957
1990–2005	-133	-202	-199	-213	-129	-876
Откл (\pm) 1990–2005 к 1980–1990	-15	-10	47	74	15	81

Наглядное представление об устойчивости холодных периодов последних десятилетий дает анализ сумм отрицательных среднесуточных температур воздуха. Отмечается заметное перераспределение тепла в пределах холодного сезона. 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°C по сравнению с нормой и на 74°C — к 1980-м гг. (табл. 3).

Но, пожалуй, одним из наиболее надежных показателей, характеризующих устойчивость холодных периодов, является число дней с температурой выше 0°C (рис. 3). Факт присутствия длительно-однонаправленных изменений этого показателя за последние годы не подвергается сомнению ($R^2 = 0,44$). При этом сохраняется и общая закономерность распределения количества дней с температурой выше 0°C в пределах изучаемого периода. Если в 80-е гг. число таких дней соответствует климатической норме (34), то в 1990–2005 гг. их рост в среднем составил 76%. Количество интенсивных оттепелей в зимний период с температурой выше $2,5^{\circ}\text{C}$, т.е. наиболее опасных для формирования негативных свойств почв, снижающих ее стокорегулирующие и почвозащитные показатели, а следовательно, способствующих созданию условий для развития процессов эрозии, увеличилось более чем в 2 раза.

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

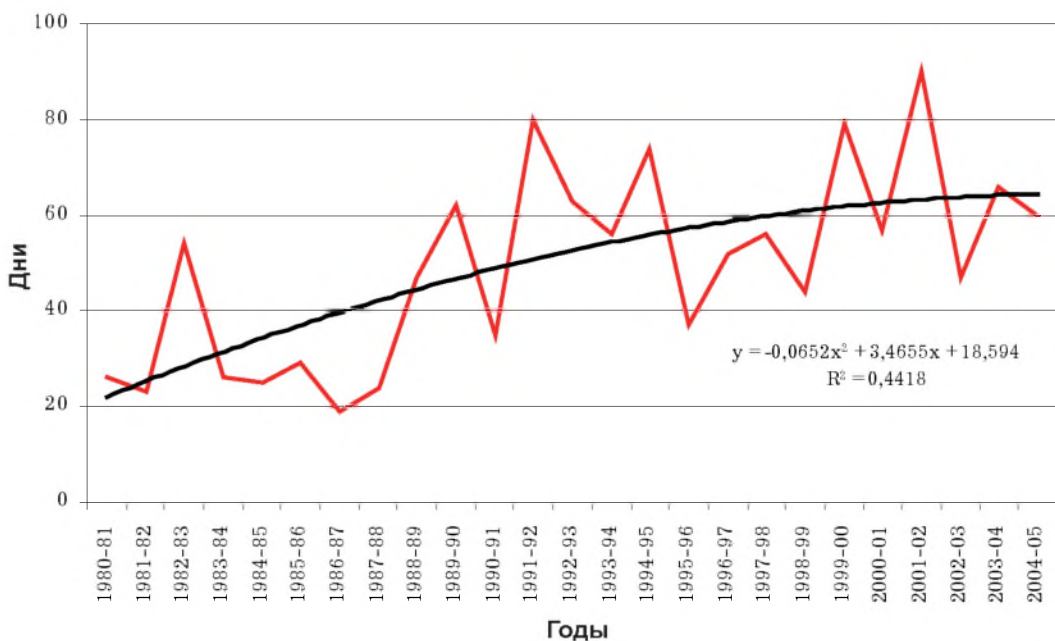


Рис. 3. Тренд количества дней холодных периодов с температурой выше 0°C. 1980–2005 гг.

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 обусловило аномалии снежности большинства лет. При этом важно отметить, что если в первое десятилетие прослеживается устойчивая связь между температурой воздуха и суммами осадков ($r = 0,81$), то с начала 1990-х гг. эта связь 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).

Прежде всего неустойчивый термический режим зимних сезонов последних лет оказывает заметное влияние на сокращение общих запасов снега и воды в нем. Если средняя высота снежного покрова из максимальных его значений в период с 1990 г. по отношению к 1980-м гг. снизилась лишь на 2 см, то запасы воды в нем сократились на 11 мм, притом что общее количество зимних осадков за этот срок возросло на 25 мм (табл. 4).

Для эффективного решения проблемы защиты почв от эрозии и влагонакопления необходимо располагать сведениями не только о горизонтальной изменчивости характеристик снежного покрова, но и данными колебаний их во времени. О неустойчивости количественных характеристик снежных запасов наглядным образом свидетельствуют максимальные и минимальные его показатели. При этом обращает на себя внимание существенно возросшая в последние годы контрастность параметров снежного покрова. Наиболее очевидные колебания отмечаются по количеству зимних осадков и максимальным запасам воды в снеге, где разница составляет соответственно 151 и 101 мм против 99 и 69 мм за первые десять лет исследований (1980–1990).

