

Научная статья

Original article

УДК 528:004.9:504.4(470.630)

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_10_504

**МОНИТОРИНГ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ
КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ
СОВЕТСКОГО РАЙОНА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ
MONITORING OF DEGRADATION PROCESSES IN A
COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE STATE OF
AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE SOVETSKY DISTRICT OF
THE STAVROPOL TERRITORY**



Малочкин Владимир Юрьевич, аспирант (соискатель), ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» (355017, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, переулок Зоотехнический, 12), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8230-2269>, vladimir-zelenokumsk@yandex.ru

Malochkin Vladimir YU., postgraduate student, FSBEI HE «Stavropol state agrarian University» (355017, Russia, Stavropol region, Stavropol, Zootekhnicheskij lane, 12), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8230-2269>, vladimir-zelenokumsk@yandex.ru

Аннотация. На сегодняшний день в Ставропольском крае, как и на всей территории России, мониторинг земель сельскохозяйственного назначения осуществляется по устаревшим методикам, которые не позволяют учитывать уже прошедшие и происходящие деградационные процессы.

Последний тур почвенных обследований в разрезе районов и хозяйств края проводился Гипроземом в 1985-1990 годах. В связи с ликвидацией данного учреждения и отсутствием организаций, занимающихся почвенной

съемкой и картографированием почв, которые могли бы проводить обследования такого масштаба, на сегодняшний день не имеется реальной картины распространения деградационных процессов и их площадей. Оценка степени деградации почв и земель до сих пор производится в соответствии с устаревшими методическими рекомендациями, которые не позволяют показать реальной картины происходящих деградационных процессов. Поэтому первоочередной задачей является внедрение качественных, своевременных и современных методов их оценки, с использованием геоинформационных технологий.

Abstract. To date, in the Stavropol Territory, as well as throughout Russia, monitoring of agricultural lands is carried out according to outdated methods that do not allow taking into account already past and ongoing degradation processes.

The last round of soil surveys in the context of districts and farms of the region was conducted by Giprozem in 1985-1990. Due to the liquidation of this institution and the absence of organizations engaged in soil surveying and mapping of soils that could conduct surveys of this scale, there is currently no real picture of the spread of degradation processes and their areas. Assessment of the degree of degradation of soils and lands is still carried out in accordance with outdated methodological recommendations, which do not allow to show the real picture of the ongoing degradation processes. Therefore, the primary task is to introduce high-quality, timely and modern methods of their assessment, using geoinformation technologies.

Ключевые слова: агроландшафты, мониторинг земель, ГИС-технологии, деградационные процессы, сельскохозяйственные угодья, комплексная оценка

Keywords: agrolandscapes, land monitoring, GIS technologies, degradation processes, agricultural land, integrated assessment

Интенсификация сельскохозяйственного производства оказывает на земельные ресурсы района негативное воздействие, которое проявляется в

катастрофическом уровне потерь почвенного плодородия и развитии процессов деградации и, в связи с этим стоит задача проведения комплексного мониторинга сельскохозяйственных угодий посредством ГИС-технологий с целью выявления количественных характеристик, интенсивности и трендов проявления деградационных процессов.

Стоит отметить, что развитие водной эрозии неразрывным образом связано с наличием склонов и их крутизной, так как именно увеличение крутизны склонов приводит к большему смыву и размыву почвенного покрова, а интенсивность эрозионных процессов обусловлена рядом природных факторов, к которым относятся морфометрические особенности рельефа, особенности почвенного покрова, характер осадков и температурный режим, ветровая активность, наличие, а также плотность покрытия растительностью. В связи с этим проведен морфометрический анализ рельефа и разработана карта крутизны склонов (рис.1).

