

Научная статья

Original article

УДК 631.431.1

doi: 10.55186/2413046X_2022_7_12_744

**АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛУЖНОЙ ПОДОШВЫ
ТЕХНОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВ АЗОВО-КУБАНСКОЙ
НИЗМЕННОСТИ И МЕТОДЫ ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ
AGROPHYSICAL PROPERTIES OF THE PLOW PAN OF
TECHNOGENICALLY MODIFIED SOILS OF THE AZOV-KUBAN
LOWLAND AND METHODS OF ITS REGULATION**



*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-19-44230008p_a
«Техногенная деградация почв Азово-Кубанской низменности и методы
регулирувания»*

Власенко Валерий Петрович, д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения,
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, E-mail: kirsanovi@mail.ru

Осипов Александр Валентинович, канд.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения,
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, E-mail: kubsoil@mail.ru

Костенко Владимир Владимирович, аспирант кафедры почвоведения, ФГБОУ
ВО Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, E-mail: v.kostenko1994@gmail.com

Vlasenko Valery Petrovich, doctor of agricultural sciences, professor of the
Department of Soil Science, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
E-mail: kirsanovi@mail.ru

Osipov Alexander Valentinovich, candidate of agricultural sciences, associate professor of the Department of Soil Science, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, E-mail: kubsoil@mail.ru

Kostenko Vladimir Vladimirovich, postgraduate student of the Department of Soil Science, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, E-mail: v.kostenko1994@gmail.com

Аннотация. Целью исследования являлось факта того, что техногенная деградация почв, интенсивно используемых в сельскохозяйственном производстве приводит к динамике их агрофизических свойств. Формируется плужная подошва разной мощности от 10-12 см на территории, прилегающей к западине до 8-9 см на бортах (склонах) и 6-7 см в днище западины. Глубина ее появления – от 24-27 см на плакоре до 19-22 см в днище западины. Выявлены определенные закономерности в распределении плотности и усадки почв, в т.ч. в плужной подошве и влажности почв вниз по профилю, а также в срезе маршрутного хода: плотность почв в пахотном слое черноземов плакорных поверхностей составляет 1,17-1,34 г/см³; в полугидроморфных аналогах черноземов бортов и днища западины она повышается до 1,38-1,55 г/см³; плотность плужной подошвы почв прилегающей к западине территории и самой западины отличается незначительно и описывается интервалом 1,41-1,56г/см³. Объемная усадка изменяется от 12,8-19,4% в пахотном слое до 15,0-22,6 % в плужной подошве, что, вероятно связано с ее более высокой дисперсностью; Удельная поверхность твердой фазы (по Кутелику) изменяется от 114,4 м²/г у черноземов до 121,3 м²/г в пахотном слое лугово-черноземных слитых почв днища западины, отмечен также рост ее величины в плужной подошве на 7-10%. Предложен способ регулирования процессов техногенной деградации, состоящий в поконтурном чизелевании периферийных частей западин.

Abstract. The purpose of the study was the fact that the technogenic degradation of soils intensively used in agricultural production leads to the dynamics of their agrophysical properties. A plow pan of varying thickness is formed from 10-12 cm in

the area adjacent to the depression to 8-9 cm on the sides (slopes) and 6-7 cm in the bottom of the depression. The depth of its appearance is from 24-27 cm on the upland to 19-22 cm at the bottom of the depression. Certain regularities in the distribution of density and shrinkage of soils were revealed, incl. in the plow pan and soil moisture down the profile, as well as in the section of the route: soil density in the arable layer of upland chernozems is 1.17-1.34 g/cm³; in semi-hydromorphic analogues of chernozems on the sides and bottom of the depression, it rises to 1.38-1.55 g/cm³; The density of the plow bottom of the soil adjacent to the depression and the depression itself differs slightly and is described by the interval 1.41-1.56 g/cm³. Volumetric shrinkage varies from 12.8-19.4% in the plow layer to 15.0-22.6% in the plow pan, which is probably due to its higher dispersion; The specific surface of the solid phase (according to Kutelik) varies from 114.4 m²/g in chernozems to 121.3 m²/g in the arable layer of meadow-chernozem confluent soils at the bottom of the depression; an increase in its value in the plow pan by 7-10% was also noted. A method for regulating the processes of technogenic degradation is proposed, which consists in contour-wise chiselling of the peripheral parts of depressions.

