

АГРОЭКОЛОГИЯ



УДК 635.37

**В.И. Беляев, А.А. Бондарович, Е.В. Понькина, В.В. Щербинин,
Г. Шмидт, А.В. Мацюра, Н.А. Кожанов, Н.В. Рудев
V.I. Belyayev, A.A. Bondarovich, Ye.V. Ponkina, V.V. Shcherbinin,
G. Schmidt, A.V. Matsyura, N.A. Kozhanov, N.V. Rudev**

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОЗДУХА И ПОЧВЫ ПО ДАННЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ И ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОНИТОРИНГОВОЙ СЕТИ В КУЛУНДИНСКОЙ РАВНИНЕ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ПЕРИОДЫ 2013-2016 гг.

AIR AND SOIL TEMPERATURE REGIME ACCORDING TO METEOROLOGICAL AND SOIL-HYDROLOGICAL MONITORING NETWORK IN THE KULUNDA PLAIN IN THE GROWING SEASONS OF 2013-2016

Ключевые слова: температурный режим почв, изменения климата, агроэкологический мониторинг, технологии земледелия, сухая степь, Кулундинская равнина.

Приведены результаты измерения температуры почвы на участках при различных технологиях возделывания с учетом данных сети автоматических станций климатического и почвенно-гидрологического мониторинга в сухой степи за вегетационные периоды май-сентябрь 2013-2016 гг. Опубликованные региональные данные по значимым эколого-климатическим параметрам представляют интерес для экологов, физиологов рас-

тений и фермеров, работающих на Кулундинской равнине (Алтайский край). Сравнивали следующие варианты технологий возделывания культур: современная система, представляющая технологию «No-Till», без осенней обработки почвы; интенсивная технология глубокой осенней обработки почвы орудием ПГ-3-5 на глубину 22-24 см. Возделывание культур осуществлялись с использованием следующей схемы севооборотов: современная система: 1-2-3-4 (пшеница-горох-пшеница-рапс); интенсивная система: 5/6 – 7/8 – 9/10 (пар-пшеница-пшеница). По данным метеорологической и почвенно-гидрологических станций были выявлены средние даты перехода температуры

воздуха и почв на глубине 30 см через 0, +5 и +10°C. Отмечено запаздывание в прогревании почвы под технологией прямого посева в среднем до 10 дней, что для региона с коротким вегетационным периодом следует рассматривать как одно из ограничивающих условий применения данной технологии для теплолюбивых культур. Результаты изучения хода температуры почвы на глубинах 30-60-120 см за 2013 г. (засушливый) и 2016 г. (обеспеченное увлажнение) показали, что температурный фон на 4-й год опытов на разных глубинах под современной технологией несколько ниже, чем под интенсивной системой. Различия в температуре статистически незначимы. В суточной динамике хода температур выявлены максимумы и минимумы. На глубине 30 см под обоими вариантами технологий максимум отмечен в 0 ч, что связано с запаздыванием хода температуры по глубине и не противоречит ранее проводимым исследованиям. Четырехлетний период наблюдений явно недостаточен для выявления преимуществ современной системы, поскольку за это время невозможно существенно улучшить качественные показатели почвы, которые в дальнейшем будут определять ее теплопроводность, теплоемкость и водоудерживающие характеристики.

Keywords: soil temperature regime, climate change, agro-ecological monitoring, cropping technologies, dry steppe, Kulunda Plain.

The data of soil temperature measurements in the areas with different cultivation technologies based on the network of automatic stations that provide data on climatic and soil-hydrological monitoring in the dry steppe during the growing seasons from May to September of 2013-2016 are presented. The presented data on regional ecological and climatic parameters are of great interest to ecologists, plant physiologists, and farmers working in the Kulunda Plain (Altai Region). The following variants of cropping technologies were compared: modern No-Till system without autumn tillage; intensive technology of deep autumn tillage by subsurface plow PG-3-5 to a depth of 22-24 cm. The following schemes of crop rotations were used in crop cultivation: a modern system: 1-2-3-4 (wheat-pea-wheat-rape); intensive system: 5/6 – 7/8 – 9/10 (fallow-wheat-wheat). The average temperatures in various soil layers were lower in the last year of the trial with the modern system (in dry 2013 and humid 2016) at the depths of 30-60-120 cm. These differences were insignificant though we revealed the maximum and minimum values in soil temperature dynamics. The maximum was registered at the depth of 30 cm at 00.00 cm for both systems that could be caused by depth lag of soil temperature and approved by previous research. The four-year observation period is clearly insufficient to identify the advantages of a modern system, as during this time it is impossible to significantly improve soil quality indices which will continue to determine its thermal capacity, thermal conductivity, and water-retaining properties.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Бондарович Андрей Александрович, к.г.н., доцент, каф. экономической географии и картографии, Алтайский государственный университет. E-mail: bondarovich@geo.asu.ru.