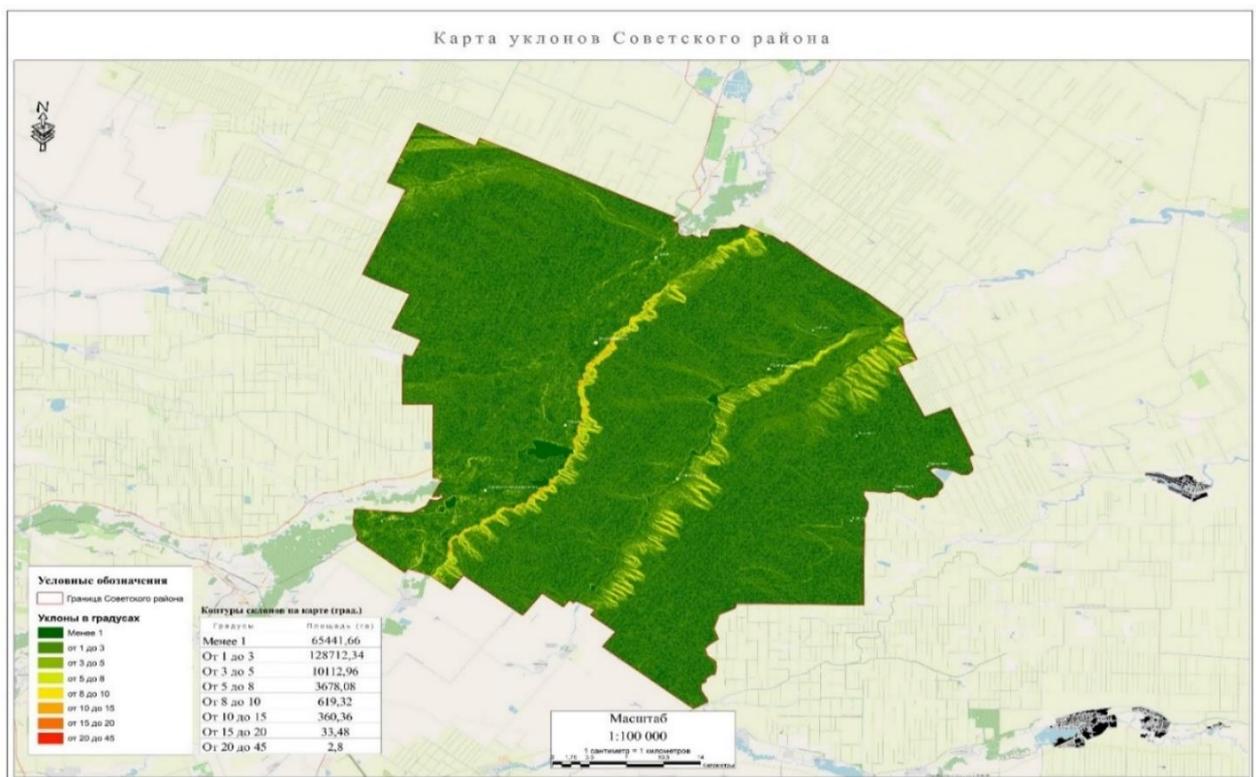


Рисунок 1 – Карта крутизны склонов Советского района

Ставропольского края

Ранжирование уклонов в QGIS проведено по интервалам, которые являются одним из параметров агроэкологической типизации земель в Ставропольском крае и вычислить площадь контуров, соответствующих каждому интервалу (табл. 1).

Таблица 1 – Крутизна склонов

Уклон, градусы	Площадь, га	%
до 1°	65441,66	31,3
от 1° до 3°	128712,34	61,6
от 3° до 5°	10112,96	4,8
от 5° до 8°	3678,08	1,8
от 8° до 10°	619,32	0,3
от 10° до 15°	360,36	0,2
от 20° до 45°	33,48	≈0
свыше 45°	2,8	≈0
Итого	208961,00	100,0

На эрозию почв также оказывает влияние экспозиция склонов, это обусловлено различиями микроклимата, почв и растительности на склонах разных экспозиций, но наиболее велико её влияние на эрозию от стока талых вод (рис. 2).