Ключевые слова: техногенная деградация, плужная подошва, плотность почв, усадка, удельная поверхность, твердая фаза, чизелевание

Keywords: technogenic degradation, plow pan, soil density, shrinkage, specific surface area, solid phase, chiselling

Введение. Формирование плужной подошвы обусловлено сложным комплексом взаимодействующих между собой природных и антропогенных факторов, что, в свою очередь, обуславливает динамику агрофизических свойств почв в целом или ее горизонтов в частности. Эти изменения требуют исследования динамики агрофизических свойств почв вследствие антропогенного воздействия, в т.ч. возникновения плужной подошвы, которые позволят установить закономерности ее формирования и спрогнозировать направление процесса ее развития.

Целью данного исследования являлось изучение агрофизических свойств плужной подошвы фрагмента территории низменно-западного ландшафта Азово-Кубанской низменности (учхоз «Краснодарское»).

Объектом исследования послужил почвенный покров ключевой площадки площадью 74 га на территории учхоза «Краснодарское» г. Краснодара.

Методология и методика. Отбор образцов из горизонтов почвенного профиля, для установления агрофизических характеристик, в т.ч. плужной подошвы, был произведен на территории объекта исследования по маршрутному ходу, проложенному в границах ключевой площадки.

Маршрутный ход и координаты размещения почвенных разрезов сформированы с помощью ГИС («геоинформационной системы»), привязка почвенных разрезов в процессе полевых работ производилась с помощью спутниковой навигации.

Определение агрофизических свойств выполнялось согласно методикам, установленным нормативными документами [1,2,3] и по нашей оригинальной методике, отличающейся определением плотности почв с учетом их усадки при снижении влажности (высушивании) [4]. Кроме этого, впервые для исследования техногенного воздействия на почву, в т.ч. плужную подошву использован показатель *удельная поверхность почвы*, в определении по Кутелику с некоторой модернизацией метода (вакуумированием) [5-8].

Полученные данные обработаны и проанализированы с помощью табличного процессора Excel.

Результаты и обсуждение

Отбор почвенных образцов произведен по почвенному профилю из почвенных разрезов, заложенных на маршрутном ходе. Образцы были подвергнуты испытаниям, результаты которых внесены в базу

На основании полученных данных, с помощью ГИС («геоинформационной системы») была построена пространственная конфигурация плужной подошвы,

позволившая установить распределение мощности плужной подошвы по маршрутному ходу (рис. 1).

Выявлено различие в мощности плужной подошвы по маршруту от 10-12 см на территории, прилегающей к западине до 8-9 см на бортах (склонах) и 6-7 см в днище западины. Существенно отличается и глубина ее появления – от 24-27 см на плакоре до 19-22 см в днище западины. Анализ причин такого различия выходит за пределы данного исследования, но в качестве предварительного вывода можно предположить следующее,

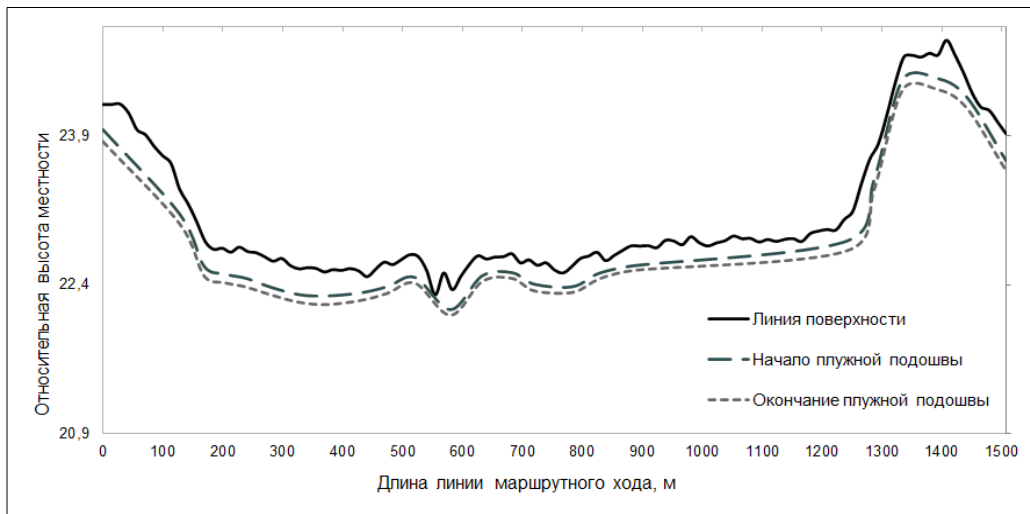


Рисунок 1. Продольное сечение территории объекта исследования

Явно выражена неоднородность пространственного распределения мощности плужной подошвы по маршрутному ходу, которая может быть вызвана множеством факторов:

