

Научная статья

Original article

УДК 631.58-528.88

DOI 10.55186/25876740\_2023\_7\_6\_23

**СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ЗЕМЕЛЬ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ХОЗЯЙСТВА УРАЛЬСКОГО ГАУ  
CREATION OF LAND AGROMONITORING DATABASE  
IN EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FARM OF URAL STATE AGRARIAN  
UNIVERSITY**



**Вашукевич Надежда Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой почвоведения, агроэкологии и химии им. проф. Н.А. Иванова, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» (620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, д. 23), тел. 8(343) 221-41-29, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4444-5680>, [nadiav@bk.ru](mailto:nadiav@bk.ru)

**Старицына Ирина Анатольевна**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры почвоведения, агроэкологии и химии им. проф. Н.А. Иванова, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», (620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42), тел. 8(343) 221-41-29; доцент кафедры химии и процессов горения (в составе УНК ПиПАСР), Уральский институт ГПС МЧС России (620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), тел. 8(343) 360-81-94, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5984-836X>, [i-staritsina@yandex.ru](mailto:i-staritsina@yandex.ru)

**Кокшаров Александр Викторович**, кандидат химических наук, доцент, начальник кафедры химии и процессов горения (в составе УНК ПиПАСР), Уральский институт ГПС МЧС России (620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22),

тел. 8(343) 360-81-94, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4628-7644>,  
kokshrovab@e1.ru

**Чулков Вячеслав Аркадьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения, агроэкологии и химии им. проф. Н.А. Иванова, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» (620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, д. 23), тел. 8(343)221-41-3, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9268-473>, ares\_68@mail.ru

**Смирнова Алина Дмитриевна**, магистрант направления «Агрономия», ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» (620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, д. 23), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4993-6777X>, a.smirnova99@yandex.ru

**Nadezhda V. Vashukevich**, candidate of biological sciences, associate professor, head of the soil science, agroecology and chemistry department named after prof. N. A. Ivanov, Ural state agrarian university (23 Turgenev st., Ekaterinburg, 620075 Russia), tel. 8(343) 221-41-29, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4444-5680>, nadiav@bk.ru

**Irina A. Staritsina**, candidate of geology-mineralogical sciences, associate professor of the soil science, agroecology and chemistry department named after prof. N. A. Ivanov, Ural state agrarian university (23 Turgenev st., Ekaterinburg, 620075 Russia), tel. 8(343) 221-41-29; associate professor of the chemistry and combustion processes department (as part of the ESC FFERO), Ural Institute of the State Fire Service EMERCOM of Russia (22 Mira st., Ekaterinburg, 620062 Russia), tel. 8(343) 360-81-94, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5984-836X>, i-staritsina@yandex.ru

**Alexander V. Koksharov**, candidate of chemical sciences, associate professor, head of the chemistry and combustion processes department (as part of the ESC FFERO), Ural Institute of the State Fire Service EMERCOM of Russia (22 Mira st., Ekaterinburg, 620062 Russia), tel. 8(343) 360-81-94, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-4628-7644>, kokshrovab@e1.ru

**Vyacheslav A. Chulkov**, candidate of agricultural sciences, associate professor of the soil science, agroecology and chemistry department named after prof. N. A. Ivanov, Ural

state agrarian university (23 Turgenev st., Ekaterinburg, 620075 Russia), tel. 8(343) 221-41-37, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9268-473>, ares\_68@mail.ru

**Alina D. Smirnova**, master's student in agronomy, Ural state agrarian university (23 Turgenev st., Ekaterinburg, 620075 Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4993-6777X>, a.smirnova99@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлены материалы базы данных агроэкологического мониторинга по важным показателям плодородия почв – гумус, актуальная и обменная кислотность, подвижные катионы в рамках пилотного проекта «цифровое учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ». Территория хозяйства уже более 60 лет является полигоном для изучения различных аспектов функционирования агроландшафтов Среднего Урала. Возможности инструментария ГИС позволили детально смоделировать и оценить геохимические потоки вещества по элементам рельефа рабочих участков. Подобные модели позволяют проводить оперативный мониторинг культурной и сорной растительности, а также оценивать степень антропогенной преобразованности и хозяйственных нагрузок на рабочие участки.

**Abstract.** The article presents materials from the agroecological monitoring database on important indicators of soil fertility - humus, actual and exchangeable acidity, mobile cations within the framework of the pilot project "digital educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University". The territory of the farm has been a testing ground for studying various aspects of the functioning of agricultural landscapes in the Middle Urals for more than 60 years. The capabilities of GIS tools made it possible to model in detail and evaluate geochemical flows of matter across relief elements. Such models allow for operational monitoring of cultural and weed vegetation, as well as assessing the degree of anthropogenic transformation and economic loads on working areas.

**Ключевые слова:** *агроэкологический мониторинг, база данных показателей плодородия почв, географические информационные системы*

**Keywords:** *agroecological monitoring, database of soil fertility indicators, geographic information systems*

## **Введение**

Агроэкологический мониторинг земель – это система регулярных наблюдений за изменением сельскохозяйственных земель с целью контроля, обеспечения рационального использования и охраны [1].

Необходимые сведения при осуществлении госмониторинга земель сельскохозяйственного назначения получают с использованием: данных дистанционного зондирования; сети тестовых полигонов; наземных съемок, наблюдений и обследований и др. Наиболее важным вопросом является выбор показателей мониторинга почвенного покрова, периодичности наблюдений, методов и способов измерения. Дистанционные методы, базирующиеся на исследованиях спектральной отражательной способности почвенного покрова, в совокупности с методами полевых наблюдений, приобретают все большее распространение [2].

Автоматизированное дешифрирование многозональных космических снимков в целях оптимизации сельскохозяйственного землепользования активно развивается с использованием географических информационных систем (ГИС). На современном этапе развития науки и практики – это важнейший инструмент для принятия верных управленческих решений, а также информационный базис для оперативного мониторинга, оценки состояния сельскохозяйственных культур, прогнозирования их урожайности [3].

Цифровой мониторинг агрофитоценозов, который активно внедряется в крупных агрохолдингах, привел к необходимости анализа больших данных для оптимизации расходов предприятия с учётом тестирования плодородия почвы, управления развития растений и т.п. [4,5].