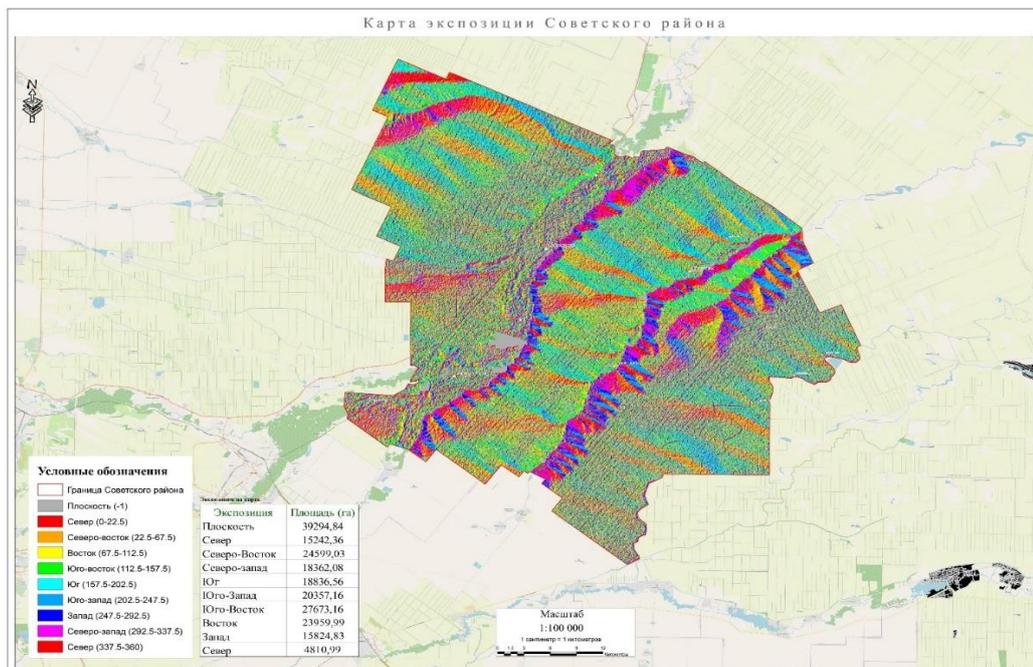


Рисунок 2 – Карта экспозиций склонов Советского района Ставропольского края

По карте экспозиции склонов с помощью встроенных инструментов QGIS вычислена площадь каждой экспозиции и представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Экспозиция склонов

Экспозиция (градусы)	Площадь, га	%
плоскость	39294,84	18,8
север (0°-22,5°; 337,5°-360°)	20053,35	9,6
северо-восток (22,5°-67,5°)	24599,03	11,8
восток (67,5°-112,5°)	23959,99	11,5
юго-восток (112,5°-157,5°)	27673,16	13,2
юг (157,5°-202,5°)	18836,56	9,0
юго-запад (202,5°-247,5°)	20357,16	9,7
запад (247,5°-292,5°)	15824,83	7,6
северо-запад (292,5°-337,5°)	18362,08	8,8
Итого	208961,00	100,0

Картографирование почв и количественная оценка проявления процессов водной эрозии проведена благодаря пространственному анализу посредством ГИС. Результатом такого анализа стал расчёт средней интенсивности эрозии в метрах на гектар, полученный путем соотношения длины эрозионного размыва и площади контура пашни, на котором он образовался.

Стоит отметить, что средняя интенсивность водной эрозии зависит от крутизны и экспозиции склона. Так на землях с уклоном более 5 градусов средняя интенсивность эрозии составляет 24,4 м/га, а с уменьшением крутизны этот показатель закономерно уменьшается. Проанализировав данные средней интенсивности эрозии в зависимости от экспозиции склона можно сделать вывод, что склоны южной экспозиции наиболее подвержены водной эрозии, средняя интенсивность составляет 19,1 м/га, для юго-западной экспозиции – 17,8 м/га, юго-восточной – 17,5 м/га. Меньше всего данному водной эрозии подвержены плоские участки пашни (4,7 м/га), а также участки пашни с северной экспозицией склона (9,2 м/га) [1], [6].

В результате проведенного морфометрического анализа рельефа разработана карта эрозионных геосистем, которая позволяет выделить

геосистемы различных уровней на основе однотипности и однонаправленности функционирования водно-наносного потока (рис. 3).



Рисунок 3 – Карта эрозионных геосистем Советского района Ставропольского края

В границах региона исследований выделена одна геосистема первого уровня и три геосистемы второго уровня, площади которых представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Эрозионные геосистемы на территории Советского района Ставропольского края

Эрозионные геосистемы	Площадь, га	%
Геосистема 1 уровня		
Прикаспийская низменность	208961,0	100,0
Геосистемы 2 уровня		
Левокумская увалистая равнина	59744	28,6
Правокумская равнина	122283	58,5
Предгорная Правокумская равнина	26934	12,9
Итого	208961,0	100,0

Благодаря использованию ГИС-технологий определены темпы и классы эрозионной опасности, вычислены площади пашни, подверженной эрозии, а также разработана соответствующая тематическая карта (рис. 4).

