

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



МЕЖЕНКОВ АНТОН АЛЕКСАНДРОВИЧ

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПОЧВЕННЫХ БАЗ
ДАННЫХ (НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

1.5.19. Почвоведение (биологические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор Безуглова Ольга Степановна

Ростов-на-Дону – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 История почвенно-географических исследований в России и Ростовской области.....	10
1.2 Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственного назначения ...	18
1.3 Защитные лесные полосы	20
1.4 Базы данных почвенных ресурсов и опыт их использования в России	22
1.5 История развития цифровой почвенной картографии.....	23
1.6 Нормативно-правовая документация	26
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	32
2.1 Географическое положение	32
2.2 Гидрография и рельеф.....	32
2.3 Почвообразующие породы	34
2.4 Климат.....	35
2.5 Растительность	36
2.6 Почвенный покров.....	36
2.7 Сельскохозяйственное и геоморфологическое районирование Ростовской области.....	38
2.8 Материалы почвенного обследования	40
3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	42
3.1 Методы оцифровки материалов почвенных обследований с применением геоинформационных технологий	42
3.2. Методика выделения элементарных почвенно-земельных участков	45
3.3 Метод гармонизации разнородных данных почвенных обследований.....	45
3.4 Методика расчета нормативной урожайности	46
3.4 Методика оцифровки лесных полос с применением геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования	47
4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ	50
4.1 Оцифровка архивной крупномасштабной почвенной информации.....	50

4.1.1 Инвентаризация архивных почвенных обследований и крупномасштабного картографирования Ростовской области.....	50
4.1.2. Формирование унифицированного списка- классификатора почв Ростовской области	53
4.1.3 Векторизация материалов крупномасштабного почвенного обследования	57
4.2 Разработка алгоритма гармонизации крупномасштабных почвенных карт для задач агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения	58
4.3 Инвентаризация и анализ почвенного покрова Ростовской области с применением ГИС-технологий.....	63
4.3.1 Анализ почвенного покрова Ростовской области по почвенным подрайонам геоморфологического районирования	63
4.3.2 Сравнение площадей, подверженных эрозии, рассчитанных методами ГИС и методом классической картографии.....	65
4.4 Оценка состояния лесных полос применением геоинформационных технологий.....	70
4.4.1 Оцифровка лесных полос с применением данных дистанционного зондирования	70
4.4.2 Оценка динамики площадей противоэрозионных и полезащитных лесных насаждений	73
4.5 Агроэкологическая оценка почв с применением архивных и актуальных материалов почвенного и агрохимического обследований и данных дистанционного зондирования	75
4.5.1 Вычисление коэффициентов для расчета нормативной урожайности зерновых культур	77
4.5.2 Расчет поправочного коэффициента на состояние лесных полос	83
4.6 Разработка программного комплекса агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения.....	87
4.6.1 Структура почвенной базы данных и принципы её функционирования	87

4.6.2 Принцип функционирования почвенно-географической системы Южного федерального университета.....	89
4.6.3 Работа программного комплекса расчета нормативной урожайности зерновых культур	90
ВЫВОДЫ	93
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	95
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	110

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. С нарастанием темпов сельскохозяйственного производства в Ростовской области увеличивается и потребность в проведении качественной агроэкологической оценки почв. Проведение агроэкологической оценки почв для территории региона требует привлечения всего объема накопленной почвенной информации, подготовленной к машинной обработке с использованием геоинформационных технологий. Таким образом актуальным является вопрос создания подходов для гармонизации материалов крупномасштабных почвенных обследований, формирования структуры и принципов хранения, обмена и анализа почвенной информации с возможностью использования этих данных для оценки почвенного плодородия.

Цель работы – разработка принципов использования разнородных природно-почвенных данных для проведения агроэкологической оценки почв Ростовской области.