В работе [2] при рассмотрении современных методов и способов проведения агроэкологического мониторинга авторы делают заключение о том, что особую

актуальность приобретает дальнейшее развитие исследований по усилению методологии дифференцированной и комплексной оценки агроэкологического качества почвенного покрова с учетом провинциально-генетического разнообразия, местных особенностей ландшафта и землепользования.

Подобного рода работы, проводимые на тестовых полигонах (участках) очень важны, многолетние результаты по отдельным регионам страны и ближнего зарубежья приводятся в литературе [6-10] .

В настоящей работе приведены материалы по созданию базы данных агроэкологического мониторинга земель в рамках пилотного проекта «цифровое учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ».

Выбор объекта связан с тем, что территория учебно-опытного хозяйства уже более 60 лет является полигоном для изучения различных аспектов функционирования агроландшафтов Среднего Урала. Разработки, полученные учеными Уральского ГАУ (Селевцев В.Ф., Иванов Н.А.) дают возможность использовать их в качестве эффективной информационной базы при создании компьютерной модели прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур.

Основные этапы работ по цифровизации учебно-опытного хозяйства УрГАУ проводились в несколько этапов и опубликованы ранее [11-13].

### **Материалы и методы**

Неотъемлемой частью автоматизации процесса агроэкологической оценки земель является соответствующая база данных, которая создается путем построения объектной модели данных с блоками: картографические слои; таблицы с информацией по объектам (посевные площади, внесение удобрений, аналитические характеристики почв); аэрофото-и космоснимки.

Для агроэкологической оценки использовались образцы, отобранные осенью 2022 г. на полях учебно-опытного хозяйства УрГАУ в рамках работ по проекту «УралКарбон» [11].

Были выбраны 4 рабочих участка для оценки состояния почв хозяйства под пашней (№ 4, 9), многолетним сенокосом (№ 5), и пастбищем (№ 7). Почвенный покров угодий представлен следующими типами: серая, чернозем оподзоленный, луговые, все имеют тяжелосуглинистый грансостав.

Для отбора образцов (глубина 0-10 см) был использован стратифицированный, статический синхронный метод с постоянными точками, обеспеченными геоданными. На рисунке 1 представлена схема отбора и привязка почвенных образцов, внесенная в базу платформы АгроМон по участку 4 (пашня).

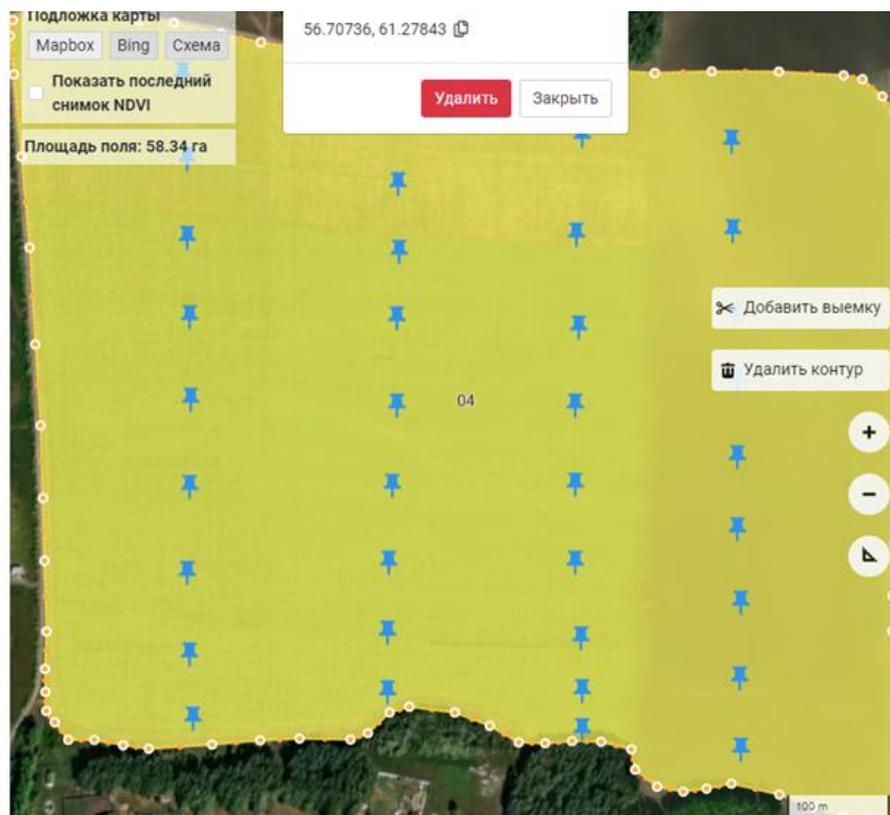


Рисунок 1- Картограмма отбора почвенных образцов с геоданными для участка 4 на цифровой платформе АгроМон

Аналитические исследования почвенных образцов включали определение содержания гумуса по методу Тюринга, актуальной кислотности, обменной кислотности и катионов в 1Н КС1 вытяжке. Всего было проанализировано более 100 образцов.

Статистическая обработка результатов выполнена в программе Excel. Создание цифровой базы данных по показателям гумуса на отдельных полевых участках выполнено в открытом программном обеспечении Quantum GIS (QGIS).

## Результаты и обсуждение

Результаты распределения содержания гумуса в почвах рабочих участков представлены в таблицах 1 и 2, рисунке 2. Отбор образцов проводился по четырем рядам (участки 4 и 9) и двум рядам (участки 5 и 7).