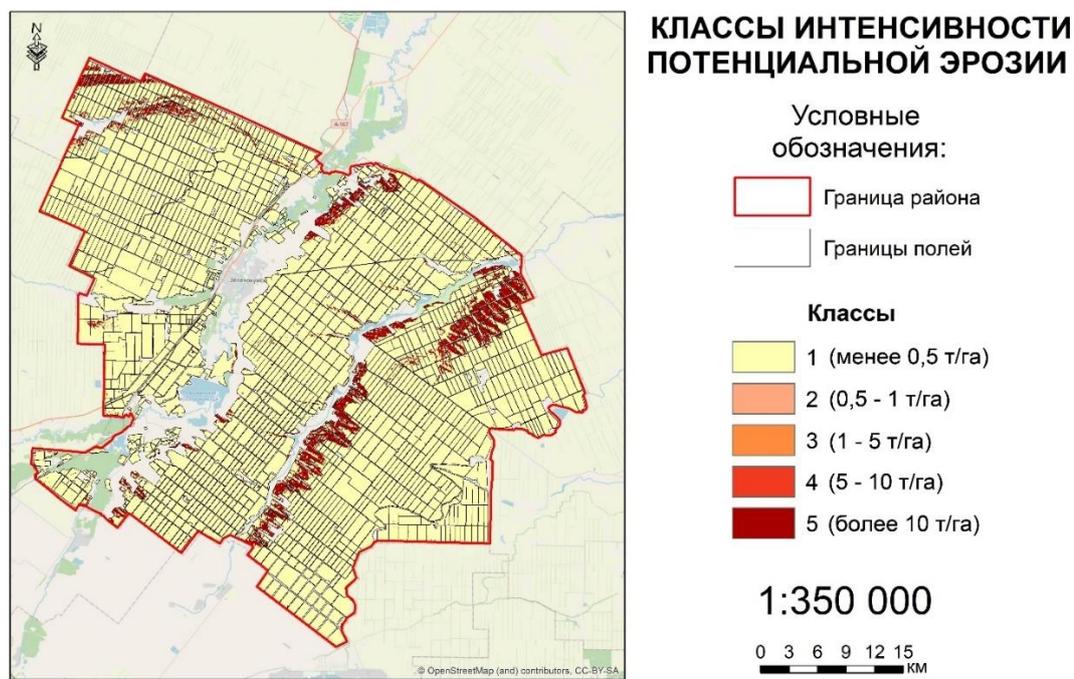


Рисунок 4 – Карта классов эрозионной опасности пашни Советского района Ставропольского края

В таблице 4 представлены площади пашни, подверженные водной эрозии и классифицированы согласно заданных диапазонов.

Таблица 4 – Площадь пашни Советского района Ставропольского края, подверженной водной эрозии

Класс	Диапазон темпов эрозии почв	Интенсивность смыва	Площадь, га
1	0-0,5	незначительный смыв	155249,56
2	0,5-1	слабый смыв	1694,20
3	1-5	средний смыв	2002,49
4	5-10	сильный смыв	2388,72
5	>10	очень сильный смыв	9584,59
Площадь пашни			165861,0
Из них подвержено водной эрозии			15670,0

Проанализировав данные таблицы 4 можно отметить, что незначительный смыв почвы отмечен на площади 155249,56 га, слабый смыв – 1694,20 га, средней водной эрозии подвержено 2002,49 га, сильной – 2388,72 га, наибольшую площадь занимает пашня, подверженная очень сильной водной эрозии – 9584,59 га.

Для территории региона исследований с использованием геоинформационных систем разработана карта водной эрозии (рис. 5).