Задачи исследования:

1. Провести инвентаризацию и оцифровку архивных материалов крупномасштабных почвенных обследований территории Ростовской области.
2. Разработать подход составления «бесшовной» крупномасштабной почвенной карты для территории Ростовской области как основы для проведения агроэкологической оценки почв.
3. Провести анализ почвенного покрова Ростовской области на основе оцифрованных материалов крупномасштабных почвенных обследований.
4. Провести оценку динамики состояния лесных полос территории Ростовской области с применением материалов дистанционного зондирования Земли.
5. Адаптировать методику агроэкологической оценки почв к внедрению в Ростовской области с учетом особенностей почвенного покрова региона и на основе баз данных крупномасштабных почвенных обследований и ГИС-технологий.

6. Разработать программные комплексы, автоматизирующие процессы расчета агроэкологической оценки почв и апробировать их путем расчета агроэкологической оценки для земельных участков.

Соответствие темы паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.5.19. Почвоведение по п. 1 в части «Изучение структуры почвенного покрова, разработка принципов и методов почвенной картографии», по п.2 в части «Агроэкологическая оценка почв и учет земельных ресурсов», а также п. 3: «Научно-методические и практические вопросы почвенной информатики. Разработка почвенно-географических информационных систем. Почвенная метрология».

Положения, выносимые на защиту:

1. Проведение агроэкологической оценки почв с привлечением почвенных баз данных и ГИС-технологий требует использования большого массива почвенных данных, накопленного для региона. Вовлечение архивных почвенных данных в научный оборот и последующая их машинная обработка проводится путем гармонизации границ и названий почвенных выделов, а также разработки принципов хранения, обмена и анализа профильной почвенной информации, что способствует ускорению проведения агроэкологической оценки, а также уточнению её результатов.
2. Расчет оценочных показателей выполняется на основе унифицированной легенды почв Ростовской области, как результата анализа и декомпозиции наименований почв с последующим формированием на этой основе системы поправочных коэффициентов, учитывающих необходимый спектр почвенных свойств для расчета нормативной урожайности с целью оценки плодородия почв.
3. Полезащитные и противозрозионные лесные полосы являются важной составляющей для поддержания оптимального микроклимата степных агроценозов и сохранения высокого плодородия почв. Оцифровка лесных полос с применением данных дистанционного зондирования Земли, позволяет объективно оценить динамику изменения площади лесных насаждений.

Состояние лесных полос необходимо учитывать при проведении агроэкологической оценки почв.

Научная новизна. Впервые разработан и апробирован подход гармонизации границ и наименований крупномасштабных цифровых почвенных карт Ростовской области на основе современных международных методик (методика FAO: <https://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/5-harmonization/ru/>). Гармонизация выполнялась отдельно для картографических единиц (почвенных контуров) и для наименований почвенных выделов. Корректировка границ почвенных контуров проводилась с учетом истории земельного участка (при возможности, изучались границы контура, полученные в разные туры обследования), а также с привлечением данных по рельефу местности. При гармонизации наименований почвенных выделов проводилось их сопоставление с целью унификации и сохранения в названии всего набора почвенных свойств, доступного из исходных наименований. Данный подход положен в основу создания «бесшовной» крупномасштабной почвенной карты региона, что позволяет корректнее отображать информацию на цифровых почвенных картах.

Впервые разработан и апробирован подход оцифровки лесных полос по актуальным космическим снимкам с применением геоинформационных технологий. При оцифровке лесных полос используются датированные многоканальные снимки Landsat 8/9, на основе которых рассчитывается индекс NDVI и в дальнейшем определяются интервалы значений индекса, соответствующие древесной и кустарниковой растительности. Динамику изменения площадей лесных полос необходимо учитывать, поскольку они положительно влияют на микроклимат приземного слоя, снижают проявление эрозии и увеличивают плодородие почвы. Изменение состояния лесных полос предлагается учитывать в виде поправочных коэффициентов при проведении агроэкологической оценки почв при расчете различных показателей (например, нормативной урожайности).

Теоретическая значимость заключается в разработке подходов

вовлечения разнородных материалов почвенных обследований и данных дистанционного зондирования Земли в оценку плодородия почв. Использование этой информации в задачах агроэкологической оценки почв возможно при условии гармонизации наименований почвенных выделов. Результатом этой работы является уникальный список-классификатор почв Ростовской области, созданный на основе анализа и декомпозиции наименований почв из легенд крупномасштабных карт.

