

Научная статья

Original article

УДК 630*228

DOI 10.55186/25876740_2023_7_5_3

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА НЕГАТИВНЫХ
ПРОЦЕССОВ И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА
ПРИМЕРЕ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ХОЗЯЙСТВА СТАВРОПОЛЬСКОГО
ГАУ ШПАКОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА СТАВРОПОЛЬ-
СКОГО КРАЯ**

DIGITALIZATION OF INDICATORS FOR MONITORING NEGATIVE PRO-
CESSES AND THE STATE OF SOIL FERTILITY ON THE EXAMPLE OF AN
EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FARM OF THE STAVROPOL GAU OF
THE SHRAKOVSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE STAVROPOL TERRI-
TORY



Есаулко Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор института агробиологии и природных ресурсов, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(962) 400-41-95, ORCID: 0000-0003-0441-9055, E-mail: aesaulko@yandex.ru

Лошаков Александр Викторович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой землеустройства и кадастра, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(928) 637-98-56, ORCID: 0000-0002-0897-

3099, E-mail: alexandrloshakov@mail.ru

Одинцов Станислав Владимирович, кандидат географических наук, доцент, кафедра землеустройства и кадастра, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(928) 955-73-26, ORCID: 0000-0001-9576-5230, E-mail: qwer20052008@mail.ru

Коростылев Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(906) 462-16-92, E-mail: korostylev16@mail.ru

Иванников Дмитрий Игоревич, старший преподаватель, кафедра землеустройства и кадастра, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(918) 751-95-69, ORCID: 0000-0002-8999-1319, E-mail: dim4061ipatovo@mail.ru

Yesaulko Alexander Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Faculty of Agrobiology and Land Resources, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, trans. Zootechnical, 12), tel. +7(962) 400-41-95, ORCID: 0000-0003-0441-9055, E-mail: aesaulko@yandex.ru

Loshakov Alexander Viktorovich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Land Management and Cadastre, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, trans. Zootechnical, 12), tel. +7(928) 637-98-56, ORCID: 0000-0002-0897-3099, E-mail: alexandrloshakov@mail.ru

Odintsov Stanislav Vladimirovich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Land Management and Cadastre, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, trans. Zootechnical, 12), tel. +7(928)955-73-

26, ORCID: 0000-0001-9576-5230, E-mail: qwer20052008@mail.ru

Korostylev Sergey Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, trans. Zootechnical, 12), tel. +7(906) 462-16-92, E-mail: korostylev16@mail.ru

Ivannikov Dmitry Igorevich, Senior Lecturer, Department of Land Management and Cadastre, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, lane. Zootechnical, 12), tel. +7(918) 751-95-69, ORCID: 0000-0002-8999-1319, E-mail: dim4061ipatovo@mail.ru

Аннотация. Проблема применения современных технических средств в сельском хозяйстве является весьма актуальной, так как затрагивает различные сферы. Использование космоснимков, беспилотных летательных аппаратов и современных систем навигации позволяет получить современные цифровые сервисы по актуальному состоянию и использованию земель в сельском хозяйстве для последующего применения высокотехнологичных сельскохозяйственных агрегатов. В статье рассматривается проблема качественного состояния и использования сельскохозяйственных угодий в землепользовании, на основе их многолетнего мониторинга. В результате исследований установлены основные негативные процессы, определены степени их развития и интенсивность распространения, установлено содержание элементов питания сельскохозяйственных культур, а также разработаны актуальные цифровые схемы развития деграционных процессов и цифровые агрохимические картограммы.

Abstract. The problem of the use of modern technical means in agriculture is very relevant, as it affects various areas. The use of satellite images, unmanned aerial vehicles and modern navigation systems makes it possible to obtain modern digital services on the current state and use of land in agriculture for the subsequent use of high-tech agricultural aggregates. The article deals with the problem of the qualitative condition and use of agricultural land in land use, based on their long-term monitoring. As a result of the research, the main negative processes have been identified, the

degrees of their development and the intensity of their spread have been determined, the content of nutrition elements of agricultural crops has been established, and current digital schemes for the development of degradation processes and digital agrochemical cartograms have been developed.