Таблица 1 - Содержание гумуса в почвах участков 4 и 9 (пашня), %

Номер образца	Ряды			
	1	2	3	4
	Серая почва_участок 4			
1	4,07	2,77	2,48	2,48
2	2,84	2,40	5,28	2,55
3	5,03	2,46	2,64	2,38
4	4,70	4,50	3,86	2,40
5	3,05	4,86	4,13	2,69
6	4,11	4,71	2,59	3,82
7	5,17	4,27	3,93	4,70
8	4,16	3,82	2,51	4,25
Среднее (M)	4,17	3,79	3,49	3,11
Коэффициент вариации (V),%	19	26	28	29
Номер образца	Чернозем оподзоленный_участок 9			
1	6,76	4,86	4,58	4,10
2	5,06	4,71	5,77	4,64
3	5,34	4,74	4,23	4,86
4	4,31	5,51	5,82	4,44
5	5,50	5,09	5,62	4,90
6		4,38		5,39
7				5,09
8				6,31
9				4,04
(M)	5,39	4,88	5,20	4,86
(V),%	16	8	14	14

Содержание гумуса в пахотном горизонте серой почвы (участок 4) составляет в среднем по рядам 3,1-4,2%, пределы значений от 2,4 до 5,2%. Коэффициент вариации (V) колеблется от 19 до 29%, что свидетельствует о значительной изменчивости показателя. Сходная картина выявлена и в лугово-болотной почве (уч.7), при среднем значении 4,7-5,3%. Коэффициенты вариации более 33% в луговой почве (уч. 5) указывают, что совокупность данных неоднородна, разброс показателя от 7,3 до 12%.

Из всех исследованных почв лишь в черноземе оподзоленном (участок 9), где средние значения гумуса составляют 4,9-5,4%, выявлена слабая и средняя изменчивость полученных данных ( $V = 8-16\%$ ).

Таблица 2- Содержание гумуса в почвах участков 5 и 7 (сенокос/пастбище),%

Номер образца	Ряды	
	1	2
Луговая почва_участок 5		
1	11,93	16,83
2	8,74	15,40
3	3,49	9,43
4	4,21	6,32
5	10,76	11,81
(M)	7,29	11,96
(V),%	50	36
Лугово-болотная почва_участок 7		
1	5,73	5,31
2	6,16	3,55
3	4,08	5,34
(M)	5,32	4,73
(V),%	21	22

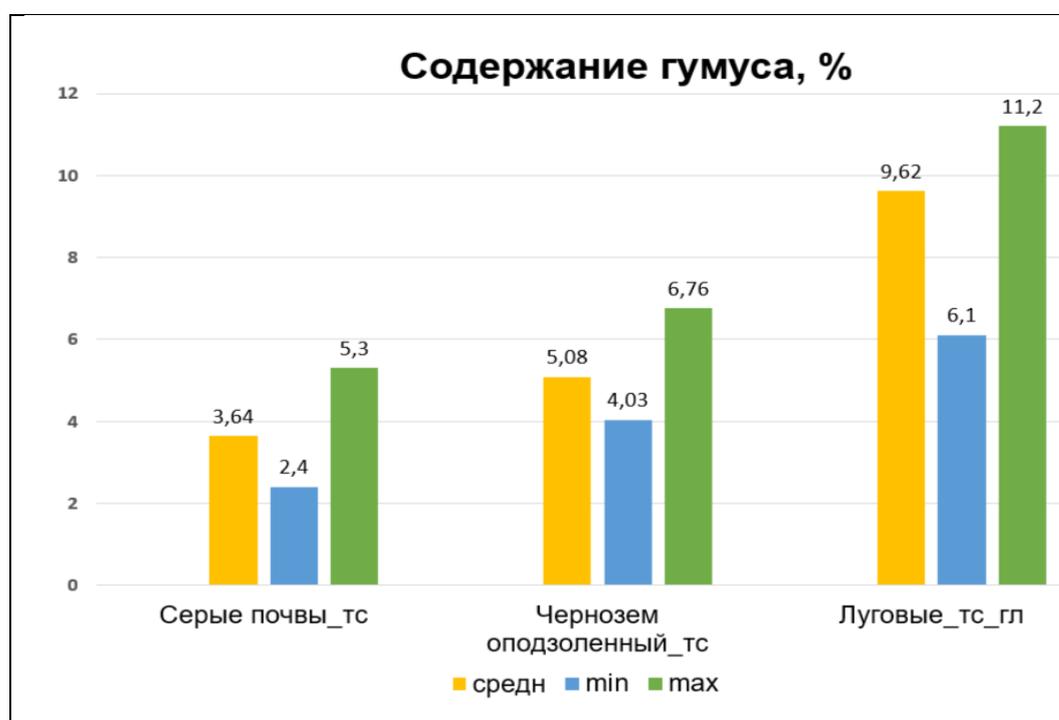


Рисунок 2 – Содержание гумуса в различных типах почв учебно- опытного хозяйства, %

Результаты лабораторных исследований обменных Ca, Mg, а также актуальной и обменной кислотности в трех типах почв участков 4, 9, 5, 7 представлены в таблицах 3-6 и на рисунке 3. Образцы анализировались по рядам, в шахматном порядке.

Таблица 3- Содержание обменных  $\text{Ca}^{2+}$  /  $\text{Mg}^{2+}$  в почвах под пашней, ммоль(экв)/100 г почвы

Номер образца	Ряды			
	1	2	3	4
Серая почва участок 4				
1	18,5/22,3		15,5/19,0	
2		12,8/18,3		15,0/19,5
3	18,5/21,0		14,0/17,8	
4		15,5/16,0		14,8/18,3
5	16,0/17,8		17,5/21,5	
6		17,8/22,0		16,8/19,3
7	19,8/21,8		11,5/17,8	
8		17,3/19,5		17,0/20,3
9	19,8/22,0		13,3/15,0	
Чернозем оподзоленный участок 9				
1		19,5/21,3		20,8/22,8
2	20,0/23,3		16,8/23,0	
3		18,8/19,8		18,3/23,3
4	20,3/22,5		16,5/22,5	
5		19,0/15,8		21,8/10,3
6	19,8/22,0		19,0/20,3	
7				21,5/21,3
8				
9				19,3/20,0

Таблица 4 - Содержание обменных  $\text{Ca}^{2+}$  /  $\text{Mg}^{2+}$  в почвах под сенокосом и пастбищем, ммоль(экв)/100 г почвы

Номер образца	Ряды	
	1	2
Луговая почва участок 5		
1	35,0/35,0	34,0/33,3
2		
3	20,0/30,0	
4		20,0/17,8
5	25,0/30,5	
6		25,0/27,0
Лугово-болотная почва участок 7		
1	22/25,8	20,0/24,5
2		15,5/18,3
3	30,5/28,5	17,0/18,3

