



УДК 63:551.5:631.415.2 (470.324)  
DOI 10.25230/conf13-2025-03-153

## ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Медведев Д.А.

ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В. В. Докучаева»  
medwedewdimas@yandex.ru

Целью представленных исследований является оценка влияния изменений климата Воронежской области на кислотность почв региона. Установлено, что в регионе за период с 1979 по 2020 гг. многолетние среднемесячные температуры приобрели отчетливую тенденцию к повышению. Скорость изменения среднегодовой температуры за 42 года составила 2,0 °С, а за вегетационный период – 1,5 °С. Кроме того, за указанный временной интервал произошло устойчивое повышение количества осадков с января по май. В ходе проведения корреляционного анализа данных было установлено, что подкислению почв региона способствует повышение температуры, как среднегодовой ( $r = 0,73$ ), так и теплого периода ( $r = 0,59$ ). С годовой суммой осадков, осадками теплового периода и ГТК Селянинова установлена обратная слабая и средняя зависимость.

Ключевые слова: кислотность почв, осадки, температура, изменение климата, гидротермический коэффициент.

Введение. Главным природным богатством Воронежской области являются черноземные почвы, среди которых наиболее распространенными являются черноземы типичные, обыкновенные и выщелоченные [1]. Учет кислых почв в регионе стал проводиться агрохимической службой с начала III цикла крупномасштабных почвенных и агрохимических изысканий (1979–1985 гг.). В этот отрезок времени доля кислых с  $pH_{kcl} 5,5$  и ниже составляла 23,4 %. С проведением последующих туров (циклов) обследования доля кислых почв постепенно увеличивалась и по состоянию на 01.01.2021 г. после X тура обследования, проведенного в 2016–2020 гг., достигла 31,0 % или 699,5 тыс. га пашни. Прирост площадей кислых почв за данный временной интервал послужил доводом к формированию представления о подкислении почв под влиянием хозяйственной деятельности человека (вынос из почвы кальция и магния с урожаем, применение физиологически кислых минеральных удобрений и др.) [2, 3].

Однако антропогенный фактор, способствующий подкислению почв, не является единственным. По-видимому, стоит учитывать и природные: в частности климат, который интенсивно изменяется в последние десятилетия [4, 5].

Углекислый газ, в большом количестве накапливающийся в почвенном профиле почв при дыхании корней растений, способствует переводу нерастворимого карбоната кальция в растворимый бикарбонат [6, 7, 8], который с капиллярным подъемом влаги вверх принимает участие в самомелиорации пахотного слоя. Следуя учению родоначальника генетического почвоведения В.В. Докучаева [9], изменение гидротермических условий, с большой долей вероятности, могут изменять интенсивность и направленность почвенных процессов, в том числе и оказывать влияние на реакцию почвенной среды (pH). Особенно это актуально для обыкновенных и южных черноземов, у которых карбонатный горизонт начинается с глубины довольно близкой к пахотному слою.

Исследования по выявлению влияния изменяющихся гидротермических условий на кислотность почв позволят сельхозтоваропроизводителю принимать правильные

агротехнические и управленческие решения для повышения урожая и сведения до минимума потери продукции из-за изменения климатических условий [10].

Материалы и методы. Исследование проводилось в рамках изменения регионального климата за период с 1979 по 2020 год. Для оценки влияния метеорологических факторов на кислотность почв Воронежской области были использованы сведения о температуре и количестве осадков из открытых источников [11]. Статистика распространения кислых почв в регионе за рассматриваемый период времени была получена в ходе работы с архивными данными в ФГБУ ГЦАС «Воронежский». Дальнейшая обработка данных проходила в программном обеспечении Excel с использованием математико-статистических методов.