Ключевые слова: *сельскохозяйственные угодья, мониторинг земель, негативные процессы, деградация земель, агрохимический мониторинг.*

Keywords: *agricultural lands, land monitoring, negative processes, land degradation, agrochemical monitoring.*

Учебно-опытное хозяйство расположено на северном склоне Ставропольской возвышенности в Грачевско-Калаусском ландшафте лесов и степей и на юго-западном склоне Верхнегорлыкского водораздельного ландшафта типичных лесостепей, имеет сложную конфигурацию. Землепользование учхоза сильно расчленено. Более 70% сельскохозяйственных угодий расположено на склонах крутизной более 1°, что способствует развитию эрозионных процессов. Большое количество балок чередуются с довольно высокими увалами, имеющими в ряде мест крутые склоны с выходом на поверхность материнских пород.

Рельеф местности представляет собой слабовсхолмленную, поднятую на высокие отметки равнину, пересеченную долинами ручьев и каньонами оврагов. Территории, прилегающие к тальвегам водотоков, имеют уклоны, ориентированные в разные стороны от водораздельных линий и векторно направленные к водопроницающим руслам. В целом территория может быть охарактеризована как пересеченное плоскогорье, четко отличающееся от прилегающей к городу с юга сильно всхолмленной почти горной местности, где расположен город Ставрополь.

Почва опытной станции СтГАУ и примыкающей к ней территории учхоза представлена черноземом выщелоченным вторично луговатым, сформированным на лессовидных суглинках, тяжелосуглинистым, мощным, слабосмытым (1500 га). Почвы учхоза Ставропольского ГАУ обладают высокой емкостью по-

глощения. Емкость поглощения пахотного слоя – 40 мг. экв./100 г почвы, в свою очередь на долю Ca^{2+} приходится 74% от суммы поглощенных оснований. Почвы имеют довольно плотное сложение 1,15-1,31 г/см³. Почвообразующие породы представлены бурыми тяжелыми карбонатными элювиоделювиальными суглинками и глинами. Подстилающими породами являются сарматские отложения. Характерной особенностью чернозёмов хозяйства является невысокое содержание гумуса, но значительное его проникновение по профилю в глубину.

Распределение отдельных почвенных разновидностей и их разнообразие на территории хозяйства связано с расчлененностью поверхности, высотой над уровнем моря и характером распределения почвообразующих пород. Тяжёлый механический состав почвообразующих пород, слабая дренированность территории, верховодка, а также влияние озера Вшивого способствовало появлению значительных площадей подтопленных почв. Несмотря на сложность рельефа, на существующей пашне, механизированную обработку можно производить повсеместно. Пахотные угодья и пастбища составляют основу землепользования в хозяйстве (табл. 1).

Таблица 1 – Земельный фонд Учебно-опытного хозяйства Ставропольского ГАУ

№ п/п	Вид угодья	Площадь угодий	
		га	%
1.	Сельскохозяйственные угодья, в т. ч.	8483	90,03
2.	Пашня	5325	56,52
3.	Пастбища	2497	26,5
4.	Сенокосы	608	6,45
5.	Многолетние насаждения	53	0,56
6.	Несельскохозяйственные угодья	939	9,97
Итого		9422	100

Более 90% землепользования хозяйства занимают сельскохозяйственные угодья, большинство из которых представлено пашней (56,52%) и пастбищами (26,5%). На несельскохозяйственные угодья приходится не многим менее 10% территории. Ведение сельскохозяйственного производства в учебно-опытном хозяйстве университета связано со многими сложностями, основными из которых являются переувлажнение земель и каменистость, что показывают разработанные нами картосхемы.

Основными причинами подтопления угодий являются близкое залегание грунтовых вод и атмосферное увлажнение. Это приводит к образованию водного режима почв, особенно на участке Дёмино непромывного типа. Влага атмосферных осадков промачивает почву лишь на некоторую глубину (обычно не глубже 1,5 м). На участках, где встречаются мочаки, грунтовые воды выклиниваются, подходя близко к поверхности. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 120 до 160 см. Это создает капиллярно-подпертый луговой водный режим. Во влажное время года вода выклинивается на дневную поверхность.