Практическая значимость. Инвентаризация почвенных ресурсов на основе имеющихся оцифрованных почвенных карт и данных почвенных разрезов позволяет отобразить структуру почвенного покрова исследуемой территории и уточнить более раннюю информацию о почвенном покрове. Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственного назначения призвана отобразить состояние сельскохозяйственных угодий на момент оценки. Это позволяет составить рекомендации по рациональному использованию земельных ресурсов и спрогнозировать дальнейшие изменения состояния угодий. Проведение агроэкологической оценки с помощью инструментов и алгоритмов базы данных позволяет сформировать отчеты, которые используются при составлении проектов по адаптивно-ландшафтному земледелию.

Личный вклад автора. Автор принимал участие в процессе создания крупномасштабных цифровых почвенных карт в период с 2019 по 2023 гг. Автором был апробирован подход гармонизации границ и наименований почвенных контуров. Также автором был апробирован подход оценки динамики состояния лесных полос с применением архивной аграрно-почвенной информации и данных дистанционного зондирования.

Апробация работы. Основные положения исследования были представлены на конференциях: «V Вильямсовские чтения» (Москва, 2020); «Ломоносов 2021» (Москва, 2021); «V Международная научно-практическая конференция «Рациональное землепользование: оптимизация земледелия и растениеводства», посвященная 80-летию со дня рождения академика РАСХН

А.П. Щербакова» (Курск, 2021); «2-я Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие территорий: теория и практика»» (Сибай, 2021); VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева (Сыктывкар, 2022); «Ломоносов 2022» (Москва, 2022); Международная молодежная научная школа «Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной нагрузки» в рамках международного форума «Степная Евразия – устойчивое развитие», Ростов-на-Дону, 2022.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 20 работ, из которых одна статья – в издании, входящем в базу данных международного индекса научного цитирования Scopus, три – в изданиях, входящих в Перечни рецензируемых научных изданий ЮФУ и ВАК, а также зарегистрированы программный комплекс «Атлас почв Ростовской области», веб-приложение «Почвенная карта Ростовской области» и «Цифровой реестр почв Ростовской области» (в соавторстве).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и четырех приложений. Работа изложена на 161 странице, содержит 20 таблиц, 28 рисунков и 9 приложений. Список литературы включает 147 источников из них 43 на иностранных языках.

Финансовая поддержка работы. Исследования проводились при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030»).

Благодарности. Соискатель выражает глубокую благодарность всем сотрудникам кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, своему научному руководителю, профессору О. С. Безугловой, а также доценту кафедры Ю. А. Литвинову – учителю и наставнику, сыгравшему решающую роль в становлении автора как молодого ученого и специалиста.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 История почвенно-географических исследований в России и Ростовской области

Первые почвенные карты России составлялись по результатам проведенных в первой половине XIX века земельно-оценочных работ. В 1851 году на основе этих материалов была создана первая почвенная карта Европейской России (масштаб 200 верст в дюйме или 1:8 400 000). на ней были указаны 8 наименований почв: 1) чернозем; 2) глина всех цветов; 3) песок; 4) суглинок и супесь; 5) ил; 6) солончаки; 7) тундры и болота; 8) каменистые места.

Основополагающий вклад в развитие картографии почв в нашей стране внес В.В. Докучаев. Им был написан объяснительный текст к почвенной карте Европейской России, составленной Василием Чаславским и впервые представленной на Парижском конгрессе географических наук в 1875 году (Докучаев, 1879). Впоследствии, В.В. Докучаевым, с использованием, в том числе этих материалов, был написан «Русский чернозем». До настоящего времени в почвенно-географических исследованиях широко используются разработанные В.В. Докучаевым полевые методы исследования почв. И.В. Крупеников (1981) подчеркивал, что именно В.В. Докучаев заложил научные основы географии и картографии почв и подготовил первую научную классификацию почв.