Таблица 5 - Обменная кислотность в почвах участков 4 и 9 (пашня), ед. рНксі

Номер образца	Ряды			
	1	2	3	4
Серая лесная почва_участок 4				
1	5,70		5,27	
2		5,18		5,94
3	5,66		5,59	
4		5,42		5,20
5	5,36		5,00	
6		5,04		5,23
7	5,79		5,00	
8		5,28		5,17
9	5,63		5,32	
Чернозем оподзоленный_участок 9				
1		5,67		6,10
2	5,28		5,20	
3		5,21		5,98
4	5,36		4,96	
5		5,69		5,36
6	5,14		5,3	
7				5,31
8				
9				5,43

Таблица 6- Обменная кислотность в почвах участков 5,7 (сенокос/пастбище), ед. рНксі

Номер образца	Ряды	
	1	2
Луговая почва_ поле 5		
1	6,84	6,73
2		
3	7,40	
4		7,35
5	7,08	
6		6,11
Лугово-болотная почва_ поле 7		
1	6,31	5,53
2		6,37
3	6,30	6,04

Пределы содержания обменных кальция и магния составили 17-21 ммоль(экв)/100 г в серых почвах и черноземе оподзоленном, оптимальным считается соотношение кальция к магнию 5:1. В настоящий момент в почвах рабочих участков это соотношение меньше единицы, что говорит о нарушении баланса элементов. В луговых почвах содержание обменных кальция магния выше 24-26 ммоль(экв), их

соотношение равно 1,2 в пользу кальция. Градация обменной кислотности для чернозема и серой почвы – слабокислая, у луговой почвы нейтральная.

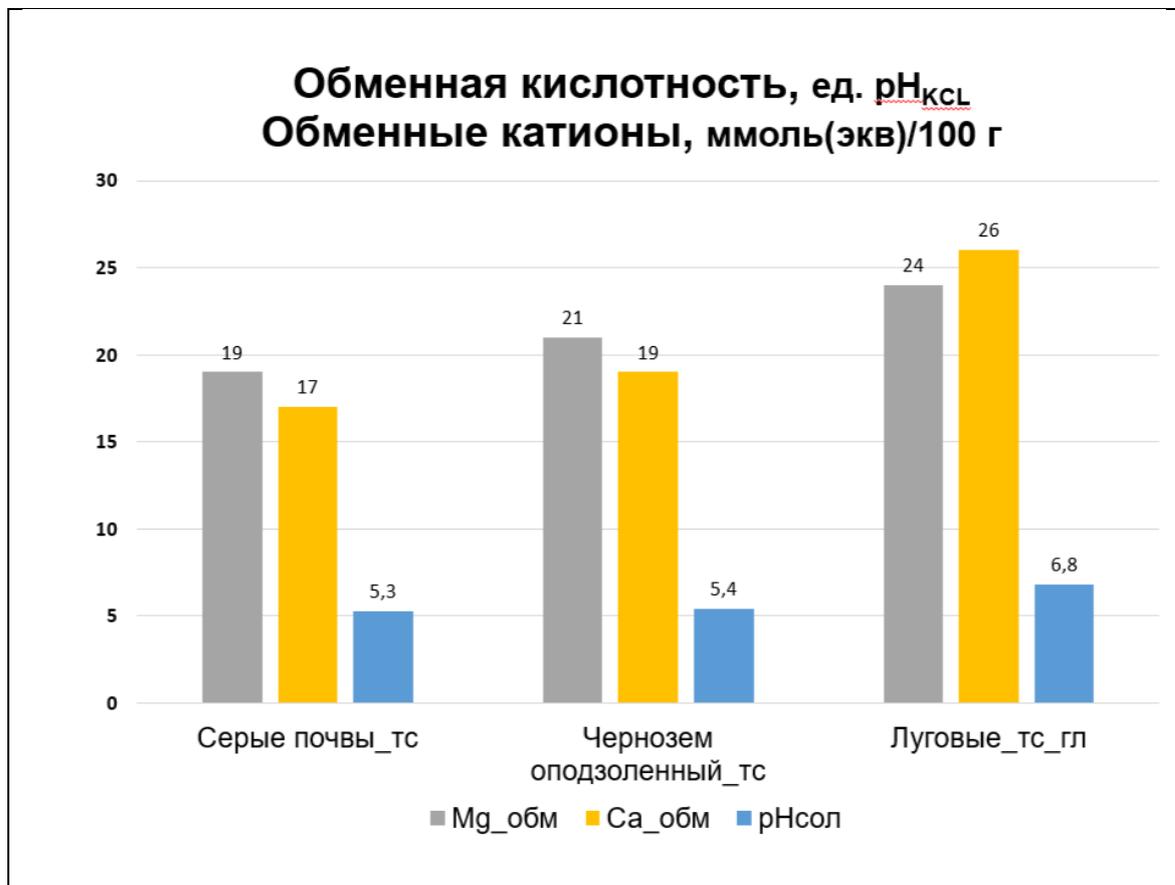


Рисунок 3 – Динамика содержания обменных катионов и кислотности в почвах сельскохозяйственных угодий учебно-опытного хозяйства

Материалы проведенных аналитических определений стали основой для создания базы данных агроэкологического мониторинга рабочих участков учхоза. Для этого материалы по пространственному распределению гумуса, актуальной и обменной кислотности, подвижных катионов были обработаны в открытом программном обеспечении Quantum GIS (QGIS).

На рисунке 4 представлен векторный слой, где каждая точка имеет четко фиксированные в полевых условиях координаты и занесенные в базу показатели определенных нами характеристик почв. По такому же алгоритму были созданы слои с данными для полевых участков под номерами 4,5, 9 с соответствующими типами почв.

В процессе статистической обработки количественного содержания гумуса была выявлена сильная вариабельность значений, в частности, это хорошо проявилось на участках 5 и 9. Для анализа причин с помощью инструментов программы Quantum GIS были созданы цифровые модели участков (рис.5).