- геоморфологическая неоднородность поверхности;
- различие в водном режиме;
- разная степень интенсивности антропогенного воздействия (вид и частота применяемых агротехнических мероприятий).

Визуальное сравнение профиля поверхности и залегания плужной подошвы дает основание предположить наличие корреляционной зависимости мощности плужной подошвы от местоположения по рельефу.

Данный фактор является важным, но не единственным и требует дальнейшего глубокого анализа комплекса сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов в динамике.

Информация об агрофизических свойствах почв математически верифицирована и представлена в таблице 1.

Таблица 1. Агрофизические свойства почвенных образцов

Номер разреза	Гори- зонт	Глубина, см	Объем- ная усадка, %	Плотность, г/см ³		Влажность весовая, %
				по стандартной методике (50 см ³)	с учетом усадки	
1	2	3	4	5	6	7
Р-1	A _п	10-15	17,2	1,34	1,72	21,4
	A _{III}	20-25	17,9	1,50	1,83	23,2
	A _{III}	32-37	19,4	1,47	1,82	25,5
Р-2	A _п	10-15	19,4	1,17	1,45	26,3
	A _{III}	32-36	22,6	1,55	2,00	22,3
Р-3	A _п	10-55	18,5	1,42	1,74	25,6
	A _{III}	30-55	20,7	1,46	1,85	24,8
Р-4	A _п	10-15	15,0	1,32	1,55	27,0
	A _{III}	20-25	21,9	1,41	1,81	27,8
	A _{III}	30-35	17,4	1,49	1,80	26,3
Р-5	A _п	10-15	16,8	1,38	1,66	25,3
	A _{III}	28-32	19,0	1,56	1,71	21,8
Р-6	A _п	10-15	15,9	1,45	1,73	20,4

Номер разреза	Гори- зонт	Глубина, см	Объем- ная усадка, %	Плотность, г/см ³		Влажность весовая, %
				по стандартной методике (50 см ³)	с учетом усадки	
1	2	3	4	5	6	7
	A _{III}	25-30	10,7	1,49	1,67	22,4
P-7	A _{II}	10-15	15,3	1,41	1,66	21,9
	A _{III}	25-30	20,3	1,53	1,92	18,6
P-8	A _{II}	10-15	12,5	1,55	1,77	19,9
	A _{III}	25-30	17,9	1,55	1,88	20,5
P-9	A _{II}	10-15	19,4	1,36	1,69	20,4
	A _{III}	20-25	19,4	1,39	1,72	21,2
P-10	A _{II}	10-15	22,6	1,33	1,72	28,9
	A _{III}	20-25	18,5	1,42	1,74	22,8
P-11	A _{III}	20-25	19,2	1,50	1,65	21,9
P-12	A _{III}	20-25	16,8	1,41	1,70	23,8
P-13	A _{III}	20-25	15,5	1,54	1,63	19,6
P-14	A _{III}	20-25	18,3	1,55	1,90	17,8
P-15	A _{II}	0-27	18,3	1,43	1,76	23,3
	A _{III}	27-35	18,4	1,51	1,85	21,3
P-16	A _{II}	10-15	19,4	1,44	1,79	26,4
	A _{III}	26-32	16,3	1,47	1,75	23,7
P-17	A _{II}	10-15	15,9	1,49	1,77	23,1