Понкина Елена Владимировна, к.т.н., доцент, каф. теоретической кибернетики и прикладной математики, Алтайский государственный университет. E-mail: ponkinaelena77@mail.ru.

Щербинин Всеволод Владиславович, к.ф.-м.н., зав. лаб. физических проблем мониторинга агро-систем, Алтайский государственный университет. E-mail: scherbinin@phys.asu.ru.

Шмидт Герд, доктор, Институт географии и наук о Земле, Университет Мартина Лютера, г. Галле-Виттенберг, ФРГ. E-mail: gerd.schmidt@geo.uni-halle.de.

Мацюра Александр Владимирович, д.б.н., проф., каф. экологии, биохимии и биотехнологии, Алтайский государственный университет. E-mail: amatsyura@gmail.com.

Кожанов Никита Андреевич, инженер, ООО КХ «Партнер», Михайловский р-н, Алтайский край. E-mail: kozhanov-partner@yandex.ru.

Рудев Николай Васильевич, гл. агроном, ООО КХ «Партнер», Михайловский р-н, Алтайский край. E-mail: rudev.nikolaj@mail.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Bondarovich Andrey Aleksandrovich, Cand. Geo. Sci., Assoc. Prof., Chair of Economic Geography and Cartography, Altai State University. E-mail: bondarovich@geo.asu.ru.

Ponkina Yelena Vladimirovna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Theoretical Cybernetics and Applied Mathematics, Altai State University. E-mail: ponkinaelena77@mail.ru.

Shcherbinin Vsevolod Vladislavovich, Cand. Phys.-Math. Sci., Head, Lab. of Physical Problems of Agro-System Monitoring, Altai State University. E-mail: scherbinin@phys.asu.ru.

Schmidt Gerd, Dr. rer. nat., Martin Luther University, Halle-Wittenberg, Germany. E-mail: gerd.schmidt@geo.uni-halle.de.

Matsyura Aleksandr Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Ecology, Biochemistry and Biotechnology, Altai State University. E-mail: amatsyura@gmail.com.

Kozhanov Nikita Andreyevich, Engineer, ООО КХ "Partner", Mikhaylovskiy District, Altai Region. E-mail: kozhanov-partner@yandex.ru.

Rudev Nikolay Vasilyevich, Chief Agronomist, ООО КХ "Partner", Mikhaylovskiy District, Altai Region. E-mail: rudev.nikolaj@mail.ru.

Агроклиматические условия Кулундинской равнины обуславливают сложность ве-

дения хозяйственной деятельности на ее территории [1]. Кроме того, высокая зем-

ледельческая освоенность равнины через повышение альбедо подстилающей поверхности влияет на температурный режим почв и увеличивает потери почвенной влаги, что сказывается на изменении климата. Изучение температурного режима воздуха и почв является не только вкладом в изучении климата на разных уровнях, но и представляет практический интерес для фермеров при выборе возделываемых культур и сроков проведения полевых работ. В отечественной литературе следует назвать целый ряд публикаций, посвященных изучению влияния абиотических факторов на урожайность сельскохозяйственных культур, теплофизические свойства почв, а также пространственные распределения температурного режима почв в аграрных регионах России [2-8].

Приведены результаты измерений температуры воздуха и почв по мониторинговой сети, развернутой в ходе выполнения германо-российского проекта «Кулунда» – Как предотвратить глобальный синдром «dust bowl» – «пыльных бурь?». Наблюдения ведутся в режиме реального времени на 3 стационарах в сухой степи, умеренно-засушливой колючей степи и лесостепи. Наиболее укомплектованным является стационар в сухой степи на базе ООО КХ «Партнер» (с. Полуямки, Михайловский район Алтайского края, далее стационар «Полуямки») (рис. 1). Стационар оборудован лизиметрической станцией (производитель «Приборы для окружающей среды», г. Мюнхеберг, ФРГ), а также гидрометеорологической станцией (далее ГМС), двумя почвенно-гидрологическими станциями (да-

лее ПГС) (производитель «Эко-Тех», г. Бонн, ФРГ).