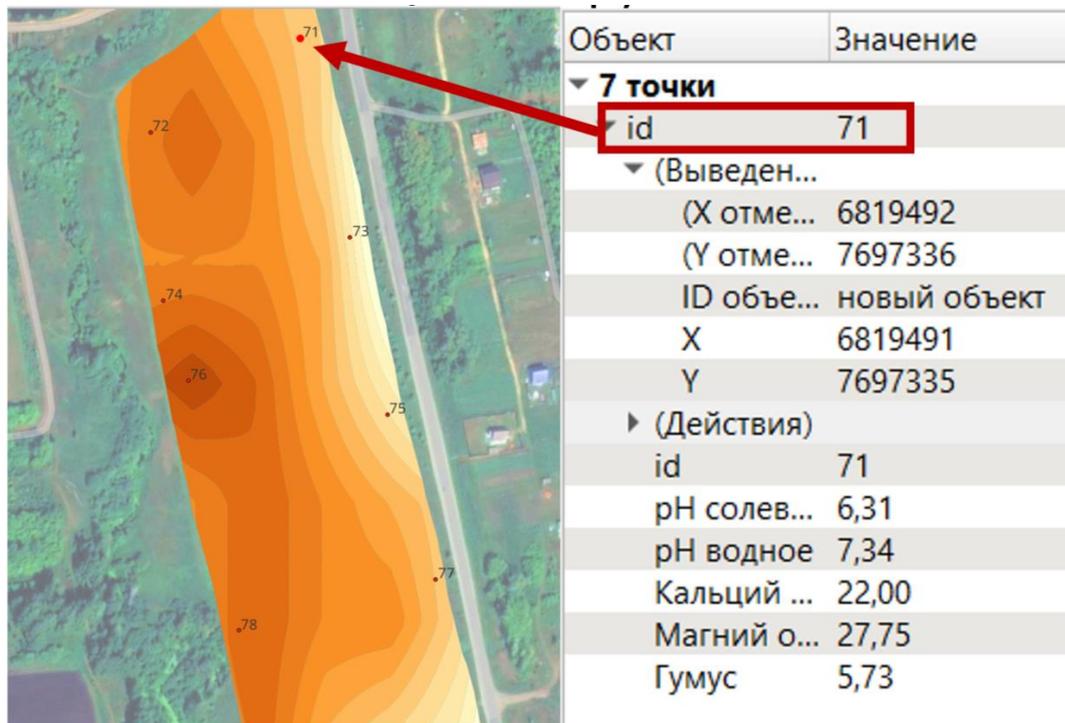


Рисунок 4– Векторный слой в программе QGIS, созданный для показателей мониторинга, рабочий участок 7 (пастбище)

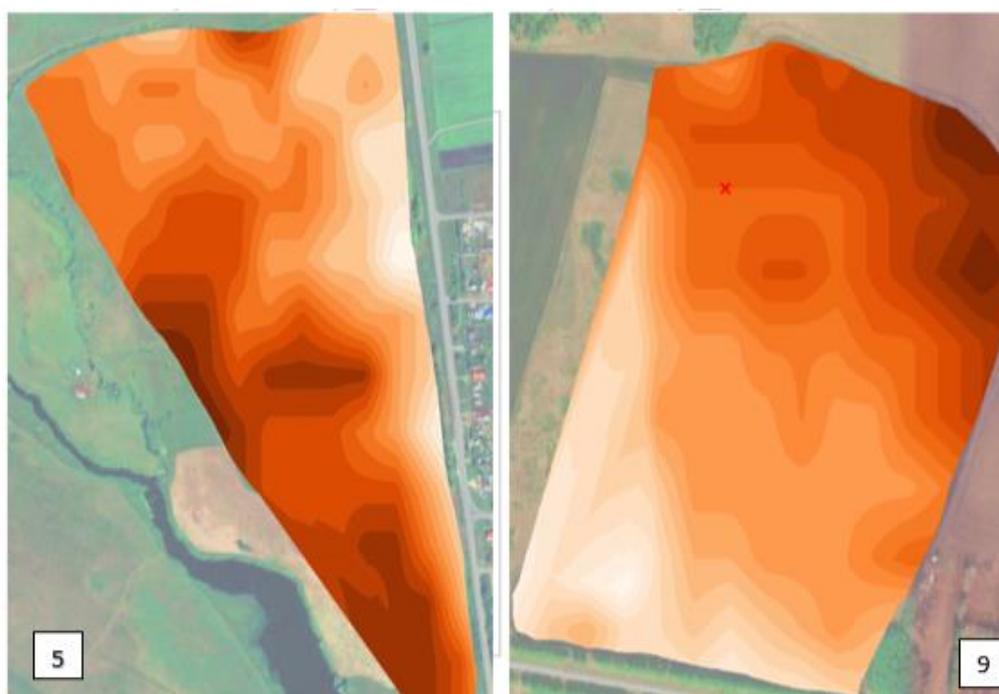


Рисунок 5– Создание моделей рельефа для участков сенокос (5) и пашня (9)

Перепад высот участках 5 и 9 составил 7-10 метров, что при расстоянии между горизонталями 50 см, дало возможность проследить потоки веществ даже на относительно ровных участках. Для этого на цифровые модели рельефа участков были наложены диаграммы пространственного распределения различных показателей, которые позволили выявить наличие зон выноса и накопления, как определяемых веществ (гумус, обменные катионы) так, и динамику изменений, кислотности почв.