Другой причиной подтопления почв учебно-опытного хозяйства служит подтопление всего Северо-Кавказского региона в результате неумеренного орошения и потери воды из каналов и оросителей. Переувлажнение почв приводит к дальнейшему развитию процессов слитизации и оглеения почв. Затруднена их обработка и, как правило, срываются сроки сева яровых культур. Почвы из разряда автоморфных перешли в разряд гидроморфных.

При развитии процессов подтопления происходит засоление почв в верхней и средней части профиля. На глубине 90-100 см содержание солей становится фоновым. В верхней 30 см зоне засоление можно классифицировать, как слабое, а в горизонте от 30 до 60 см, как среднее. Обращает на себя внимание и тот факт, что засоление можно классифицировать как гидрокарбонатно-сульфатное. Из состава катионов преобладает кальций и его больше чем магния, натрия вместе взятых. Следовательно, засоление не является токсичным и не причиняет вреда сельскохозяйственным культурам. Аналогичная картина и на мочаристом участке.



Рисунок 1 – Схема подтопления земельных участков

По результатам обследования площадь подтопления земель сельскохозяйственного назначения занятых под пашней на территории учебно-опытного хозяйства составляет 595 га.

Группировка почв для характеристики и учета качества земель составляется по сходству агрономических свойств и особенностей почв, с расчетом зональных и провинциальных экологических условий. Она используется для подсчета площадей почв в пределах сельскохозяйственных угодий и состоит из 350 учетных групп. Группы разделяют на подгруппы по механическому составу, каменистости и некоторым другим особенностям. Поэтому для облегчения работы список почвенных разновидностей необходимо укрупнить. В качестве таких укрупненных единиц целесообразно принять подгруппы в системе группировки почв для характеристики и учета качества земель.

Если на поверхности пашни камни (валуны) составляют менее 10 %, каменистость считается слабой, при 10 - 20 % - средней, а больше 20 % - сильной.

По результатам исследований каменистость на территории учебно-опытного хозяйства на земельных участках занятых под пашней составляет 1000 га (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема каменистости земельных участков

Комплексное агрохимическое и эколого-токсикологическое обследование земель сельскохозяйственного назначения было проведено на территории землепользования Учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ Шпаковского муниципального округа Ставропольского края на площади 5483,6 га. При проведении обследования были отобраны почвенные образцы и проведены лабораторные анализы на определение содержания таких элементов питания сельскохозяйственных культур как, гумус в пахотном слое, подвижный фосфор, обменный калий, сера, микроэлементы и реакция среды почвенного раствора. Результаты агрохимического и эколого-токсикологического обследования земель представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состояние почв земельного массива

Наименование показателей	Площадь, га	Оценка состоя-	Значения пока-
--------------------------	-------------	----------------	----------------

			ния	зателей
Реакция среды почвенного раствора	193,		нейтральная	7,67
	2895,5		слабощелочная	
	2395,1		щелочная	
Содержание гумуса в пахотном слое, %	4936,2		среднее	4,58
	547,4		низкое	
Наличие питательных веществ (мг/кг), из них	содержание подвижного фосфора	76,4	высокое	29,4
		2379,0	повышенное	
		2925,2	среднее	
		103,0	низкое	
	содержание обменного калия	3626,4	высокое	398,8
		1394,4	повышенное	
		448,5	среднее	
		14,3	низкое	
Содержание подвижных форм серы и микроэлементов	сера	163,4	высокое	9,2
		4807,3	среднее	
		512,9	низкое	
	кальций	4756,7	очень высокое	22,85
		726,9	высокое	
	магний	4446,8	очень высокое	5,26
		875,4	высокое	
		161,4	повышенное	
	марганец	4287,1	высокое	25,44
		1196,5	среднее	
	цинк	5483,6	низкое	0,56
	бор	5483,6	высокое	2,12
	медь	162,4	высокое	0,26
		3174,1	среднее	
		2147,1	низкое	
	кобальт	5483,6	низкое	0,05

По результатам комплексного агрохимического обследования нами были разработаны цифровые картограммы на всю обследованную территорию и по

каждому элементу питания. Пример цифровой картограммы по содержанию подвижного фосфора представлен на рисунке 3.