Характеристики снежного покрова

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

Примечание. Числитель — 1980–1990 гг., знаменатель — 1990–2005 гг.

Проведенный графический анализ подтверждает изменения по годам этих показателей и общий заметный рост количества осадков с начала 1990-х гг. Кроме того, он показывает существенное снижение максимальных запасов воды в снеге в начале этого периода при отсутствии устойчивой тенденции влагонакопления в целом (рис. 4). Следует отметить достаточно высокую корреляционную связь ($r = 0,69$) между количеством зимних осадков и запасами воды в снежном покрове при потеплении (1991–2005) и отсутствие такой зависимости ($r = 0,12$) в относительно устойчивые зимние периоды (1980–1990).

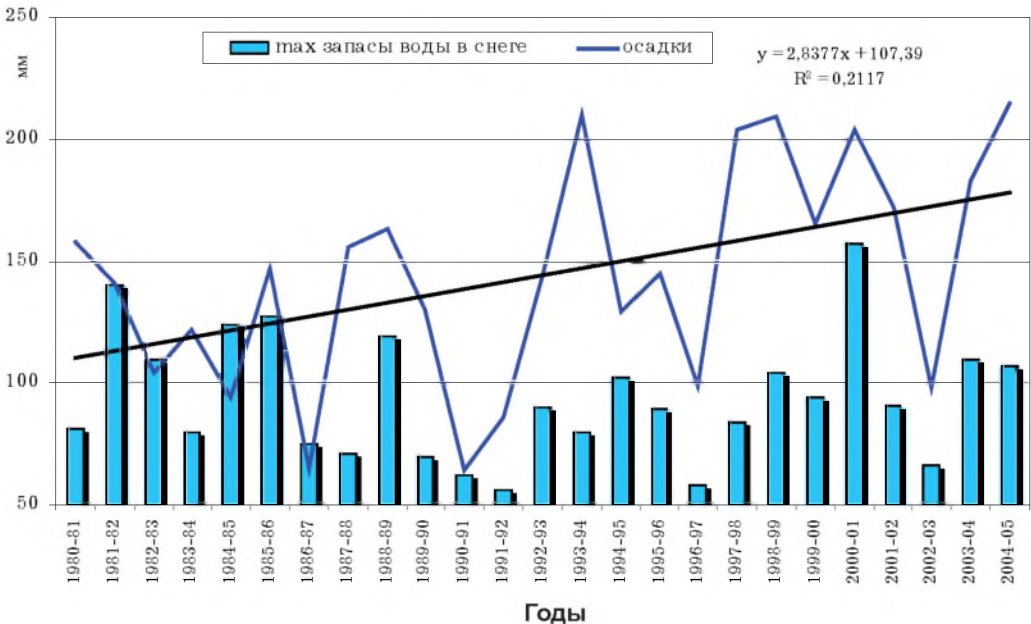


Рис. 4. Тренд количества зимних осадков и максимальных запасов воды в снеге (1980–2005)

Наибольшей неравномерностью в распределении снежного покрова отличаются положительные формы рельефа (склоны) и лесные опушки. В лесном массиве снежный покров залегает всегда равномерно и не подвержен перемещению и интенсивному стаиванию. В некотором смысле поляна в лесу выступает в роли «естественного площадного осадкомера», где можно получить наглядное представление о влиянии различных элементов ландшафта на процессы снегонакопления. На основании обработки материалов параллельных снегосъемок получены результаты по пространственной изменчивости характеристик снежного покрова. Анализ показывает, что в условиях открытой местности на склонах южной экспозиции в зависимости от его крутизны высота снежного покрова по отношению к аналогичным показателям снегонакопления в лесном массиве снижается на 10–14 см, или на 23–32%, а запасы воды в снеге — на 17,2 мм, или 16% (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Влияние рельефа местности на характеристики снежного покрова, 1999–2005 гг.

Элемент ландшафта	Высота снега, см	Запасы воды в снеге, мм
Поляна	44,2	107,8
Склон крутизной 8°	30,3	90,6
Склон крутизной 4°	34,3	90,7

Плотность снега на лесных опушках, защищенных от ветра, в период максимальных его запасов колебалась незначительно и находилась в пределах 0,24–0,25 г/см³, что на 8–20% меньше аналогичных показателей в условиях открытых участков. Существенные различия отмечаются и в структурном состоянии снежного покрова.