ГМС на стационаре «Полуямки» установлена в мае 2013 г. и оборудована на высоте 2 м пиранометром для измерения солнечной радиации, многофункциональным датчиком, измеряющим направление и скорость ветра, температуру и влажность воздуха, атмосферное давление и количество осадков. На высоте 1 м расположен суммарный осадкомер Хельманна с плювиометром для измерения твердых осадков.

Две ПГС были установлены 2 мая 2013 г. под участками размером (12430 м) с различными технологиями возделывания культур в севообороте: а) ПГС1 – интенсивная технология (далее ИТ) с глубокой осенней обработкой почвы на 22-24 см с использованием плоскореза глубкорыхлителя ПГ-3-5. Севооборот: пшеница (2013) – пар (2014) – пшеница (2015) – пшеница (2016); б) ПГС2 – современная технология без осенней обработки почвы (No-Till, далее NT) с применением тестового посевного комплекса на основе «Condor 12001» фирмы «Amazon» (ФРГ). Севооборот: пшеница (2013) – рапс (2014) – пшеница (2015) – горох (2016).

ПГС оборудованы датчиками на глубинах 30, 60 и 120 см, которые в автоматическом режиме реального времени производят измерение: а) содержания влаги, температуры почвы, электропроводности (TDR-датчик); б) температуры и осмотического давления (pF-зонд). Данные фиксируются на логгерах ПГС через каждые 6 ч: 0-6-12-18 ч.



Рис. 1. Карта-схема размещения станций в с. Полуямки Михайловского района Алтайского края: 1 – ГМС и лизиметрическая станция; 2 – ПГС; 3 – границы мониторинговых исследований

Репрезентативность получаемых данных ГМС «Полуямки» подтверждается значимой корреляцией с данными сети Росгидромета на территории Алтайского края [9-11]. По данным ГМС «Полуямки» за 2013-2016 гг. выявлены даты устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через 0, +5 и +10°C. В качестве даты начала окончания вегетационного периода принят устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через +5°C. Самый длительный вегетационный период зафиксирован в 2014 г. – 202 дня. Максимальная сумма активных температур (≥10°C) наблюдалась в 2015 г. Для оценки по степени увлажненности был также рассчитан и ГТК Селянинова [12]. По градации увлажнения, предложенной Г.Т. Селяниновым, 2013 и 2015 гг. можно охарактеризовать как «засушливые», а 2014 и 2016 гг. как годы «обеспеченного увлажнения» (табл. 1).

По данным ПГС выявлены даты устойчивого перехода температуры почвы на глубине 30 см через 0, +5 и +10°C. Следует отметить, что данные подтверждают существующие представления: открытая инсоляции поверхность пашни на

ПГС1 прогревается значительно быстрее и переходы температуры происходят на 12-13 дней раньше, чем под вариантом с почвой, перекрытой пожнивными остатками ПГС2. Обратный переход под ПГС2 происходит, соответственно, несколько раньше, но разница не так значительна и составляет 2-11 дней (табл. 2).

Соответственно, при сравнении прямого перехода температуры воздуха и почв через 0, +5°C мы наблюдаем схожую картину. Например, в 2016 г. под ПГС1 мы наблюдаем запаздывание от температуры воздуха на 2-3 дня, а под ПГС2 – уже на 14-16 дней (табл. 1 и 2). Для региона с коротким вегетационным периодом это следует рассматривать как одно из ограничивающих условий применения технологии No-Till для теплолюбивых культур.

Был произведен также анализ среднемесячных температур по разным глубинам и в севооброде. Расчетные среднемесячные данные по температуре почвы приведены за вегетационные периоды 2013-2016 гг. в таблице 3.