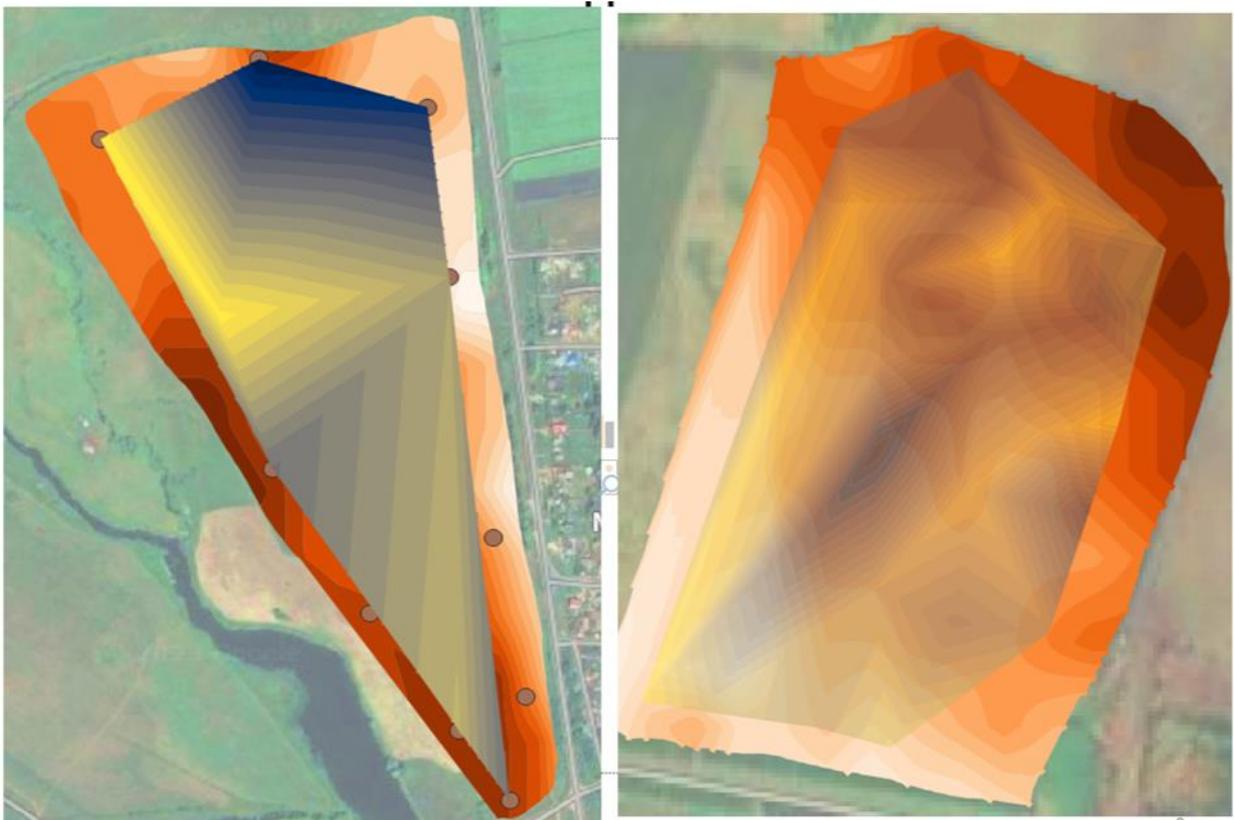


Рисунок 6 – Оценка гумусного состояния почв рабочих участков 5 и 9 с помощью наложения цифровых моделей

В частности, на рисунке 6 хорошо видны зоны оттока и накопления гумуса на рабочих участках 5 и 9. На рисунке 7 приведены цифровые модели распределения актуальной кислотности в почвах рабочих участков № 7, 9, здесь обращает на себя внимание, что на обоих участках существуют явные зоны подщелачивания и подкисления почв.