Номер разреза	Гори- зонт	Глубина, см	Объем- ная усадка, %	Плотность, г/см ³		Влажность весовая, %
				по стандартной методике (50 см ³)	с учетом усадки	
1	2	3	4	5	6	7
	A _{III}	27-32	15,4	1,51	1,78	23,4
P-18	A _{II}	10-15	15,9	1,49	1,77	23,1
	A _{III}	27-32	15,4	1,51	1,78	23,4
P-19	A _{III}	25-30	14,2	1,52	1,75	24,1
P-20	A _{III}	22-28	14,7	1,53	1,78	23,4
P-21	A _{III}	22-28	13,2	1,56	1,65	22,0
P-22	A _{II}	10-15	12,8	1,50	1,73	21,8
	A _{III}	23-28	17,9	1,48	1,67	22,5
P-23	A _{II}	10-15	12,0	1,42	1,55	21,5
	A _{III}	24-30	15,0	1,56	1,84	22,4
P-24	A _{II}	0-27	16,1	1,34	1,60	23,2
	A _{III}	27-37	18,1	1,48	1,81	25,5

Изучение удельной поверхности твердой фазы почвы, напрямую не относящейся к агрофизическим свойствам почвы в целом, но являющейся важным фактором для решения ряда вопросов, связанных с перемещением влаги в почве, явлениями набухания— усадки, взаимодействием химических мелиорантов, гербицидов и удобрений с твердой фазой почвы. Специфика показателя удельная поверхность (УП) определяет как его ценность в качестве интегрального показателя, отражающего гранулометрический и

минералогический состав, сорбционные и фильтрационные свойства, содержание органического вещества, емкость поглощения и другие свойства почвы, так и недостатки, связанные с трудоемкостью определения и сложностями интерпретации полученных результатов [9-12].

Бесспорно - величина УП характеризует поверхностную энергию твердой фазы почвы, в первую очередь, зависящую от дисперсности почвенных частиц, и количественно характеризует геометрию твердой фазы почвы [13-15]. Динамика водно-физических свойств почвы, в т.ч. и техногенноизмененных, может быть с изменением этого параметра.

Но методы его изучения являются непрямыми и связаны с исследованием сорбции водяного пара с последующим расчётом по уравнению БЭТ. В связи с этим возникает острая необходимость учета изменения минералогического состава почв [16], изучение которого выходило за рамки задач, поставленных в гранте. Тем не менее, представляется перспективным проводить исследования в этом направлении для более обоснованной интерпретации полученных данных.

Таблица 2. Удельная поверхность твердой фазы почв

Горизонты	Глубина отбора образца, см	Количество определений	Удельная поверхность, м ² /г
Чернозёмы выщелоченные плакорных территорий			
Ап	10-15	3	114,4
Апп.	30-35	3	112,7
Луговато-чернозёмные уплотнённые бортов западин			
Ап	10-15	3	119,2
А1	30-35	3	120,1
В	55-60	3	122,4
Лугово-чернозёмные слитые днища западины			
Ап	10-15	3	121,3
А1	30-35	3	123,1
В	55-60	3	125,1

Удельная поверхность почв, приуроченных к различным частям агроландшафтов различается довольно значительно. Ранее нами установлено что влияние типа использования почв в сельскохозяйственном производстве, напротив, не оказало существенного влияния на изучаемый признак: УП чернозёмов выщелоченных пахотных и залежных практически не отличается и составляет 110,5-114,4 м²/г [4]. Неоднократно предпринимались попытки, в частности П.М. Сапожниковым [17], с нашей точки зрения вполне успешные, заменить прямое определение расчетным методом. Сравнение полученных данных в ходе нашего исследования и рассчитанных по методике показывает близость или практическую идентичность результатов в пахотных слоях гумусового профиля чернозёмов выщелоченных и довольно существенные различия в в плужной подошве. Вероятно, по мнению автора, которое частично разделяем и мы необходимо, с одной стороны «... расширить параметры содержания гумуса и физической глины» [18,19].

По нашему мнению, различия обусловлены, главным образом, недостаточно адекватным отображением роли тонкодисперсных фракций гранулометрического состава (ила) в уравнении удельной поверхности. Уравнения регрессии, в которых независимой переменной (у) является удельная поверхность, а зависимыми - содержание гумуса (x1), сумма обменных оснований (x2) , содержание илистой фракции (x3) и содержание физической глины (x4) позволяют получить искомую величину с достаточной (при уровне вероятности $p = 0,95$) точностью [4].