Таблица 1

Даты перехода устойчивых среднесуточных температур воздуха через 0, 5, 10°C и сумма активных температур и ГТК Селянинова в 2013-2016 гг. по данным ГМС «Полуямки»

Год	Дата перехода устойчивых среднесуточных температур воздуха			Продолжительность вегетационного периода, сут.	Сумма активных температур воздуха (≥10°C)	ГТК Селянинова
	через 0°C / обратный переход через 0°C	через 5°C / обратный переход через 5°C	через 10°C / обратный переход через 10°C			
2013	- / 8.11	1.05 ¹ / 3.10	21.05 / 27.09	156*	2262	0.9
2014	18.03 / 8.11	29.03 / 16.10	18.04 / 18.09	202	2453	1.1
2015	10.04 / 1.11	11.04 / 12.10	18.04 / 5.10	184	2844	0.9
2016	24.03 / 11.10	1.04 / 4.10	15.04 / 1.10	187	2793	1.2

Примечание. ¹Данные только с 1.05.13.

Таблица 2

Даты перехода устойчивых среднесуточных температур почвы на глубине 30 см через 0, 5, 10°C в 2013-2016 гг. по данным ПГС «Полуямки»

Год	Дата перехода устойчивых среднесуточных температур почвы на глубине 30 см					
	через 0°C / обратный переход через 0°C		через 5°C / обратный переход через 5°C		через 10°C / обратный переход через 10°C	
	ПГС1	ПГС2	ПГС1	ПГС2	ПГС1	ПГС2
2013	- / 9.12	- / 9.12	/ 3.11	/ 3.11	8.05 / 2.10	8.05 / 2.10
2014 ¹⁾	- / 9.12	1.04 / 12.12	- / 27.10	17.04 / 22.10	- / 7.10	7.05 / 28.09
2015 ²⁾	- / 21.11	18.04 / 21.11	- / 24.10	21.04 / 23.10	- / 5.10	2.05 / 4.10
2016 ³⁾	25.03 / -	6.04 / -	4.04 / -	16.04 / -	9.04 / -	20.04 / -

Примечание. ¹⁾Пробел в данных по ПГС1 с 23.03.2014 по 07.09.2014; ²⁾пробел в данных по ПГС1 с 13.03.15 по 15.07.15; ³⁾данные по ПГС1 до 10.09.2016 и ПГС2 до 25.09.2016.

Таблица 3

Среднемесячные значения температуры почв под различными технологиями земледелия на глубинах 30, 60, 120 см. Май-сентябрь 2013-2016 гг., ПГС1 и 2 «Полуямки»

Год	Культура ПГС1	t почвы, °С ПГС1			Культура ПГС2	t почвы, °С ПГС2		
		30 см	60 см	120 см		30 см	60 см	120 см
Май								
2013	Пшеница	10.9	9.4	7.7	Пшеница	10.8	9.4	7.3
2014	Пар	-	-	-	Рапс	12.1	10.2	7.0
2015	Пшеница	-	-	-	Пшеница	14.9	12.6	9.1
2016	Пшеница	-	-	-	Горох	12.7	11.1	8.5
Средние		-	-	-		12.6	10.8	8.0
Июнь								
2013	Пшеница	17.0	14.6	11.8	Пшеница	17.1	14.8	11.3
2014	Пар	-	-	-	Рапс	18.2	15.5	11.4
2015	Пшеница	-	-	-	Пшеница	20.4	17.8	14.0
2016	Пшеница	-	-	-	Горох	19.1	17.0	13.5
Средние		-	-	-		18.7	16.3	12.6
Июль								
2013	Пшеница	18.8	17.2	15.0	Пшеница	19.0	17.4	14.5
2014	Пар	-	-	-	Рапс	21.2	19.2	15.6
2015 ¹⁾	Пшеница	20.2	19.2	16.7	Пшеница	21.4	19.6	16.4
2016 ²⁾	Пшеница	20.1	18.6	16.5	Горох	19.9	18.5	15.9
Средние		19.7	18.3	16.0		20.4	18.7	15.6
Август								
2013	Пшеница	17.8	16.8	15.4	Пшеница	18.5	17.5	15.4
2014	Пар	-	-	-	Рапс	19.5	18.4	16.0
2015	Пшеница	19.1	18.2	16.7	Пшеница	19.3	18.7	16.7
2016	Пшеница	19.3	18.1	16.4	Горох	19.3	18.4	16.4
Средние		18.7	17.7	16.1		19.2	18.3	16.1
Сентябрь								
2013	Пшеница	12.4	12.9	13.5	Пшеница	13.1	13.8	13.8
2014 ³⁾	Пар	12.7	13.3	14.3	Рапс	12.7	13.6	13.9
2015	Пшеница	13.5	14.1	14.7	Пшеница	13.4	14.4	14.6
2016 ⁴⁾	Пшеница	16.9	16.6	16.0	Горох	17.7	17.3	16.0
Средние		13.8	14.2	14.6		14.2	14.8	14.6