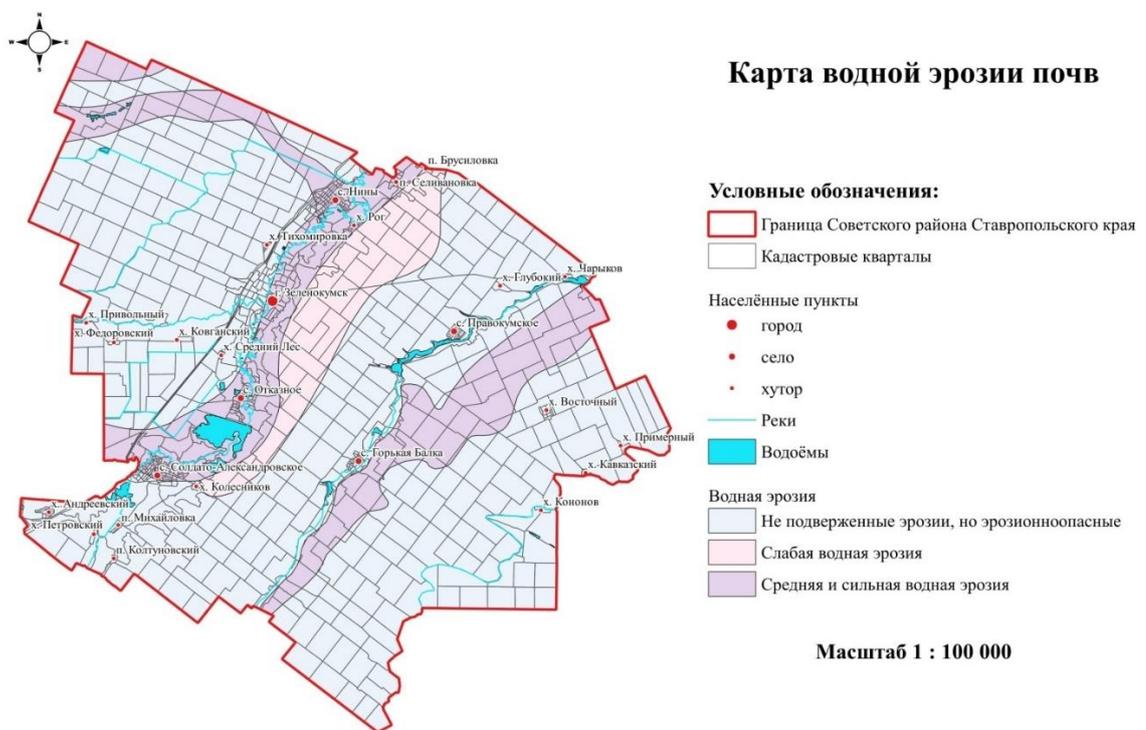


Рисунок 5 – Карта водной эрозии почв Советского района Ставропольского края

В результате проведенных исследований нами получены результаты, на основании которых можно сделать вывод, что процессам водной эрозии подвержена пашня, имеющая крутизну склона более 3° , которая в комплексе с прямолинейной организацией территории и тенденцией выпадения ливневых осадков предопределяет возникновение мощных потоков воды [3], [4].

Для территории района разработана карта ветровой эрозии почв, катастрофичность которой проявляется в виде пыльных бурь. Под пыльными бурями понимается интенсивное разрушение почвы сильными ветрами на обширной площади (рис. 6).



**Рисунок 6 – Карта ветровой эрозии почв Советского района
Ставропольского края**

Большая часть территория района подвержена умеренной дефляции с количеством от 4 до 6 ежегодных пыльных бурь.

Помимо протекающих эрозионных и дефляционных процессов на территории региона исследований наблюдаются и другие процессы деградации, которые выявлены в рамках работ по комплексной оценке состояния агроландшафтов и представлены в таблице 5.

**Таблица 5 – Характеристика процессов деградации почв пашни
Советского района Ставропольского края**

Показатель	2000 г.		2020 г.		Динамика
	Площадь, га	%	Площадь, га	%	
Среднее содержание гумуса, %	–	2,4	–	2,28	- 0,12
Склоны >1°, %	–	19,4	–	19,5	0,1
Низкое содержание подвижного фосфора	11700,00	7,1	48862,00	29,5	37162,0
Солончаки и засоленные почвы	15100,00	9,1	14348,0	8,7	-752,0
Солонцы и солонцовые комплексы	–	0,0	–	0,0	0,0
Эродированные почвы	13072,00	7,9	15670,0	9,4	2598,0
Дефлированные почвы	13560,00	8,2	15607,00	9,4	2047,0
Разрушенные совместным проявлением эрозии и дефляции	–	0,0	–	0,0	0,0
Переувлажненные почвы	4773,00	2,9	4573,00	2,8	-200,0
Заболоченные почвы	757,00	0,5	642,00	0,4	-115,0
Каменистые почвы	–	0,0	0,0	0,0	0,0
Суммарная деградация	47262,00	28,6	50840,00	30,7	3578,0
Всего пашни	165156,0	100,0	165861,0	100,0	+705