С глубиной, в почвах незатронутых техногенной (агрогенной) деградацией отмечается уменьшение удельной поверхности, что связано, прежде всего, со снижением гумусированности в нижней части профиля почв. В почвах, слагающих пониженные элементы рельефа и прилегающие к ним пространства удельная поверхность повышается и составляет от 119,2-121,3 м²/г в пахотном слое до 122,4-125,1 м²/г в иллювиальном горизонте «В» [4,19,20] .

Полученные нами результаты демонстрируют наличие определенных закономерностей в распределении плотности и усадки почв, в т.ч. в плужной подошве и влажности вниз по профилю, а также в срезе маршрутного хода:

- плотность почв в пахотном слое черноземов плакорных поверхностей составляет 1,17-1,34 г/см³, в полугидроморфных аналогах черноземов бортов и днища западины она повышается до 1,38-1,55 г/см³;

- плотность плужной подошвы почв прилегающей к западине территории и самой западины отличается незначительно и описывается интервалом 1,41-1,56 г/см³;

- объемная усадка изменяется от 12,8-19,4% в пахотном слое до 15,0-22,6 % в плужной подошве, что, вероятно связано с ее более высокой дисперсностью;

- удельная поверхность твердой фазы (по Кутелику) изменяется от 114,4 м²/г у черноземов до 121,3 м²/г в пахотном слое лугово-черноземных слитых почв днища западины, отмечен также рост ее величины в плужной подошве на 7-10%;

- расчет плотности почвы с учетом ее усадки показывает весьма значительный прирост ее (20-29%) при использовании этой методики для оценки динамики агрофизических свойств техногенно-деградированных почв.

Распределение влажности по горизонтам свидетельствуют об изменении водно-физического режима территории, обычно характерного для данных почв. Данное явление обусловлено воздействием на почвы комплекса антропогенных факторов, проявляющих себя за счет таких природных предпосылок, как климатические условия и подстилающие породы. Физическое (преимущественно механическое) воздействие на почву антропогенных факторов выступает катализатором проявления данного процесса.

Данные показывают, что плужная подошва проявляет себя через особенности морфологии почвенного профиля, распределение влажности и плотности — в зоне повышения плотности наблюдается увеличение влажности, которая затем стекает, в днище западины, вызывая рост ее площади. С другой стороны – возникает дефицит влаги на территории, прилегающей к западине.

В связи с этим – узловым звеном, позволяющим регулировать водный баланс территории является оптимальное соотношение влагообеспеченности повышенных территорий и западин за счет управления стоком с одной стороны и водопроницаемостью и водоподъемной способностью - с другой.

Рекомендации

Концепция предлагаемой системы мероприятий (агротехнических) состоит в следующем:

1) не допустить или хотя бы уменьшить приток влаги в западины с прилегающих плакорных территорий с помощью поконтурного чизелевания периферийных частей западин;

2) увеличить водовместимость черноземов плакорных территорий чизелеванием, для чего, в первую очередь, разрушить плужную подошву;

3) отказаться от глубоких рыхлений днищ западин с целью ускорения их просушивания весной и возможно более раннего начала полевых работ.

Последовательность обработок в севообороте должна быть следующей:

- 1 год – пропашные культуры (кукуруза, подсолнечник, соя), люцерна – вспашка всего поля, подготовка к посеву и уход по обычной схеме;
- 2 год – озимая пшеница - дифференцированная обработка поля:
 - в днище западины и нижней трети склона - только минимальная обработка;
 - возвышенности и ровные элементы рельефа и примыкающие к ним верхние 2/3 склона в западину - сначала рыхление чизелем на глубину 40-45 см контурно вокруг западины (начиная со склона в западину и выходя на плакор), затем минимальная обработка под зерновые;
- 3 год – зерновые (как 2 год);
- 4 год – пропашные (как 1 год).

Схема выполнения рекомендуемых (первоочередных) мероприятий представлена на рис. 2, в дальнейшем чизелевание рекомендуется провести на всей водораздельной территории, при этом основной упор делать на места прилегания к западинам.