Примечание. ¹⁾Данные с 4.07.15 по 9.07.15 и с 24.07.15 по 31.07.15; ²⁾данные с 23.07.16 по 31.07.16; ³⁾данные с 07.09.14 по 30.09.14; ⁴⁾данные по ПГС 1 с 1.09.16 по 10.09.16, по ПГС2 с 01.09.16 по 25.09.16.

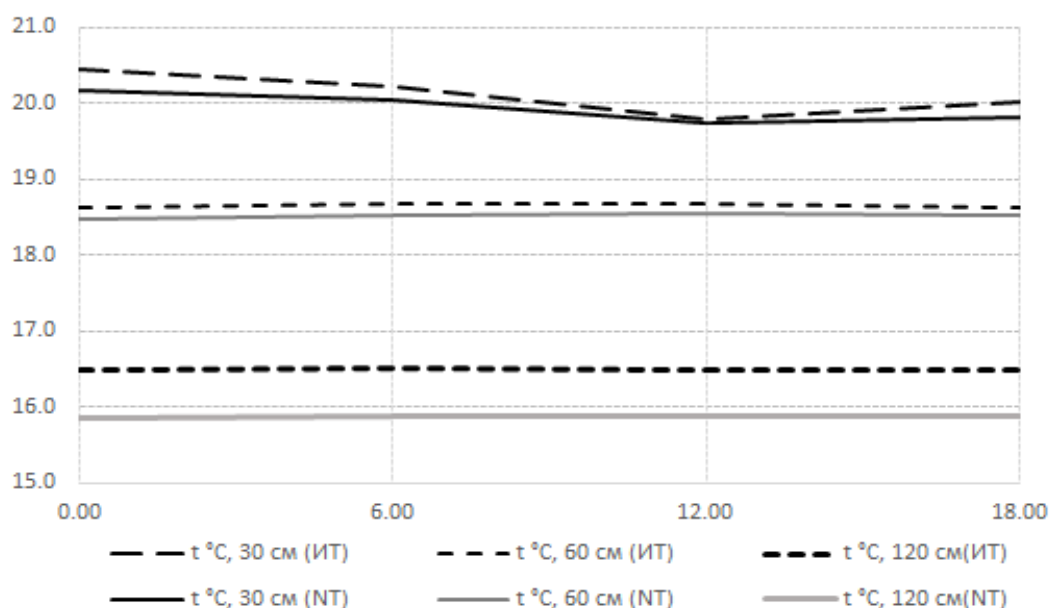


Рис. 2. Колебания температуры почвы °С в течение суток (0-6-12-18 ч) на глубине 30-60-120 см в июле 2016 г. под различными технологиями (NT) и (ИТ)

К сожалению, пробелы в данных не позволяют выявить тенденции при анализе среднемесячных температур. Как мы видим из таблицы 3, температуры июля, августа и сентября на глубинах 30-60 см по системе (ИТ) демонстрируют более низкие значения (разница от 0,3 до 0,7°C), чем система (НТ). В целом, это расходится с теми результатами по анализу перехода температур через 0, 5, 10°C воздуха и почв, где (ИТ) демонстрирует более быстрое прогревание. Для уточнения были проанализированы часовые данные, осредненные по месяцам. В качестве «засушливого» выбран первый год опытов – 2013 г. (севооборот: ИТ- и НТ-пшеница), в качестве года с «обеспеченным увлажнением» – 2016 г. (севооборот ИТ-пшеница, НТ-горох), годы отличаются более полным набором данных. В 2013 г. еще не были накоплены в достаточном количестве пожнивные остатки. В связи этим как и при анализе влажности почв нам не удалось выявить существенные различия между (ИТ) и (НТ) на глубинах 30-60 см, которые проявились только на третий год опытов в 2015 г. [11].