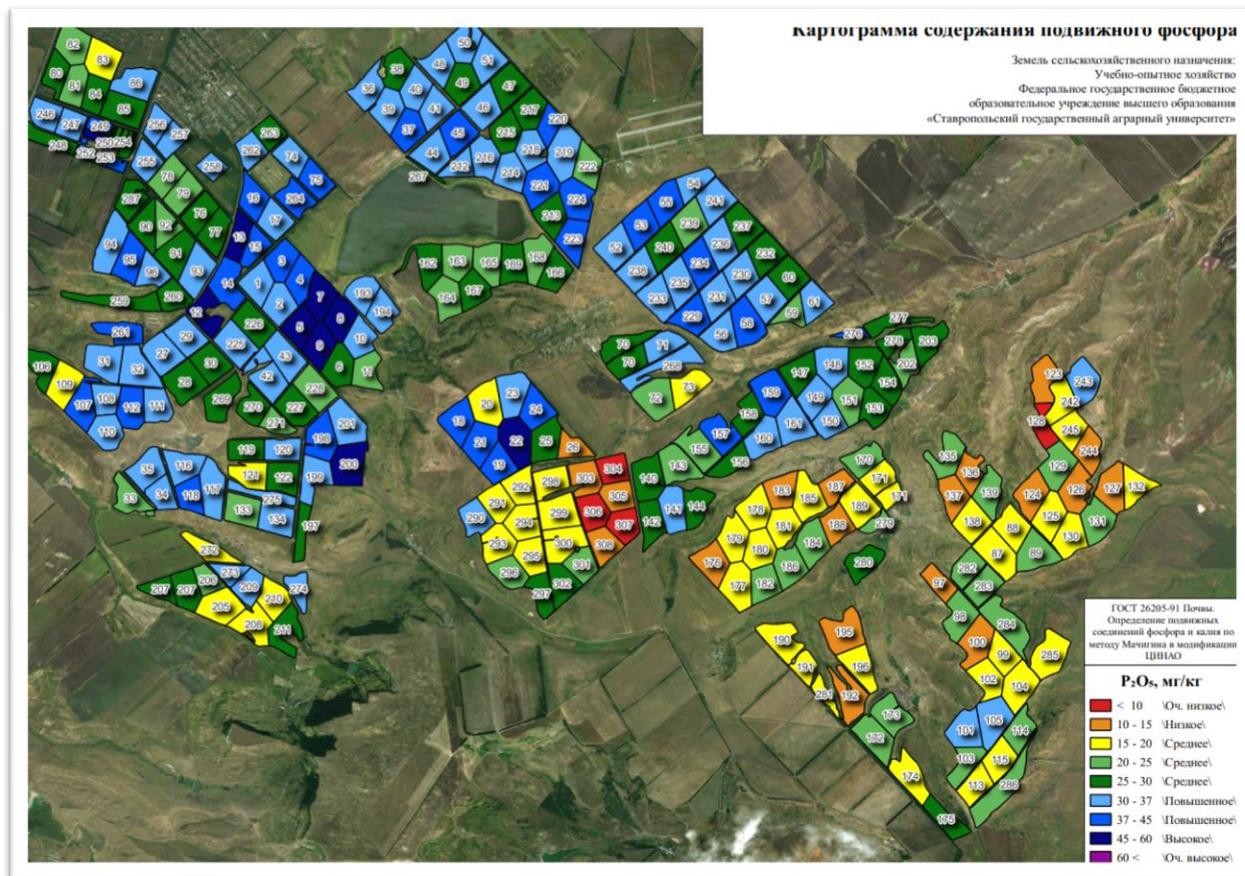


Рисунок 2 – Картограмма содержания подвижного фосфора

Результаты исследований показывают реальное состояние сельскохозяйственных угодий в Учебно-опытном хозяйстве СтГАУ и основные проблемы землепользования, а разработанные цифровые схемы и картограммы позволят внедрить элементы системы точного земледелия при ведении сельскохозяйственного производства.