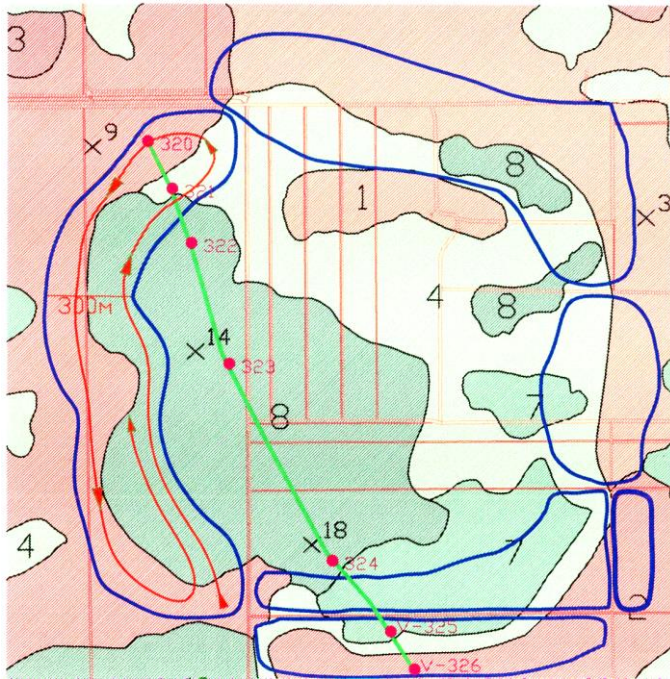





Рисунок 2. Схема нивелирного хода по почвенной катене и технологическая схема обработки почв западин и прилегающих территорий

-  — границы территорий, на которых рекомендуется чизелевание;
-  — рекомендуемое направление (контурное) движения агрегата от склона западины к плакору;
-  — нивелирный ход по почвенной катене.

Заключение

1. В переувлажняемых почвах низменно-западинных агроландшафтов (земли г. Краснодара), подверженных воздействию комплекса антропогенных и природных факторов, проявляется зависимость между рельефом территории и особенностями пространственной конфигурации «плужной подошвы». Эту зависимость возможно установить в результате мониторинговых исследований и на их основе построения географически распределенной модели.

2. Для изучения влияния техногенного воздействия на производственную ценность почв в низменно-западинных агроландшафтах целесообразно применять катенный подход,

3. Медленным поэтапным высушиванием образцов почвы из пахотного слоя луговато-черноземных уплотненных почв и плужной подошвы, взвешиванием и измерением размеров (линейных) образцов с последующим расчетом объемов установлена определенная зависимость:

- плотность сырых образцов почв из пахотного слоя черноземов плакорных поверхностей $1,17-1,34 \text{ г/см}^3$, в днище западины повышается до $1,38-1,55 \text{ г/см}^3$;

-плотность плужной подошвы почв прилегающей к западине территории и самой западины отличается незначительно и описывается интервалом $1,41-1,56 \text{ г/см}^3$;

- объемная усадка изменяется от $12,8-19,4\%$ в пахотном слое до $15,0-22,6\%$ в плужной подошве, что, вероятно связано с ее более высокой дисперсностью;

- различие в удельной поверхности твердой фазы черноземов и лугово-черноземных слитых почв составляет 6% ($114,4 \text{ м}^2/\text{г}$ - $121,3 \text{ м}^2/\text{г}$ в пахотном слое, отмечен также рост ее величины в плужной подошве по отношению к пахотному слою на $7-10\%$;

-расчет плотности почвы с учетом ее усадки показывает весьма значительный прирост ее ($20-29\%$) при использовании этой методики для оценки динамики агрофизических свойств техногенно-деградированных почв.

4. Агрогенное воздействие на почву приводит к образованию плужной подошвы, агрофизические свойства которой резко отличаются от выше- и нижележащих горизонтов почвы: увеличивается плотность сложения с учетом усадки до $2,0 \text{ г/см}^3$, снижается водопроницаемость (до $0,001 \text{ мм/час}$).

5. Концепция системы мероприятий (агротехнических) по регулированию процессов техногенной деградации должна предусматривать недопущение или хотя бы уменьшение притока влаги в западины с прилегающих плакорных территорий с помощью поконтурного чизелевания периферийных частей западин.

Список источников

1. Классификация и диагностика почв СССР//М.: Колос, 1977. 233 с.