Накопление и распределение снежных запасов в условиях сложного рельефа в основном зависит от температуры воздуха, изменения скорости ветра и турбулентного трения, обусловленного различного рода препятствиями (пожнивными остатками, микрорельефом и др.). Влияние последнего фактора наиболее выражено в начале зимы и определяется состоянием подстилающей поверхности. Особенно четко это проявляется в вариантах с плоскорезной обработкой в сочетании со щелеванием и чизелеванием. По мере накопления снега эти различия сглаживаются и далее уже не зависят от приемов агротехники. Влияние крутизны склона на процессы снегонакопления отмечается в течение всего зимнего периода, где высота снежного покрова на склоне 4° была в среднем на 4 см выше, чем на склоне 8° (табл. 6).

Вместе с тем роль рельефа, а соответственно и неоднородность метелевого потока не сказываются на общих запасах воды в снеге, где ее максимальный объем по склонам был одинаковым и составил в среднем 90,6 мм. Полученные результаты снегосъемок на первый взгляд могут показаться нелогичными и несоответствующими обычному режиму накопления влаги в условиях сложного рельефа. Ответ на этот вопрос лежит в существенном потеплении зимних периодов последних лет и специфике вещественно-энергетических процессов, характерных для южных склонов. Инсоляция и присутствие многочисленных интенсивных оттепелей зимой приводит к заметному стаиванию снежной массы на склонах и формированию на почве притертой ледяной корки разной толщины, влагозапасы которой, главным образом, и нивелируют эти различия. При этом следует признать положительную роль слабых оттепелей в закреплении и более равномерном распределении снега в пределах агро-

Т а б л и ц а 6

Максимальные высота снежного покрова (см) и запасы воды в снеге (мм) в зависимости от агротехнических приемов обработки почвы, крутизны и элементов склона (1999–2005)

Вариант обработки	Элементы склона			В среднем по склону	
	верх	середина	низ	высота снега, см	запасы воды, мм
<i>Склон крутизной 8°</i>					
Вспашка (контроль)	29,4	31,0	30,9	30,4	94,0
Вспашка + щелевание	29,2	29,8	30,2	29,7	87,2
Плоскорезная + щелевание	29,3	29,8	30,6	29,9	92,4
Плоскорезная + чизелевание	30,3	30,6	30,7	30,5	89,6
Поверхностная + щелевание	30,1	29,8	30,9	30,3	91,0
Поверхностная	30,6	31,3	30,9	30,9	89,3
<i>Склон крутизной 4°</i>					
Вспашка (контроль)	33,4	34,7	36,2	34,8	91,0
Вспашка + щелевание	32,3	34,9	34,0	33,7	88,6
Плоскорезная + щелевание	33,8	36,1	34,6	34,8	93,4
Плоскорезная + чизелевание	33,9	34,7	34,8	34,5	91,2
Поверхностная + щелевание	32,9	34,8	33,7	33,8	88,4
Поверхностная	33,5	34,0	34,4	34,0	91,7

ландшафта по его элементам (верх, середина, низ), где существенных отличий по этому показателю не выявлено. В качестве сравнения можно привести данные промежуточной снегосъемки за устойчивый зимний период (2005–2006). При отсутствии интенсивных оттепелей отмечены заметные различия в показателях максимальной высоты снежного покрова как между склонами, так и по отдельным его элементам (табл. 7).

В этой связи необходимо пояснить, что неравномерное залегание снега на склонах — явление отрицательное, так как это основная причина сильного смыва и размыва почвы. Смыв начинается только с момента появления первых проталин. Снежный покров равномерно удерживает в своей массе воду на всем пространстве склона, резко ограничивая скорость ее движения. Поверхность почвы под снегом остается, как правило, в мерзлом состоянии и смыв в таких условиях невозможен. Следовательно, частые непродолжительные оттепели в конечном итоге оказывают

Т а б л и ц а 7

Максимальные высота снежного покрова (см) и запасы воды в снеге (мм) в зависимости от крутизны склона и его элементов

Элемент ландшафта	Элементы склона			Средние по склону	
	верх	середина	низ	высота снега, см	запасы воды, мм
Склон крутизной 8°	21	23	26	23,3	49,2
Склон крутизной 4°	25	29	27	27,0	54,0

определенное позитивное влияние на интенсивность процессов эрозии в ранневесенний период за счет снижения эродирующей способности стока талых вод.