Исследования выполнены в рамках программы поддержки развития научных коллективов Ставропольского государственного аграрного университета, реализуемой при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет - 2030».

Литература

1. Ключин П.В., Савинова С.В., Лошаков А.В., Кипа Л.В. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения на территории Ставропольского края / Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – Москва, 2017. – С. 61 – 69.
2. Коссинский В.В., Ключин П.В., Савинова С.В., Лошаков А.В. Мониторинг и рациональное использование пахотных земель Ставропольского края // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. - №9. – С. 47-56.
3. Савинова С.В., Ключин П.В., Марьин А.Н., Подколзин О.А. Мониторинг деградационных процессов земель сельскохозяйственного назначения Ставропольского края [Текст] / Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2009. № 11 (59). С. 69-76.
4. Современные проблемы эффективного землепользования в Северо-Кавказском Федеральном округе / П. Ключин, Д. Шаповалов, В. Широкова, А. Хуторова, С. Савинова // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 2. С. 27-32.
5. Трухачев В.И., Ключин П.В., Цыганков А.С. Основные мероприятия по защите земель от негативных явлений / монография. – Ставрополь: АГРУС, 2005. – 192 с.
6. Цховребов В.С., Фаизова В.И., Никифорова А.М., Новиков А.А., Марьин А.Н. Проблемы плодородия почв в Центральном Предкавказье // Научный журнал фармацевтических, биологических и химических наук. 2017. Т. 8. № 6. С. 574-580.

Literatura

1. Klyushin P.V., Savinova S.V., Loshakov A.V., Kipa L.V. Racional'noe ispol'zovanie zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya na territorii Stavropol'skogo kraja / Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. – Moskva, 2017. – S. 61 – 69.
2. Kossinskij V.V., Klyushin P.V., Savinova S.V., Loshakov A.V. Monitoring i racional'noe ispol'zovanie pahotnyh zemel' Stavropol'skogo kraja //

Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. – 2017. - №9. – S. 47-56.

3. Savinova S.V., Klyushin P.V., Mar'in A.N., Podkolzin O.A. Moni-toring degradacionnyh processov zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Stavropol'skogo kraja [Tekst] / Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. 2009. № 11 (59). S. 69-76.

4. Sovremennye problemy effektivnogo zemlepol'zovaniya v Severo-Kavkazskom Federal'nom okruge / P. Klyushin, D. SHapovalov, V. SHirokova, A. Hutorova, S. Savinova // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2017. № 2. S. 27-32.

5. Truhachev V.I., Klyushin P.V., Cygankov A.S. Osnovnye meropriyatiya po zashchite zemel' ot negativnyh yavlenij / monografiya. – Stavropol': AGRUS, 2005. – 192 s.

6. Ckhovrebov V.S., Faizova V.I., Nikiforova A.M., Novikov A.A., Mar'in A.N. Problemy plodorodiya pochv v Central'nom Predkavkaz'e // Nauch-nyj zhurnal farmacevticheskikh, biologicheskikh i himicheskikh nauk. 2017. T. 8. № 6. S. 574-580.

© Есаулко А.Н., Лошаков А.В., Одинцов С.В., Коростылев С.А., Иванников Д.И., 2023.
International agricultural journal, 2023, №5, 1354-1365.

Для цитирования: Есаулко А.Н., Лошаков А.В., Одинцов С.В., Коростылев С.А., Иванников Д.И. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА НЕГАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ПРИМЕРЕ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ХОЗЯЙСТВА СТАВРОПОЛЬСКОГО ГАУ ШПАКОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ // International agricultural journal. 2023, №5, 1354-1365