В мае 2013 г. почва под глубокой обработкой (ИТ) на всех глубинах в 0 ч дня демонстрировала более высокую температуру, чем (НТ), но различия не превышают 0,5°C. В июле, августе, сентябре картина изменилась, и на глубинах 30-60 см почва прогревалась сильнее по системой (НТ), максимальная разница (0,7°C) наблюдалась в июле в 6 ч утра на глубине 30 см. Вместе с тем в эти же месяцы на глубине 120 см под глубокой обработкой (ИТ) почва была сильнее прогрета и максимальные различия зафиксированы в июле (0,5°C). В 2016 г. по (ИТ) ряд за май-июль, сентябрь не полный. В апреле, июле, и августе на глубине 30, 60 и 120 см наблюдали более высокую температуру под ИТ. Однако, выявленные различия по часовым данным 2013 и 2016 гг. являются статистически незначимыми (для проверки статистической значимости использовался критерий t-Стьюдента при доверительной вероятности 0,05).

В суточной динамике май-август 2013 г. и июль-август 2016 г. максимальные температуры под обоими вариантами технологий зафиксированы на глубинах 30 см в 0 ч. Затем в 12:00 ч наблюдаются минимум и дальнейший рост температур с 18:00 до 0 ч. На глубине 60 см максимум наблюдался напротив в 12:00 ч, а затем понижение с 18:00 до 0 ч. Большой

амплитудой температур на глубине 60 см выделяется июль 2016 г. (рис. 2). Особенности производственного опыта не позволяют установить датчики на поверхности почвы, но в целом полученные нами результаты измерений на глубинах 30-60-120 см не противоречат существующим данным по колебаниям температуры почвы на разных глубинах в течение суток. Так, резкие колебания температуры наблюдаются только на поверхности почвы и максимум температур в вегетационный период отмечается в 13:00 ч. На глубине 3-5 см колебания температуры резко падают, а на глубине 35-100 см полностью затухают. Отмечаются также различия по времени наступления максимума и минимума температур по глубине, как правило, 2-3 ч на каждые 10 см [13]. Таким образом, на глубине 30 см запаздывание прогрева почвы до максимальных значений в нашем случае должно составлять 6-9 ч, что вероятнее всего мы и наблюдали на тестовых участках в 2013 и в 2016 гг. (рис. 2). На глубине 30 см наблюдались также различия в ходе температуры почвы между рапсом, яровой пшеницей и горохом по системе (НТ) (табл. 3). Различия статистически были также незначимы.

Заключение

Выявленные даты перехода температур воздуха и почв через 0, +5 и +10°C показали запаздывание в прогревании почвы под технологией прямого посева в среднем до 10 дней, что для региона с коротким вегетационным периодом следует рассматривать как одно из ограничивающих условий применения данной технологии для теплолюбивых культур.

Анализ среднемесячных и часовых температур показал, что на 4-й год опытов в июле-августе на глубине 30, 60, 120 см под системой с глубокой обработкой почвы отмечается более высокий температурный фон, чем под прямым посевом, но температурные различия являются статистически незначимыми.

В суточной динамике температуры почвы в 2013 и 2016 гг. на глубине 30 см максимальные значения зафиксированы в 0 ч, а на глубине 60 см то же самое время характеризуется минимальной температурой. Продолжение исследований суточной динамики позволит уточнить существующие представления по оптимальному температурному режиму при выращивании культур с различной по глубине распространения (проникновения) корневой системой.

Библиографический список

1. Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации / под ред. П.Я. Полубариновой-Кочиной. – М.: Наука, 1972. – 508 с.
2. Шульгин А.М. Температурный режим почвы. – Л.: Гидрометиздат, 1957. – 242 с.
3. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР: дис. ... докт. с.-х. наук. – М., 1970. – 445 с.
4. Куртнер Д.А., Чудновский А.Ф. Агрометеорологические основы тепловой мелиорации почв. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 231 с.
5. Макарычев С.В. Теплофизические свойства почв Юго-Западной Сибири: дис. ... докт. биол. наук. – М., 1993. – 378 с.
6. Гефке И.В., Бондаренко С.Ю., Макарычев С.В. Анализ теплофизического состояния почвенного профиля // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 10 (36). – С. 13-18.
7. Трофимова И.Е., Балыбина А.С. Районирование Западно-Сибирской равнины по термическому режиму почв // География и природные ресурсы. – 2015. – № 3. – С. 27-38.
8. Крючков А.Г. Температурный режим чернозема южного под посевами яровой твердой пшеницы в засушливой степи // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2015. – № 3. – С. 9.
9. Stephan Eckart, Meissner Ralph, Rupp Holger, Fruhauf Manfred, Schmidt Gerd, Illiger Patrick, Bondarovitsch Andrej, Balykin Dmitri, Scherbinin Vsevolod, Puzanov Alexander. Aufbau eines bodenhydrologischen Messnetzes in der sibirischen Kulundasteppe // Wasserwirtschaft. – 2014. – Nr. 10. – S. 15-22.
10. Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Харламова Н.Ф., Мацюра А.В., Штефан Э., Иллигер П., Рудев Н.В., Кожанов Н.А. Результаты функционирования международной агрометеорологической и почвенно-гидрологической мониторинговой сети в пределах Кулундинской равнины на юге Западной Сибири за 2013-2015 гг. // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – Т. 2. – № 2. – С. 89-102.
11. Беляев В.И., Грунвальд Л., Майнель Т., Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацюра А.В., Штефан Э., Иллигер П., Кожанов Н.А., Рудев Н.В. Водный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур при различных технологиях возделывания в Кулундинской степи Алтайского края // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2016. – Т. 24. – № 2. – С. 531-539.