Проанализировав таблицу 5 можно сделать вывод, что к 2020 году произошло значительное увеличение площади пашни с низким содержанием подвижного фосфора, увеличились площади эродированных и дефлированных земель, но произошло снижение площади засоленных почв и сокращение площадей пашни, подверженной переувлажнению и заболачиванию.

Чтобы доказать, что произошли изменения площади пашни, подверженной деградационным процессам по имеющимся временным рядам были построены их линейные регрессии по времени (тренды) по методу наименьших квадратов и с помощью статистического *f*-критерия Фишера-Снедекора проверена статистическая значимость этих линейных моделей. В результате получены коэффициенты регрессии *a* и *b*, а также коэффициент детерминации R^2 .

Построить линейную регрессию можно с использованием встроенных в Excel средств (рис. 7, рис. 8).

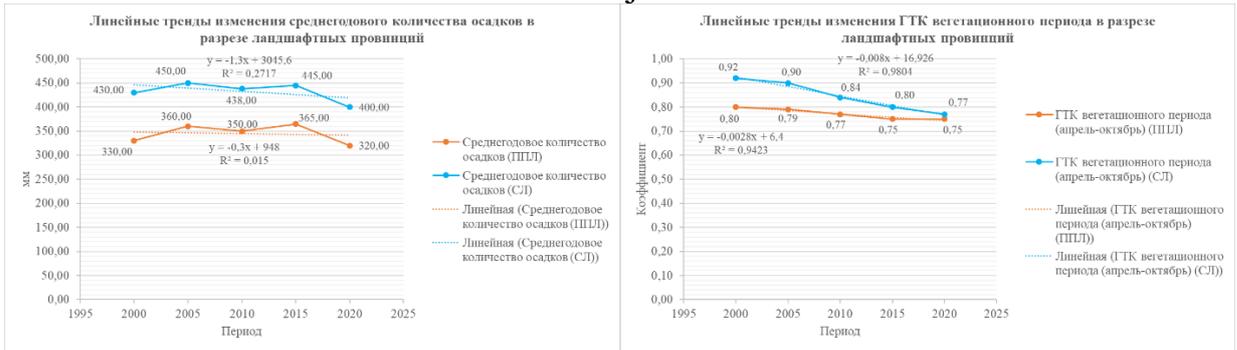


Рисунок 7 – Тренды изменения увлажнения Советского района Ставропольского края

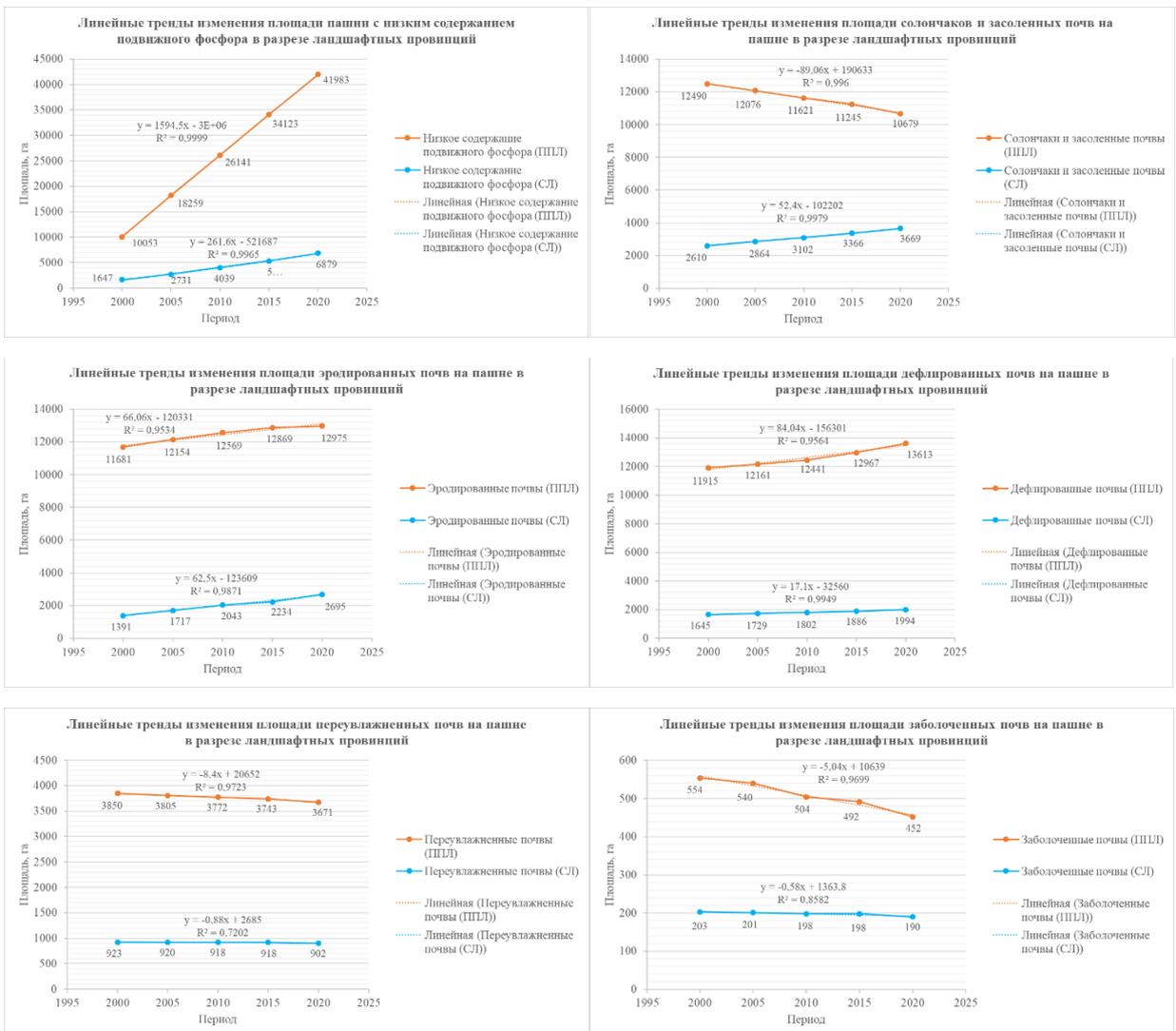


Рисунок 8 – Тренды изменения площади пашни Советского района Ставропольского края, подверженной деградационным процессам в разрезе ландшафтных провинций

Проанализировав вышеизложенные графики, можно сделать вывод, что действительно имеется объективный линейный тренд изменения по всем протекающим деградационным процессам, за исключением таких процессов как: солонцы и солонцовые комплексы, совместная эрозия и дефляция, каменистые почвы так как эти виды деградации не протекают на территории региона исследований.