2. «Классификация и диагностика почв России./Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова// Смоленск: Ойкумена, 2004.-342 с.
3. Мировая реферативная база почвенных ресурсов «World Reference Base for Soil Resources, 2006, 2007» (WRB).
4. Власенко В.П. Деградиционные процессы в почвах Краснодарского края и методы их регулирования. В.П. Власенко В.П., В.И. Терпелец. Монография / Краснодар, 2012. – 204 с.
5. Розанов Б.Г., Зависимость плотности набухающей почвы от влажности / Зборищук, Н.Г., Куст, Ю.Л., Мешалкина, Г.С //Почвоведение. 1985. №7. С. 125-132.
6. Сапожников П.М. Связь набухания некоторых почв с категориями удельной поверхности и энергетикой почвенной влаги / П.М. Сапожников //Почвоведение. №3.1985. С.40-43.
7. Власенко В.П. Динамика порового пространства и агрегатного состава почв Северо-Западного Кавказа при развитии гидрометаморфизма. В.П. Власенко, А.В. Осипов А.В., Е.Д. Федащук. Земледелие. 2019. № 8. С. 21-25
8. Власенко В.П. Деградиционные процессы в почвах Краснодарского края и методы их регулирования. В.П. Власенко В.П., В.И. Терпелец. Монография / Краснодар, 2012. с.204.
9. Чижикова, Н.П. Изменение минеральной компоненты чернозёмов при их сельскохозяйственном возделывании. В кн. Почвы и почвенный покров лесной и степной зон СССР и их рациональное использование/ Н.П. Чижикова //Научн. труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. М.,1984, С.178-184.
10. Хитров, Н.Б. Способ интерпретации данных макро- и микроструктурного состояния почвы/ Н.Б. Хитров, О.А.Чечуева // Почвоведение. 1994. № 2 С.84-92.
11. Шипилов, М.А. Влияние уплотнения почвы ходовыми системами тракторов на агрофизические, биологические свойства и плодородие обыкновенных чернозёмов ЦЧЗ/ Шипилов М.А. // Автореф. дис. канд. с.-х.н.- Воронеж, 1983.21с.

12. Овечкин, С.В. Периодически - переувлажненные почвы ЦЧР/ С.В. Овечкин, В.А. Исаев // Генезис, антропогенная эволюция и рациональное использование почв: Науч.тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1989. С. 18-25.
13. Онищенко, В.Г. Количественная оценка физического состояния почв/ В.Г. Онищенко // Почвоведение. 1994. №6. С.60-66.
14. Прохоров, А.Н., Подходы к расчёту показателей мониторинга физического состояния почв/ А.Н. Прохоров, П.М. Сапожников // Почвоведение.1992. №9. С.52-64.
15. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Под ред. Е.В. Шеина// М.: Изд-во МГУ, 2001.200 с.
16. Розанов, Б.Г. Зависимость плотности набухающей почвы от влажности / Б.Г. Розанов, Н.Г. Зборищук, Г.С. Куст, Ю.Л. Мешалкина // Почвоведение 1985. №7.17апожников, П. М. Физические параметры плодородия почв при антропогенных воздействиях/ П. М. Сапожников // Автореф. дисс. на соискание уч. ст. докт. с.х. наук. М., 1994.
17. Сапожников, П.М. Подходы к расчёту показателей мониторинга физического состояния почв/П.М. Сапожников, А.Н. Прохоров // Почвоведение. 1992. № 9. С.52-64.
18. Деградация и охрана почв/ Под общей ред. акад. РАН Г.В. Добровольского// М.: Изд-во МГУ,2002. - 654 с.
19. AGROECOLOGICAL ASPECTS OF TECHNOGENIC DEGRADATION OF SOIL COVER OF AGRICULTURAL LANDS OF AZOV-KUBAN LOWLAND
Vlasenko V.P., Osipov A.V., Zhukov V.D., Sheudzhen Z.R., Kostenko V.V.
В сборнике: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. Saratov, 2022. С. 123.
20. INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL FACTORS ON THE QUALITATIVE STATE OF SOILS OF KRASNODAR KRAI