Результаты и обсуждение. По данным исследований за 1979–2020 гг. в Воронежской области отмечается устойчивое повышение многолетних среднемесячных температур, что в целом соответствует изменению климата в масштабах страны, о чем свидетельствуют работы не только отечественных, но и зарубежных авторов (рис. 1). Существенное повышение температуры воздуха за 42-летний период произошло в конце зимы, начале весны (февраль – на 5,5 °, март – на 4,7 °). Однако увеличение температуры воздуха отмечается не только в холодное время, но и летом, в частности в июне прирост составил 1,9 °, в июле – 1,94 °, в августе – 2,1 °. В осенний период наибольший прирост температуры отмечается в октябре – 2,2 °, а также в сентябре – 1,39 °. Наименьшее повышение температуры воздуха отмечено в ноябре – 0,49 ° и в декабре – 0,24 °. На фоне интенсивного регионального потепления наблюдается похолодание в мае на 0,33 °.

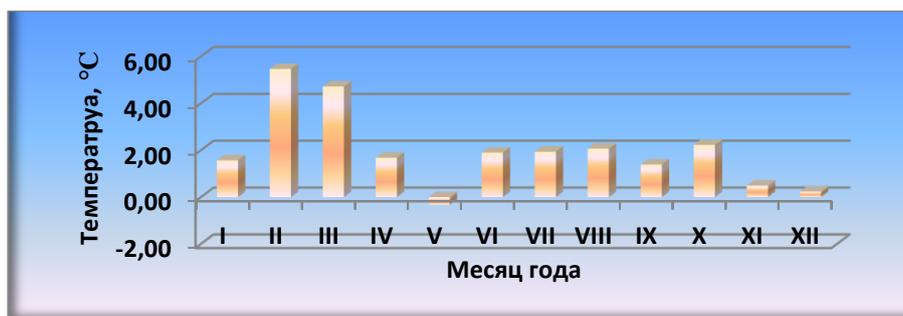


Рисунок 1 – Внутригодовое распределение прироста температуры на территории Воронежской области за 1979–2020 гг.

Рассмотрение изменения количества осадков показало, что их устойчивое повышение происходит в первой половине года: в январе оно увеличилось на 7,7, в феврале – на 5,8, в марте – на 17,6, в апреле – на 11,1 и в мае – на 16,5 мм. Снижение количества выпадающих осадков отмечено начиная с июня и заканчивая декабрем. В июне оно уменьшилось на 12,5, в июле – на 6,9, в августе – на 15,8, в сентябре – на 7,6, в октябре – на 5,5, в ноябре на 16,1 и в декабре на 0,5 мм (рис. 2).

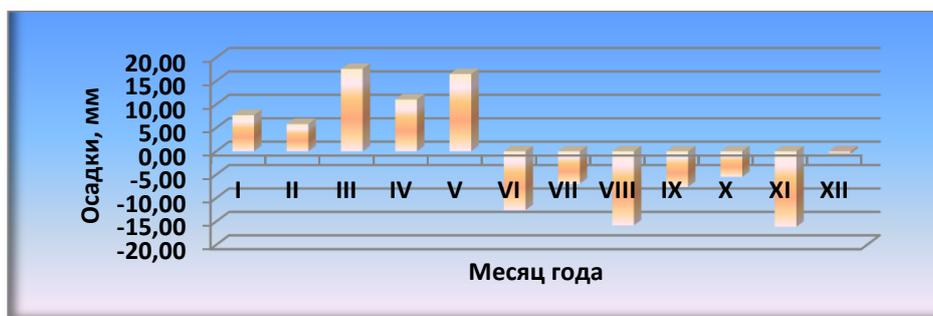


Рисунок 2 – Внутригодовое изменение осадков на территории Воронежской области за 1979–2020 гг.



По данным агрохимических исследований на протяжении 42 лет (с 1979 по 2020 гг.) площадь всех кислых пахотных почв в Воронежской области систематически возрастала и в период X цикла обследований (2016–2020 гг.) составила 31,0 % или 699,5 тыс. га (табл. 1).

Площади почв по степени кислотности близкие к нейтральным (рНкcl 5,6–6,0) за период мониторинга увеличились с 25,8 до 30,0 %, но произошло это за счет снижения доли нейтральных почв (рНкcl 6,0–7,0) с 50,8 до 39,0 %.