ВИДНЫ

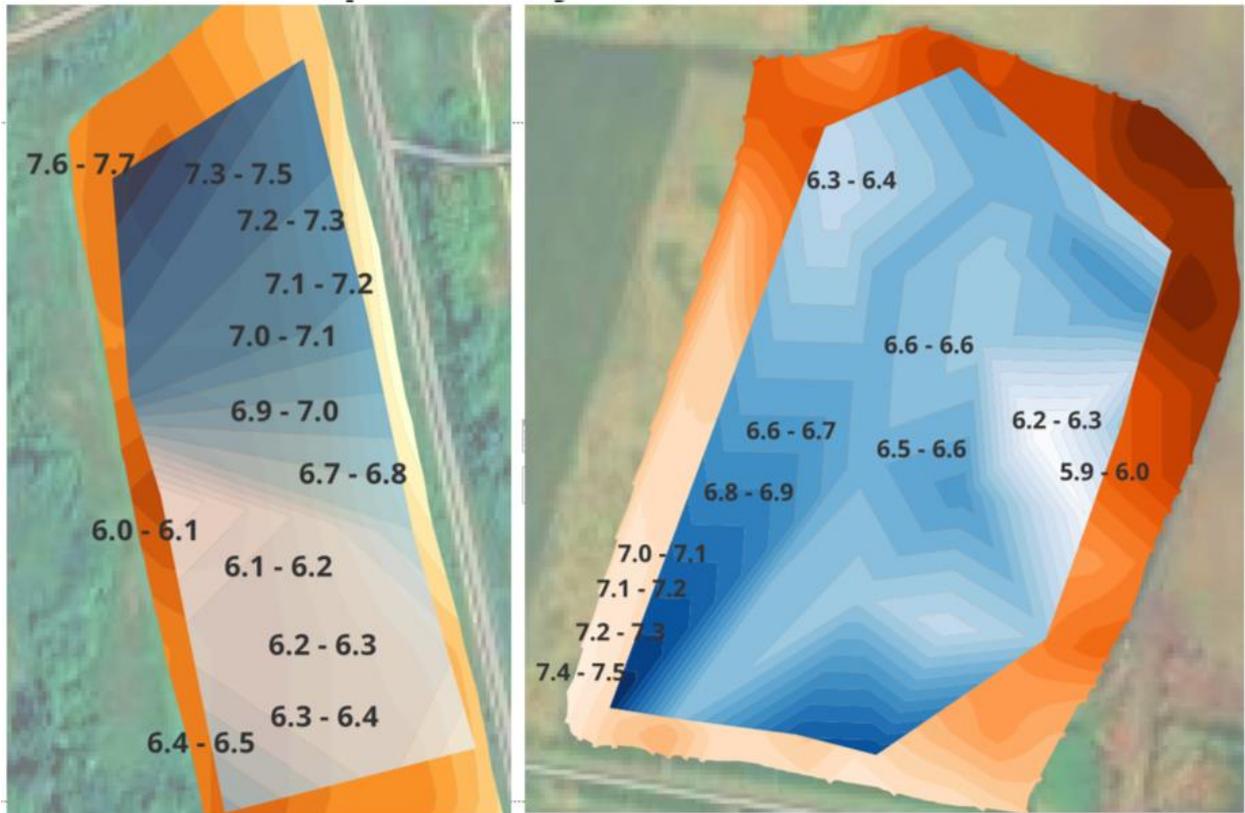


Рисунок 7 – Цифровые модели актуальной кислотности почв рабочих участков 7 и 9

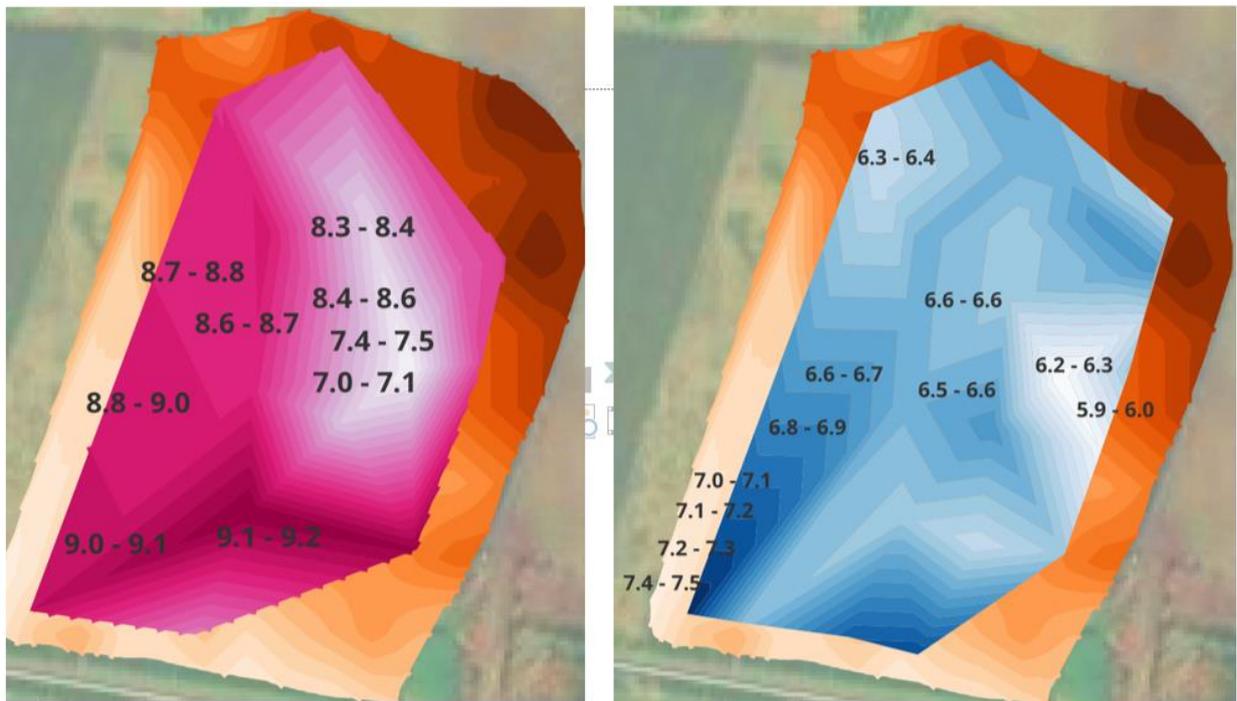


Рисунок 13 – Сравнительная оценка содержания обменного кальция и кислотности почв (участок 9)

Верификация моделей распределения обменного кальция и актуальной кислотности на пашне рабочего участка представлена на рисунке 8. Хорошо видны зоны выноса кальция и соответствующее возрастание актуальной кислотности почв и, наоборот, зоны относительного накопления кальция, где рН становится более щелочной.

### **Выводы**

В рамках проекта создания цифрового двойника учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ на основании подробного картирования ряда рабочих участков создана база данных агроэкологического мониторинга по важным показателям плодородия почв – гумус, актуальная и обменная кислотность, подвижные катионы. Возможности инструментария ГИС, при наличии достаточно подробно отобранных образцов (1 на 4,8 га) позволили детально смоделировать и оценить геохимические потоки вещества по элементам рельефа.

Подобные модели дают возможность проводить оперативный мониторинг культурной и сорной растительности, оценивать степень антропогенной преобразованности и хозяйственных нагрузок на рабочие участки, идентифицировать на участках агрономически значимые параметры почвенного покрова.

### **Литература**

1. Кирюшин В. И. Агроэкологический мониторинг земель, новые требования и методология // Известия ОГАУ . –2007. – № 15-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologicheskiy-monitoring-zemel-novye-trebovaniya-i-metodologiya>

2. Домашенко Ю.Е., Митяева Л.А., Ляшков М.А., Арискина Ю.Ю. Современные методы и способы проведения агроэкологического мониторинга почвенного покрова // SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE THIRD MILLENNIUM collection of scientific papers on materials XI International Scientific Conference. Part 1. International United Academy of Sciences. Chicago. –2020. – С.31-37. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_54895430\\_38139779.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54895430_38139779.pdf).

3. Зарубин О. А., Ларина А. В., Саулин В. А., Шабайкина В. А. Использование многозональных космических снимков для целей геоинформационного мониторинга и анализа пространственных характеристик сельскохозяйственного землепользования // Вектор ГеоНаук. –2020. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mnogozonalnyh-kosmicheskikh-snimkov-dlya-tseley-geoinformatsionnogo-monitoringa-i-analiza-prostranstvennyh>
4. Буклагин Д.С. Цифровые технологии управления сельским хозяйством // МНИЖ. –2021. –№2-1 (104). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-upravleniya-selskim-hozyaystvom>.
5. Ерунова М. Г., Симакина А. С., Якубайлик О. Э. Создание базы данных для точного земледелия ОПХ «Курагинское» // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1(178). С. 13–20. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-13-20.
6. Старикова М.В. Агроэкологический мониторинг в сельском хозяйстве России // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. –2023. – № 5. – URL: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st\\_528.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_528.pdf).
7. Комаров А.А., Суханов П.А., Кирсанов А.Д. Агроэкологический мониторинг в сети тестовых полигонов региона //В сборнике: Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров.- 2023. -С. 331-334.
8. Кирсанов А.Д., Комаров А.А. Агроэкологический мониторинг плодородия почв на примере полигона в хозяйстве ЗАО «Осьминское» Сланцевского района// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. -2021.- № 4 (65). -С. 69-79.
9. Иванцова Е.А., Комарова И.А. Геоинформационная оценка агроландшафтов (на примере тестового полигона «Перекрестное» Состинского ландшафтного района Сарпинской низменности) // Природные системы и ресурсы.- 2022. -№3. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnaya-otsenka-agrolandshaftov-na-primere-testovogo-poligona-perekrestnoe-sostinskogo-landshaftnogo-rayona-sarpinskoj>
10. Ирмулатов Б.Р., Абдуллаев К.К., Комаров А.А., Якушев В.В. О перспективах прецизионного управления продуктивностью пшеницы в условиях