Согласно методике, выделение доминирующих и второстепенных видов деградаций определяют необходимость и очередность проведения землеустройства, мелиоративных восстановительных мер, комплексов противоэрозионных мероприятий, объёмы которых, в свою очередь, обусловлены как площадью, так и глубиной поражения каждым видом деградации.

Применение ГИС-технологий дает возможность оперативно проводить мониторинг деградационных процессов, позволяющий выявить зоны, местоположение, площадь и границы участков земель, подверженных процессам деградации, а также определить категорию и степень деградации, а затем составить картограммы. Всесторонний анализ с использованием современных информационных и геоинформационных технологий, позволяет выявить причины появления, развития и распространения процессов деградации и отследить их динамику. Материалы проведенного анализа позволят разработать комплекс мероприятий, препятствующих проявлению деградационных процессов и направленных на сохранение почвенного плодородия.

Комплекс мероприятий по сохранению и восстановлению плодородия почв возможно осуществить благодаря переходу на адаптивно-ландшафтное земледелие, посредством землеустройства, которое позволяет учитывать состояние земельных ресурсов, а также, в первую очередь, обеспечить планирование и организацию их рационального использования и охраны. В основе разрабатываемых проектов землеустройства должны лежать эколого-

ландшафтные принципы с ориентацией на пути получения экономической выгоды от использования земель [2], [5].