12. Селянинов Г.Т. Климатическое районирование СССР для сельскохозяйственных целей // Сб. ст. памяти Л.С. Берга. – М.; Л., 1955. – С. 187-225.

13. Почвоведение / под ред. И.С. Кауричева, И.П. Гречина. – М.: Колос, 1969. – 546 с.

References

1. Kulundinskaya step i voprosy ee melioratsii / pod red. P.Ya. Polubarinovoy-Kochinoy. – M.: Nauka, 1972. – 508 s.
2. Shulgin A.M. Temperaturnyy rezhim pochvy. – L.: Gidrometizdat, 1957. – 242 s.
3. Dimo V.N. Teplovoy rezhim pochv SSSR: dis. ... d.s.-kh.n. – M., 1970. – 445 s.
4. Kurtener D.A., Chudnovskiy A.F. Agrometeorologicheskie osnovy teplovoy melioratsii pochv. – L.: Gidrometeoizdat, 1979. – 231 s.
5. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoystva pochv Yugo-Zapadnoy Sibiri: dis. ... d.b.n. – M., 1993. – 378 s.
6. Gefke I.V., Bondarenko S.Yu., Makarychev S.V. Analiz teplofizicheskogo sostoyaniya pochvennogo profilya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – № 10 (36). – S. 13-18.
7. Trofimova I.E., Balybina A.S. Rayonirovanie Zapadno-Sibirskoy ravniny po termicheskomu rezhimu pochv // Geografiya i prirodnye resursy. – 2015. – № 3. – S. 27-38.
8. Kryuchkov A.G. Temperaturnyy rezhim chernozema yuzhnogo pod posevami yarovoy tverdoy pshenitsy v zasushlivoy stepi // Byulleten Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO RAN. – 2015. – № 3. – S. 9.
9. Stephan Eckart, Meissner Ralph, Rupp Holger, Fruhauf Manfred, Schmidt Gerd, Illiger Patrick, Bondarovitsch Andrej, Balykin Dmitri, Scherbinin Vsevolod, Puzanov Alexander. Aufbau eines bodenhydrologischen Messnetzes in der sibirischen Kulundasteppe // Wasserwirtschaft. – 2014. – Nr. 10. – S. 15-22.
10. Shmidt G., Bondarovich A.A., Shcherbinin V.V., Ponkina E.V., Kharlamova N.F., Matsyura A.V., Shtefan E., Illiger P., Rudev N.V., Kozhanov N.A. Rezultaty funktsionirovaniya mezhdunarodnoy agrometeorologicheskoy i pochvenno-gidrologicheskoy monitoringovoy seti v predelakh Kulundinskoy ravniny na yuge Zapadnoy Sibiri za 2013-2015 gg. // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – Т. 2. – № 2. – S. 89-102.
11. Belyaev V.I., Grunvald L., Maynel T., Shmidt G., Bondarovich A.A., Shcherbinin V.V., Ponkina E.V., Matsyura A.V., Shtefan E., Illiger P., Kozhanov N.A., Rudev N.V. Vodnyy rezhim pochvy i urozhaynost selskokozyaystvennykh kultur pri razlichnykh

tekhnologiyakh vozdeleyvaniya v Kulundinskoj stepi Altayskogo kraja // Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Biologija. Ekologija. – 2016. – T. 24. – № 2. – S. 531-539.