Северного Казахстана // С.-х. биол., Сельхозбиология, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology.- 2021. -№1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-perspektivah-pretsizionnogo-upravleniya-produktivnostyu-pshenitsy-v-usloviyah-severnogo-kazahstana>

11. Vashukevich N. The implementation of the FAO Carbon Protocol (GSOC-MRV) in the experimental farm of the Ural State Agrarian University // E3S Web Conf. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). 2023 V.395, 04004. DOI: 10.1051/e3sconf/202339504004

12. Гусев А.С., Вашукевич Н.В., Старицына И.А., Беличев А.А., Смирнова А.Д. О некоторых аспектах использования материалов дистанционного зондирования в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур// International Agricultural Journal. 2023. Т. 66. № 3.

13. Гусев А.С., Варнина В.А., Вашукевич Н.В., Броницкая С.А., Вяткина Г.В. Агроэкологический мониторинг опытного участка Уральского государственного аграрного университета. //Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 11.

### References

1. Kiryushin V. I. Agroekologicheskij monitoring zemel', novye trebovaniya i metodologiya // Izvestiya OGAU. –2007. – № 15-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologicheskij-monitoring-zemel-novye-trebovaniya-i-metodologiya>

2. Domashenko Yu.E., Mityaeva L.A., Lyashkov M.A., Ariskina Yu.Yu. Sovremennye metody i sposoby provedeniya agroekologicheskogo monitoringa pochvennogo pokrova // SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE THIRD MILLENNIUM collection of scientific papers on materials XI International Scientific Conference. Part 1. International United Academy of Sciences. Chicago. –2020. – S.31-37. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_54895430\\_38139779.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54895430_38139779.pdf).

3. Zarubin O. A., Larina A. V., Saulin V. A., Shabajkina V. A. Ispol'zovanie mnogoazonal'nyh kosmicheskikh snimkov dlya celej geoinformacionnogo monitoringa i analiza prostranstvennykh harakteristik sel'skohozyajstvennogo zemlepol'zovaniya //

Vektor GeoNauk. –2020. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mnogozonalnyh-kosmicheskikh-snimkov-dlya-tseley-geoinformatsionnogo-monitoringa-i-analiza-prostranstvennyh>

4. Buklugin D.S. Cifrovye tekhnologii upravleniya sel'skim hozyajstvom // MNIZh. –2021. –№2-1 (104). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-upravleniya-selskim-hozyajstvom>.

5. Erunova M. G., Simakina A. S., Yakubajlik O. E. Sozdanie bazy dannyh dlya tochnogo zemledeliya OPH «Kuraginskoe» // Vestnik KrasGAU. 2022. № 1(178). S. 13–20. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-13-20.

6. Starikova M.V. Agroekologicheskij monitoring v sel'skom hozyajstve Rossii // AgroEkoInfo: Elektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal. –2023. – № 5. – URL: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st\\_528.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_528.pdf).

7. Komarov A.A., Suhanov P.A., Kirsanov A.D. Agroekologicheskij monitoring v seti testovyh poligonov regiona //V sbornike: Ekologiya rodnogo kraja: problemy i puti ih resheniya. Materialy XVIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov. - 2023. -S. 331-334.

8. Kirsanov A.D., Komarov A.A. Agroekologicheskij monitoring plodorodiya pochv na primere poligona v hozyajstve ZAO «Os'minskoe» Slancevskogo rajona// Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2021.- № 4 (65). -S. 69-79.

9. Ivancova E.A., Komarova I.A. Geoinformacionnaya ocenka agrolandshaftov (na primere testovogo poligona «Perekrestnoe» Sostinskogo landshaftnogo rajona Sarpinskoj nizmennosti) // Prirodnye sistemy i resursy. - 2022. -№3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnaya-otsenka-agrolandshaftov-na-primere-testovogo-poligona-perekrestnoe-sostinskogo-landshaftnogo-rayona-sarpinskoj>

10. Irmulatov B.R., Abdullaev K.K., Komarov A.A., Yakushev V.V. O perspektivah precizionnogo upravleniya produktivnost'yu pshenicy v usloviyah Severnogo Kazahstana // S.-h. biol., Sel'hozbiologiya, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology. - 2021. -№1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o->

perspektivah-pretsizionnogo-upravleniya-produktivnostyu-pshenitsy-v-usloviyah-severnogo-kazahstana

11. Vashukevich N. The implementation of the FAO Carbon Protocol (GSOC-MRV) in the experimental farm of the Ural State Agrarian University // E3S Web Conf. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSATIC2023). 2023 V.395, 04004. DOI: 10.1051/e3sconf/202339504004

12. Gusev A.S., Vashukevich N.V., Staricyna I.A., Belichev A.A., Smirnova A.D. O nekotoryh aspektah ispol'zovaniya materialov distancionnogo zondirovaniya v prognozirovanii urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur// International Agricultural Journal. 2023. T. 66. № 3.

13. Gusev A.S., Varnina V.A., Vashukevich N.V., Bronickaya S.A., Vyatkina G.V. Agroekologicheskij monitoring opytnogo uchastka Ural'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. //Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. 2022. T. 7. № 11.1.

© *Вашукевич Н.В., Старицына И.А., Кокшаров А. В., Чулков В.А., Смирнова А.Д.* 2023. *International agricultural journal*, 2023, №6, 2249-2267.

**Для цитирования:** Вашукевич Н.В., Старицына И.А., Кокшаров А. В., Чулков В.А., Смирнова А.Д. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ХОЗЯЙСТВА УРАЛЬСКОГО ГАУ //International agricultural journal. 2023. №6, 2249-2267.