References

1. Classification and diagnostics of soils of the USSR //M.: Kolos, 1977. 233 s.
2. "Classification and diagnostics of soils of Russia./ Authors and compilers: L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova // Smolensk: Oikumena, 2004.-342 p.
3. World Reference Base for Soil Resources, 2006, 2007 (WRB).
4. Vlasenko V.P. Degradation processes in the soils of the Krasnodar territory and methods of their regulation. V.P. Vlasenko V.P., V.I. Terpelets. Monograph / Krasnodar, 2012. – 204 p.
5. Rozanov B.G., Dependence of the density of swelling soil on moisture / Zborishchuk, N.G., Kust, Yu.L., Meshalkina, G.S // Soil Science. 1985. №7. S. 125-132.
6. Sapozhnikov P.M. Connection of swelling of some soils with categories of specific surface and energy of soil moisture / P.M. Sapozhnikov // Soil Science. No3.1985. P.40-43.
7. Vlasenko V.P. Dynamics of the pore space and aggregate composition of the soils of the North-West Caucasus in the development of hydrometeorologism. V.P. Vlasenko, A.V. ...
8. V.P. Vlasenko V.P., V.I. Terpelets. Monograph / Krasnodar, 2012. p. 204.
9. Chizhikova, N.P. Change in the mineral component of chernozems in their agricultural cultivation. In kn. Soils and soil cover of forest and steppe zones of the USSR and their rational use / N.P. Chizhi-kova // Nauchn. proceedings of the Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. M.,1984, S.178-184.
10. Khitrov, N.B. Method of interpreting the data of macro- and microstructural state of the soil / N.B. Khitrov, O.A. Chechueva // Soil science. 1994. No 2 S.84-92.

11. Shipilov, M.A. The influence of soil compaction by the khodovy systems of tractors on agrophysical, biological properties and fertility of ordinary chernozemov TSCHZ/ Shipilov M.A. // Avtoref. dis. cand. s.-kh.n.- Voronezh, 1983.21s.
12. Ovechkin, S.V. Periodically - perevyluzhnye soils TSCHR / S.V. Ovechkin, V.A. Isaev // Genesis, anthropogenic evolution and rational use of soils: Nauch.tr. Soil. Institute named after V.V. Dokuchaev. M., 1989. S. 18-25.
13. Onishchenko, V.G. Quantitative assessment of the physical state of soils / V.G. Onishchenko // Soil science. 1994. №6. S.60-66.
14. Prokhorov, A.N., Approaches to the calculation of indicators for monitoring the physical state of soils / A.N. Prokhorov, P.M. Sapozhnikov // Soil Science.1992. №9. S.52-64.
15. Field and laboratory methods of studying the physical properties and modes of soils: Methodical guidance / Ed. by E.V. Sheina // M.: Izd-vo MGU, 2001.200 p.
16. Rozanov, B.G. Dependence of the density of swelling soil on moisture / B.G. Rozanov, N.G. Zborishchuk, G.S. Kust, Yu.L. Meshalkina // Soil Science 1985. No7.17apozhnikov, P. M. Physical parameters of soil fertility in anthropogenic impacts / P. M. Sapozhnikov // Avtoref. diss. for the purpose of academic art. doct. S.H. Sciences. M., 1994.
17. Sapozhnikov, P.M. Approaches to the calculation of indicators for monitoring the physical state of soils / P.M. Sapozhnikov, A.N. Prokhorov // Soil-knowledge. 1992. № 9. S.52-64.
18. Degradation and soil protection / Under the general ed. acad. RAN G.V. Dobrovolskogo // M.: Izd-vo MGU,2002. - 654 p. .
19. AGROECOLOGICAL ASPECTS OF TECHNOGENIC DEGRADATION OF SOIL COVER OF AGRICULTURAL LANDS OF AZOV-KUBAN LOWLAND *Vlasenko V.P., Osipov A.V., Zhukov V.D., Sheudzhen Z.R., Kostenko V.V.* In the collection: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. Saratov, 2022. A. 123.

Московский экономический журнал. № 12. 2022

Moscow economic journal. № 12. 2022

20. INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL FACTORS ON THE QUALITATIVE STATE OF SOILS OF KRASNODAR KRAI. *Sheudzhen Z., Vlasenko V.* Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Т. 246. S. 428-435.

Для цитирования: Власенко В.П., Осипов А.В., Костенко В.В. Агрофизические свойства плужной подошвы техногенно-измененных почв Азово-Кубанской низменности и методы ее регулирования // Московский экономический журнал. 2022. № 12. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2022-47/>

© *Власенко В.П., Осипов А.В., Костенко В.В., 2022. Московский экономический журнал, 2022, № 12.*