В.В. Докучаев в ходе многочисленных экспедиций с помощью разработанного им метода профильного исследования почв диагностировал и описал основные типы почв Русской равнины. Земельно-оценочные работы дополнялись составлением уездных и губернских карт, а разработанная в ходе таких поездок методика земельно-оценочных исследований позволила В.В. Докучаеву обосновать необходимость проведения бонитировки почв, что и было выполнено на примере Нижегородской губернии России (Иванов, 2003).

Очередным вкладом В.В. Докучаева в развитие почвенной картографии было составление обзорной карты Европейской России (масштаб 1:2 520 000), выполненное им в 1901 году совместно с Н.М. Сибирцевым, А.Р. Ферхминым и Г.И. Танфильевым.

В 1908 г. Переселенческим управлением с целью определения пригодности земель в Азиатской России для переселения было организовано несколько экспедиций, в ходе которых исследовали почвы и растительный покров (Виленский, 1958). Всего была обследована территория в 3 млн. км² и по материалам обследований составлены мелкомасштабные карты (Герасимова, 2010).

После революции была изменена форма собственности на землю: которые, ставшие государственной собственностью, подлежали качественному учету, картографированию, изучению географии почвенного покрова СССР, оценке почвенного плодородия.

Организация зерновых совхозов на юге и юго-востоке страны потребовала начать исследования почв колхозов и совхозов и в 1929–1931 гг. в целях внутрихозяйственного землеустройства на площади 50 млн га были проведены крупномасштабные почвенные исследования. С 1932 по 1936 гг. были составлены почвенно-агрохимические карты в масштабе 1:500 000 для общей площади 79 млн. га. В их числе, для площади порядка 10 млн. га были составлены крупномасштабные карты (масштабы от 1:10 000 до 1:25 000).

В республиках Средней Азии, Северного Кавказа, Закавказья, на Украине и в Поволжье в этот же период выполнялись для разработки проектов орошения земель почвенно-картографические исследования. В результате этих работ к 1939 г. почвенные исследования были проведены на площади 120 млн га, что составляло около четверти всей площади колхозов и совхозов страны.

Итогом всех перечисленных исследований было составление мелкомасштабных карт Азиатской (1927 год) и Европейской части СССР (1930 год). Почвенная карта Азиатской части СССР была составлена в масштабе 1:4

200 000 под руководством К.Д. Глинки и Л.И. Прасолова, а почвенная карта Европейской части СССР выполнена под руководством Прасолова в масштабе 1:2 500 000.

Очередная инвентаризация земель СССР была проведена уже после Великой отечественной войны – в 1946 году, а наиболее детальный общий учет и качественная характеристика земельных ресурсов СССР были сделаны в 1959 г. Н. Н. Розовым. Послевоенный период характеризовался не только продолжением прерванных войной крупномасштабных исследований почв колхозов и совхозов, но и развитием агрохимических работ и составлением картограмм содержания основных элементов питания в почвах.

В 1948 г. в связи с созданием государственных поλεзащитных лесных полос (Постановление..., 1948) были организованы экспедиции Агролесопроекта. Эти исследования отличались большой детальностью и комплексностью и были проведены на площади более 350 тыс. га.

Наиболее высокого уровня развития почвенная картография достигла в 50-е годы, не последнюю роль в этом сыграло применение аэрофотометодов. В 1954 г. в масштабе 1:5 000 000 Н. Н. Розовым была составлена почвенная карта СССР. Отдельные листы этой почвенной карты были созданы почвенным институтом им. В.В. Докучаева в масштабе 1:1 000 000.

Проводящиеся в этот период исследования по бонитировке почв получили большое практическое применение (Гаврилюк, 1974, 1983).

На современном этапе развития задачами почвоведения являются регулярная инвентаризация земельных ресурсов СССР, их мониторинг, охрана почв от эрозии, вторичного засоления и заболачивания, адаптивно-ландшафтная организация сельскохозяйственных полей, исследования, направленные на поиск решений для повешения почвенного плодородия.

Историю проведения почвенных обследований для Ростовской области можно разделить на следующие этапы.

Почвенные обследования, проводившиеся в Российской Империи для территории нынешней Ростовской области связаны с изучением земель войска Донского (Богучарсков и др., 2012).