За этот интервал времени среднегодовая температура воздуха увеличилась с 6,5 до 8,5 °С, а температура за вегетационный период – 14,5 до 16,0 °С. Среднегодовая сумма осадков существенно колебалась по циклам обследования от 425,0 мм в VI цикле (1996–2000 гг.) до 550,0 мм – IV цикле (1986–1990 гг.). Количество осадков за вегетационный период изменялось от 271,8 мм в VIII цикле (2006–2010 гг.) до 382,7 мм – в IV цикле. Однако, как отмечено выше, установлено устойчивое увеличение количества осадков за период с января по май и уменьшение – с июня по декабрь.

Таблица 1. Динамика кислотности почв и метеорологических значений по циклам обследования

Воронежская область, 1979–2020 гг.

Циклы и годы исследований	Степень кислотности			Температура воздуха, °С		Осадки, мм		ГТК
	кислые почвы (рН<5,6)	близкие к нейтральным (рН 5,6–6,0)	нейтральные (рН 6,0–7,0)	средняя годовая	Апрель-октябрь	годовая сумма	Апрель-октябрь	
III (1979–1985 гг.)	23,4 %	25,8 %	50,8 %	6,5	14,5	523,1	322,0	1,00
IV (1986–1990 гг.)	27,8 %	26,0 %	46,2 %	6,5	14,2	550,0	382,7	1,20
V (1991–1995 гг.)	27,9 %	28,7 %	43,4 %	6,8	14,6	505,9	324,3	1,00
VI (1996–2000 гг.)	27,9 %	28,0 %	44,1 %	7,1	15,1	425,0	289,3	0,89
VII (2001–2005 гг.)	27,0 %	25,0 %	48,0 %	7,6	15,0	540,9	341,0	1,00
VIII (2006–2010 гг.)	29,2 %	29,1 %	41,7 %	8,2	16,1	478,5	271,8	0,78
IX (2011–2015 гг.)	28,2 %	29,2 %	42,6 %	8,1	14,2	500,0	322,2	1,00
X (2016–2020 гг.)	31,0 %	30,0 %	39,0 %	8,5	16,0	507,2	296,4	0,86
В среднем за 1979–2020 гг.	27,6 %	28,0 %	44,4 %	7,4	14,9	503,8	318,7	0,97
Коэффициент корреляции между долей почв в структуре пашни и метеорологическими факторами				0,73	0,59	-0,25	-0,33	-0,40

При анализе значений наклона линейного тренда было установлено, что доля кислых почв в исследуемой период (1979–2020 гг.) возрастала со скоростью 0,69 % за каждый пятилетний цикл (табл. 2). Доля почв с близкой к нейтральной степенью кислотности увеличивалась на 0,52 % с каждым туром, а нейтральных – уменьшалась на 1,21 %.

Таблица 2. Зависимость степени кислотности почв от метеорологических данных Воронежская область, 1979–2020 гг.

Наименование	Коэффициент линейного тренда	R <sup>2</sup> – коэффициент детерминации
Доля кислых почв	0,69	0,62
Близиких к нейтральным	0,52	0,46
Нейтральных	-1,21	0,63
Метеорологические данные		
Средняя годовая температура	0,31	0,95
Температура теплого периода (апрель-октябрь)	0,18	0,34
Годовая сумма осадков	-3,90	0,06
Осадки за период (апрель-октябрь)	-6,99	0,25
ГТК	-0,03	0,34

Сравнение изменения кислотности почв с агрометеорологическими ресурсами показало, что наиболее тесная связь выявлена между кислотностью почв и средней годовой температурой ( $r = 0,73$ ), а также с температурой теплого периода ( $r = 0,59$ ). Осадки как среднегодовые, так и теплого периода показывают обратную среднюю и слабую зависимость. Кроме того, отсутствует связь между кислотностью почвы и гидротермическим коэффициентом.

Значения коэффициентов наклона линейного тренда метеорологических данных положительные для средней годовой температуры и температуры теплого периода, а для годовой суммы осадков, осадков теплого периода и ГТК – отрицательные. Максимальное значение коэффициента детерминации наибольшее у нейтральных почв.