12. Selyaninov G.T. Klimaticheskoe rayonirovaniye SSSR dlya selskokhozyaystvennykh

tseley // Sb. st. pamyati L.S. Berga. – M.; L., 1955. – S. 187-225.

13. Pochvovedeniye / pod red. I.S. Kauricheva, I.P. Grechina. – M.: Kolos, 1969. – 546 s.



УДК 631.472.71:631.43(571.15) **В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев, М.Н. Кострицина**
V.L. Tatarintsev, L.M. Tatarintsev, M.N. Kostritsina

УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ И ВЛИЯНИЕ НА НЕГО ПОЧВЕННЫХ ФАКТОРОВ

SPECIFIC STRENGTH OF ARABLE LANDS OF THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA AND THE INVOLVED SOIL FACTORS

Ключевые слова: Алтайское Приобье, пахотные земли, удельное сопротивление пахотных земель, эрозионная устойчивость, энергетическая оценка вспашки, гранулометрический состав, почвенные разновидности, элементарные почвенные частицы.

Физико-механические характеристики почв (земель), такие как сцепление, сопротивление сдвигу оказывают определяющее влияние на эрозионную устойчивость пахотных земель. Эти же физико-механические характеристики определяют и просадочность почв при их повышенном водонасыщении (особенно почв, развитых на лёссовых породах), слито-трещинообразование. Знание физико-механических свойств почв необходимо и для таких агрохозяйственных целей, как определение времени и условий вспашки, установление расхода горючего при работе сельскохозяйственной техники, сменных норм выработки, а также кадастровой оценке земель. Научно-практическая потребность в таких данных побудила нас изучить удельное сопротивление основных пахотных земель Алтайского Приобья. Нами на основе применения информационного метода анализа и изучения взаимосвязей между удельным сопротивлением и другими почвенными свойствами определены коэффициенты информативности (Т) и эффективности канала связи (К). Значения этих коэффициентов приведены в работе. Сравнение коэффициентов показывает, что на величину удельного сопротивления самое высокое влияние оказывает состояние угодья. Почти такое же влияние на этот параметр оказывает глыбистость почвы. Далее в порядке убывания их влияния на удельное сопротивление находятся: плотность сложения пахотного горизонта, содержание крупной пыли, структура гранулометрического состава, количество водопрочных агрегатов 5-0,25 мм и т.д. Как показывают коэффициенты, самое слабое влияние на величину удельного сопротивления оказывает влажность почвы. В соответствии со степенью влияния почвенных факторов на удельное сопротивление, определённое по коэффициенту эффективности канала связи, предложено логическое высказывание, подставив в

которое соответствующие показатели почвенных факторов, мы получаем в 56% случаев безошибочный прогноз величины удельного сопротивления.

Keywords: Altai Region's Ob River area, arable lands, specific strength of arable lands, erosion resistance of arable lands, energy estimation of arable land plowing, particle-size composition, soil varieties, elementary soil particles.

Physical and mechanical soil (land) properties as adhesion and shear strength have a decisive impact on erodible resistance of arable lands. The same physical and mechanical properties determine soil settlement in case of increased water saturation (particularly soils developed on loess parent rock), slitting and cracking. The knowledge of physical and mechanical soil properties is needed for such purposes as determination of tillage time and conditions, machinery fuel consumption, performance rates and land cadastral evaluation. The study of specific strength of major arable lands of the Altai Region's Ob River area was conducted to obtain the above data. The application of information analysis method and the study of the relationship between the strength and other soil properties enabled to determine the information coefficients (T) and the efficiency of information channel (K). The values of these coefficients are given in this paper. The comparison of the coefficients shows that the value of specific strength is largely affected by the land condition. Soil lumpiness has almost the same effect on this value. Further, in decreasing order of their influence on the specific strength go the arable horizon density, coarse silt content, particle-size composition, amount of water-stable aggregates (5-0.25 mm), etc. As the coefficients show, soil moisture content has the weakest impact on specific strength value. In accordance with the degree of influence of the soil factors on the specific strength as determined from the coefficient of information channel efficiency, a logical proposition is suggested. By inserting the corresponding soil factor indices into the proposition, error-free forecast of specific strength values is obtained in 56% of cases.