Почвенные обследования, проводившиеся в СССР до 1925 года, которые были связаны с развитием сельского хозяйства в новом государстве.

Новые почвенные обследования 1930-е годов связаны с коллективизацией (созданием совхозов и колхозов).

Дальнейшие почвенные обследования связаны с укрупнением колхозов и совхозов. В 1936 году была создана контора по землеустройству. По итогам этих исследований С.А. Захаровым была издана объемная 4-томная монография, описывающая почвы Ростовской области (Захаров, 1940), однако сохранилось всего несколько экземпляров, так как весь тираж погиб во время ВОВ. После войны С.А. Захаров (1946) подготовил и издал адаптированный (сокращенный) вариант этой монографии.

Следует отметить, что большая часть результатов почвенных обследований, проводившихся до середины 40-х годов, утрачена. Остались лишь обрывочные сведения о почвенных обследованиях в этот период.

В первые послевоенные годы возникло управление по землеустройству колхозов. Ещё одним импульсом в развитии почвенных обследований, стал Сталинский план преобразования природы в СССР, в частности, возведение лесополос в стране и в том числе в Ростовской области. В этот период создавались крупномасштабные карты хозяйств, но не была организована подготовка районных карт.

С 1953-1954 начался период освоения залежных земель, что требовало обширных почвенных обследований Минсельхозом были созданы такие организации, как Лесопроект и Агрохимическая служба (в 1964 году) Вплоть до 70-х годов (1973 года) происходило непрерывное накопление материалов почвенного обследования. К этому моменту были обследованы все хозяйства Ростовской области (некоторые – несколько раз), в том числе проводились

бонитировочные исследования (Апарин и др., 2002). В 1970 году Ф. Я. Гаврилюк написал и издал в Москве первый учебник «Бонитировка почв» (был переиздан еще 2 раза) (Гаврилюк, 1974).

В результате, за период с 1947 по 1987 годы были проведены крупномасштабные почвенные обследования для всей территории Ростовской области (всего их было около 950, а с подсобными хозяйствами их было более 2000). Для отдельных хозяйств было проведено 2–3 тура почвенных обследований.

Регулярные почвенные обследования были прекращены в 1991-1995 годах в связи с отсутствием финансирования. Почвенные обследования и работы по картографированию почвенного покрова велись лишь по коммерческим заказам отдельных фермеров или агрокомплексов. Ростовское отделение ЮжНИИГипрозема прекратило своё существование в 2003 году. Частично функции ГИПРОЗЕма взяла на себя Агрохимическая служба РФ (<http://www.donplodorodie.ru>; Голозубов, 2013, 2015, 2016)

В 2006 году организацией-преемником (которая, однако, больше не выполняла регулярных почвенных обследований) ООО «ЮЖГИПРОЗЕМ» был сформирован реестр всех наименований почв для Ростовской области «Перечень почв и почвенных комплексов Ростовской области». Анализ легенд крупномасштабных почвенных карт последних туров обследования позволил выделить 1196 уникальных чистых почвенных разновидностей и 1450 уникальных наименований почвенных комбинаций (сочетаний и комплексов). Все наименования почвенных выделов были приведены к классификации 1977 года.

Материалы крупномасштабных почвенных обследований выполнялись в 4-х экземплярах (Евдокимова, 1987; Кашанский, 1987) и направлялись:

- Руководству хозяйства
- В отделы землеустройства районов
- В управление сельского хозяйства области
- Один экземпляр обязательно оставляли в архиве Гипрозема.

В 1978–87 годах после проведения двух-трех туров крупномасштабных почвенных обследований сельскохозяйственных земель Ростовской области, ЮжНИИГипрозем выпустил почвенные карты административных районов Ростовской области. Карты составлялись путем генерализации материалов крупномасштабных почвенных обследований совхозов и колхозов. Они содержат границы хозяйств и точки почвенных разрезов с анализами, прилагаемыми в отчетах к почвенным картам. Районные карты составлялись в масштабе от 1:50 000 (Кагальницкий район) 1:100 000 (большая часть карт).