Средняя годовая температура повышается со скоростью 0,31 °/5 лет, а температура теплого периода – 0,18 °/5 лет. В то же время, как годовая сумма осадков, так и количество осадков за теплый период уменьшаются со скоростью (-3,90 мм)/5 лет и (-6,99 мм)/5 лет.

Заключение. По данным исследований было установлено, что в Воронежской области за 1979–2020 гг. многолетние среднемесячные температуры приобрели тенденцию к повышению. В частности наибольший прирост среднемесячной температуры произошел в феврале и марте. Анализ изменения количества осадков показывает их повышение в первой половине года, наибольшее – в марте и мае. Устойчивое их понижение происходит с июня месяца, наиболее заметное – в августе и ноябре.

За период мониторинга агрохимического обследования почв Воронежской области (1979–2020 гг.) доля кислых почв с  $pH_{kcl} < 5,6$  возросла с 23,4 до 30,0 %, а нейтральных почв с  $pH_{kcl} 6,0–7,0$  уменьшилась с 50,8 до 39,0 %.

По данным математического анализа была установлена тесная связь между кислотностью почв и среднегодовой температурой воздуха ( $r = 0,73$ ), и средняя связь между кислотностью почв и теплого периода ( $r = 0,59$ ). С изменением количества осадков данная связь на территории Воронежской области отсутствует.

#### Литература

1. Атлас Воронежской области / Под ред. Н.Н. Ермоленко. – Воронеж. – 1993. – 48 с.
2. Турусов В.И., Новичихин А.М., Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Беспалов В.А., Рябцев А.Н. / Рекомендации по регулированию реакции среды черноземных почв в Воронежской области // Каменная Степь. – 2019. – 21 с.
3. Возбуцкая А.Е. Химия почвы // М.: Высш. школа. – 1968. – 428 с.
4. Трофименко Л.Т., Коршунова Н.Н., Аристова Л.Н. / Влияние изменений климата на развитие растениеводства в Воронежской области // Труды Всероссийского научно-



исследовательского института гидрометеорологической информации – мирового центра данных. – 2014. – № 178. – С. 25–34.

5. Гаврин Д.С., Бартенев И.И. / Тенденции климатических изменений вегетационного периода в ЦЧР и их значение для семеноводства сахарной свеклы // Сахарная свекла – 2021. – № 5. – С. 22–26.

6. Мацкевич В.Б. Режим углекислоты в воздухе почв Каменной степи // Вопросы травопольной системы земледелия. Изд. АН СССР. Т. 2. – 1953. С. 458–494.

7. Афанасьева Е.А. Солевой профиль черноземов и пути его формирования // Черноземы СССР. Т. 1. М.: Колос. – 1974. – С. 145–156.

8. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. Ростов-на-Дону: Эверест. – 2008. – 276 с.

9. Докучаев В.В. Русский чернозем. – М.: Сельхозгиз. – 1952. – 626 с.

10. Радцевич Г.А., Черемисинов А.А. Изменение климатических условий в центральном Черноземье / Модели и технологии природообустройства. – 2015. – № 1. – С. 76–81.

11. Погода и климат [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru> – (Дата обращения: 16.12.2024).

**INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON SOIL ACIDITY  
IN VORONEZH REGION  
Medvedev D.A.**

The purpose of the research was to estimate influence of climate changes on soil acidity in the Voronezh region. It is determined that in the region, from 1979 to 2020, long-term average monthly temperatures are tended upward. A speed of average year temperature changes for 42 years is 2.0 °C, and for a growing season – 1.5 °C. Except that, over the time interval, there was a steady increase in precipitation from January to May. The correlation analysis of data allowed establishing that temperature increase caused soil acidification in region, both average year ( $r = 0.73$ ), and in warm period of a year ( $r = 0.59$ ). The inverse weak and middle dependence with the year amount of precipitations, precipitations for a warm period, and HTC by Selyaninov is stated.

Key words: soil acidity, precipitations, temperature, climate changes, hydrothermal coefficient.