Для процессов эрозии важны данные о запасах воды в снеге непосредственно перед его таянием в ранневесенний период. Именно они являются потенциально опасными в формировании стока талых вод и смыва почвы на склонах (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Запасы воды в снеге в ранневесенний период, мм

Вариант обработки	Ротации севооборота, гг.					Периоды, гг.	
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	1981–1990	1991–2005
<i>Склон крутизной 8°</i>							
Вспашка (контроль)	94,0	78,0	46,2	71,4	92,4	86,0	70,0
Вспашка + щелевание	91,6	79,2	46,0	72,6	83,8	85,4	67,5
Плоскорезная + щелевание	–	–	47,4	73,4	89,7	–	70,2
Плоскорезная + чизелевание	–	–	47,8	73,8	86,7	–	69,4
Поверхностная + щелевание	–	–	46,4	74,0	87,8	–	69,4
Поверхностная	98,3	76,8	46,2	72,6	85,4	87,5	68,1
<i>Склон крутизной 4°</i>							
Вспашка (контроль)	101,9	84,4	49,6	73,0	86,7	93,2	69,8
Вспашка + щелевание	100,2	83,8	49,8	72,6	85,7	92,0	69,4
Плоскорезная + щелевание	–	–	51,0	73,4	90,4	–	71,6
Плоскорезная + чизелевание	–	–	50,7	73,8	88,5	–	71,2
Поверхностная + щелевание	–	–	50,8	73,0	84,9	–	69,6
Поверхностная	104,3	83,4	50,6	74,0	88,0	93,8	70,9
НСР ₀₅ фактор						<u>2,8</u>	<u>1,2</u>
						3,4	2,0

В период исследований зафиксированы существенные изменения влагозапасов, накопленных в снеге во времени. Своих максимальных значений они достигали в первую ротацию севооборота, которая характеризовалась относительно стабильными по термическим показателям зимними сезонами. Повышение температуры приземного слоя воздуха, особенно в центральные зимние месяцы, в начале 90-х годов привело к снижению аккумулированных в снеге запасов влаги в ранневесенний период более чем в 2 раза. Вместе с тем важно отметить стабильную динамику их роста в последние годы. Эти различия наглядным образом демонстрируют значение фактора устойчивости термического режима зимних периодов на накопление влаги в снеге и отклик в целом снежного покрова на потепление.

Заключение

Таким образом, анализ основных факторов внешней среды последних десятилетий дает все основания утверждать, что с начала 1990-х гг. происходят самые заметные изменения климата за весь более чем 130-летний срок непрерывных инструментальных наблюдений. Они характеризуются значительным повышением температуры приземного слоя воздуха холодных сезонов и испаряемости в период активной вегетации с.-х. культур, возрастом

повторяемости засушливых явлений при одновременном увеличении интенсивности экстремальных осадков и температуры.

Современные изменения в процессах атмосферной циркуляции в сочетании с местными факторами вносят существенные коррективы в количество и распределение зимних осадков во времени, величину снегозапасов, характер их накопления и распределения по различным элементам ландшафта. Важно подчеркнуть, что с этих позиций снежный покров является одним из наиболее чувствительных индикаторов изменения окружающей среды и связующим звеном между климатическими и гидрологическими процессами. Поэтому оценка изменений характеристик снежного покрова и их микроклиматических различий в условиях сложного рельефа, оказывающих важнейшее влияние на экологическую устойчивость природных и особенно природно-антропогенных экосистем, требует самого пристального внимания.

Библиографический список

1. Белолобцев А.И. Агроэкологические аспекты современного климата // Труды ГУ ВНИИСХМ, 2010. Вып. 37.
2. Белолобцев А.И. Агроклиматическая оценка продуктивности фитоценозов на склоновых землях // Известия ТСХА, 2010. № 4. С. 31–40.
3. Alexandrov V.A., Hoogenboom G. The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria // Agric. For. Meteorol., 2000. 104. 315–327.
4. IPCC. Climate change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Geneva, 2007.

Рецензент — д. б. н. М.А. Мазиров

SUMMARY

The role of microclimate in determining snow cover characteristics under conditions of compound relief is shown in the article. Recent changes in atmospheric circulation processes, in combination with local factors, make significant adjustments to both amount and distribution of winter precipitation in time, snow cover quantity, nature of its accumulation and distribution according to various landscape elements. Snow cover is thought to be one of the most sensitive factors of environmental changes, being a link between climatic and hydrological processes.

Key words: climatic changes, micro-climatic conditions, slopes of southern exposure, soil erosion, thaws, snow cover characteristics.

Белолобцев Александр Иванович — д. с.-х. н., Тел. (499) 977-73-55. Эл. почта: belolyubcev@mail.ru

Надер Джандажи (Исламская Республика Иран) — асп. каф. земледелия и агрометеорологии РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. (499) 977-73-55.

Удовиченко Сергей Николаевич — асп. каф. земледелия и агрометеорологии РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. (499) 977-73-55.