В 1988 году учеными кафедры почвоведения и агрохимии Ростовского государственного университета составлен список почв для территории региона (без учёта комплексов и сочетаний). Позднее В. С. Крыщенко был передан ЮжНИИГипрозему и список всех комплексов и сочетаний для территории Ростовской области. С учётом комплексов и сочетаний на территории Ростовской области выделяют порядка 4000 наименований почвенных выделов.

При проведении первых туров обследования в 30-40-е годы XX века пользовались элементарными планами землеустройства. В конце 40-х – начале 50-х годов уже начали пользоваться ортофотопланами, которые для ЮжНИИГипрозема производил Институт Геодезии и Картографии, располагавшийся в Новочеркасске, занимавшийся дешифрированием аэрофотоснимков. В 70-е годы, во времена активного продвижения аэрофотосъемки, без ортофотоплана местности в поля на почвенные обследования не ездили (Экономическая оценка..., 1991).

Почвенные карты никогда не выпускались в классической разграфке. Связано это с тем, что крупномасштабные топографические карты являлись секретными, а почвенные карты – нет. По этой причине проводилась процедура рассекречивания топографической основы для почвенной карты: убиралась координатная сетка, искажались границы различных объектов (Тикунов, 2004). Поэтому назвать крупномасштабные материалы почвенных обследований картами можно весьма условно, поскольку они отражают скорее

взаимное положение почвенных контуров на определенной территории, чем их точное географическое положение (Садовников, 1952; Рухович, 2011, 2013; Безуглова, 2013; Голозубов, 2013).

Рассекреченная топографическая основа для почвенной карты тиражируется в необходимом объеме путем ксерокопирования. Для удобства работы с топографической основой и облегчения её размножения, полученные материалы разделялись на листы форматов близких к современным А4 и А3 (иногда фрагменты были близки к форматам А2). В процессе копирования происходила дополнительная деформация объектов на топооснове. Почвенные выделы, границы почвенных контуров окрашивались водными красками, что также вносило ещё большие искажения. Все вышеперечисленные аспекты усложняют работу с архивными материалами почвенными обследований, их пространственную привязку и требует тщательного анализа. (Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения..., 2010; Крыщенко, 2010).

До 1984 года сотрудники Гипрозем для каждого хозяйства при проведении почвенного обследования составляли проекты землеустройства. В них отмечались: севообороты, направление этих севооборотов (кормовые или пропашные). Пояснительные записки к севооборотам содержали: список культур, обоснованность севооборота, технологию возделывания культур (в зависимости от природно-сельскохозяйственных зон и расположения хозяйства).

В 1984 году вышел приказ о создании вместо проектов внутрихозяйственного землеустройства систем земледелия. В них должно было указываться:

1. Система семян.
2. Система машин.
3. Система борьбы с вредителями.
4. Система повышения плодородия почв.
5. Система использования естественных кормовых угодий.

6. Технологии выращивания сельскохозяйственных культур.
7. Организация труда.
8. Экономическая эффективность систем земледелия.
9. Мероприятия по мелиорации малоплодородных земель и т.д.

Такая работа проводилась до 1986 год.

Структура ЮжНИИГИПРОЗема, курировавшая крупномасштабные почвенные обследования в 5 регионах: Ростовской, Волгоградской, Саратовской, Астраханской областях и в Республике Калмыкия, по сути, прекратила своё существование в конце 1990-х начале 2000-х годов. Дольше всего существовало отделение в Республике Калмыкия (до 2003 года). Отделение в Ростове-на-Дону было распущено в 2001 году (Цвылев, 2018).

Усилиями бывших сотрудников этих организаций архивы данных ЮжНИИГипрозема были частично сохранены. Среди них:

- Материалы почвенных обследований (почвенные карты, очерки, карты мелиорации).
- Материалы геоботанических обследований.
- Материалы внутрихозяйственного землеустройства.
- Системы землеустройства или системы земледелия.