Список источников

1. Антонов, С. А. Анализ влияния особенностей рельефа на развитие процессов линейной водной эрозии на пашне Ставропольского края / С. А. Антонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 30–33.
2. Вершинин, В.В. Экология землепользования: учебное пособие / В.В. Вершинин, А.А. Мурашева, А.В. Шуравилин, В.А. Широкова, А.О. Хуторова. — М.: Нобель Пресс, 2015. — 335 с.
3. Кирвякова, А.В. Динамика плоскостных эрозионных процессов западных районов Ставропольского края / А.В. Кирвякова // Вопросы географии и краеведения: Материалы 1-й конференции членов Российского географического общества, Ставропольского отдела. — Ставрополь, – 2008. – С. 28-32.
4. Ключин, П. В. Зонирование агроландшафтов Ставропольского края Российской Федерации, подверженных деградиционным процессам по продуктивности / П. В. Ключин, В. В. Братков, С. В. Савинова, А. В. Лошаков // Землеустройство, геодезия и кадастр: прошлое - настоящее - будущее : сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию землеустроительного факультета (Горки, 25–27 сентября 2019 года) / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2021. – С. 47–54.
5. Кулинцев, В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова, Л. И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного университета, 2013. – 520 с.
6. Лошаков, А. В. Методика и результаты зонирования агроландшафтов по подверженности деградиционным процессам и пригодности для сельскохозяйственного землепользования на территории Ставропольского

края / А. В. Лошаков // Московский экономический журнал. – 2019. – № 11. – С. 48–57.

References

1. Antonov, S. A. Analiz vliyaniya osobennostej rel'efa na razvitie processov linejnoy vodnoj èrozii na pashne Stavropol'skogo kraya / S. A. Antonov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3 (77). – S. 30–33.
2. Vershinin, V.V. Èkologiya zemlepol'zovaniya: uchebnoe posobie / V.V. Vershinin, A.A. Murasheva, A.V. Shuravilin, V.A. Shirokova, A.O. Xutorova. — M.: Nobel Press, 2015. — 335 s.
3. Kirvyakova, A.V. Dinamika ploskostny`x èrozionny`x processov zapadny`x rajonov Stavropol'skogo kraya / A.V. Kirvyakova // Voprosy` geografii i kraevedeniya: Materialy` 1-j konferencii chlenov Rossijskogo geograficheskogo obshhestva, Stavropol'skogo otdela. — Stavropol`, – 2008. – S. 28-32.
4. Klyushin, P. V. Zonirovanie agrolandshaftov Stavropol'skogo kraya Rossijskoj Federacii, podverzhenny`x degradacionny`m processam po produktivnosti / P. V. Klyushin, V. V. Bratkov, S. V. Savinova, A. V. Loshakov // Zemleustrojstvo, geodeziya i kadastr: proshloe - nastoyashhee - budushhee : sbornik nauchny`x statej po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj 95-letiyu zemleustroitel'nogo fakul'teta (Gorki, 25–27 sentyabrya 2019 goda) / Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya. – Gorki, 2021. – S. 47–54.
5. Kulincev, V.V. Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraya: monografiya /V. V. Kulincev, E. I. Godunova, L. I. Zhelnakova i dr. – Stavropol`: AGRUS Stavropol'skogo gos. agrarnogo universiteta, 2013. – 520 s.
6. Loshakov, A. V. Metodika i rezul'taty` zonirovaniya agrolandshaftov po podverzhennosti degradacionny`m processam i prigodnosti dlya sel'skoxozyajstvennogo zemlepol'zovaniya na territorii Stavropol'skogo kraya / A. V. Loshakov // Moskovskij èkonomicheskij zhurnal. – 2019. – № 11. – С. 48–57.

Московский экономический журнал. № 10. 2023

Moscow economic journal. № 10. 2023

Для цитирования: Малочкин В.Ю. Мониторинг деградационных процессов при комплексной оценке состояния агроландшафтов Советского района Ставропольского края // Московский экономический журнал. 2023. № 10.

URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-10-2023-28/>

© Малочкин В.Ю., 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 10.