Среднемасштабные почвенные карты территории Ростовской области

Для Ростовской области было выпущено 2 среднемасштабные почвенные карты:

1. Почвенная карта С.А. Захарова в масштабе 1:500 000 была создана в 1939 году. Восстановлена в 1964 году после уничтожения всего тиража в результате бомбардировок г. Ростова-на-Дону в годы ВОВ (Почвенная карта Ростовской области, 1939, 1964; Атлас почв Ростовской области, 2012, Технический отчет..., 1995).
2. Почвенная карта ЮжНИИГипрозема, составленная в масштабе 1:300 000 в 1986 на основе генерализации материалов почвенных обследований,

проведенных институтом в 60 -70-е годы XX века.

Сравнение характеристик почвенных карт приведено в таблице 1

Таблица 1. Сравнение среднемасштабных почвенных карт Ростовской области

Почвенная карта	С.А. Захаров	ЮжНИИГипрозем
Год выпуска	1939	1986
Масштаб	1:500 000	1:300 000
Число почвенных наименований	56	76
Число почвенных контуров	1225	2300

Также в 1977 году с использованием крупномасштабных почвенных карт и отчетов почвенных обследований Ростовской области, карты четвертичных отложений и геоморфологической карты Волго-Донских равнин была создана карта почвообразующих и подстилающих пород региона. Она была оцифрована сотрудниками кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета (Атлас почв Ростовской области, 2012).

1.2 Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственного назначения

До недавнего времени проектирование систем земледелия и составление схем внутрихозяйственного землеустройства выполнялись на основе данных по агропроизводственной группировке почв. Эти данные получены в результате обработки и анализа материалов крупномасштабных почвенных карт (Материалы...1965–1995). Существенными недостатками в подходе выделения агропроизводственных группировок, как правило, крайне низкая дифференцирование по структуре почвенного покрова, недостаточное отражение рельефа, литологических и гидрогеологических условий, слабый учет почвенно-ландшафтных связей.

В отличие от агропроизводственной группы, которая характеризует ряд обособленных участков почв, агроэкологическая группа земель представляет собой единую пространственную структуру, функционирование которой

происходит в единой цепи миграции вещества и энергии.

Задачами агроэкологической оценки почв являются:

- определить агрономически значимые свойства различающихся участков почв (в соответствии с агроэкологическими условиями произрастания сельскохозяйственных культур и необходимыми агротехнологиями)
- установить почвенно-ландшафтные связи между этими участками, ландшафтно-геохимические потоки и особенности энергомассопереноса, в пределах которых возможны антропогенные преобразования (Кирюшин, 2007).

Результаты агроэкологической оценки земельного участка напрямую влияют на его кадастровую стоимость и расчет возможной прибыли, которая может быть получена с этого участка (Сапожников, 2012). Также от агроэкологического состояния почв зависит и оценка ущерба от возможной или уже произошедшей деградации земель (Кирюшин, 2006).

Агроэкологическая оценка почв – это оценка их плодородия исходя из требований, предъявляемых растениями к условиям произрастания. То есть, это сопоставление биологических требований сельскохозяйственных растений, их средообразующего влияния и применяемых к ним агротехнологий с агроэкологическими параметрами элементарных ареалов агроландшафта. Таким образом определяется целесообразность возделывания той или иной культуры на конкретном земельном участке. Схожие по условиям возделывания конкретных сельскохозяйственных культур элементарные ареалы агроландшафта объединяются в агроэкологические типы земель. В их пределах формируются производственные участки для выращивания подходящих культурных растений (Державина и др., 2003). С расширением интенсификации производства необходимо увеличивать степень точности агроэкологической оценки почв для минимизации нерационального использования земель (Богатырев и др., 2017). При высокоинтенсивных агротехнологиях эта задача решается на основе математического моделирования земледелия с использованием ГИС-технологий,

автоматизированного проектирования систем земледелия, и реализуется на практике новейшими агротехнологическими и информационными средствами (в том числе, и с привлечением искусственного интеллекта) (Капралов и др., 2004). Это означает, что система агроэкологической оценки сельскохозяйственных растений и соответствующая ей система агроэкологической оценки земель должны иметь предельно конкретизированное достаточно формализованное представление (Кирюшин, 2005).

1.3 Защитные лесные полосы

«Защитные лесные насаждения – искусственно созданные посадкой или посевом насаждения для защиты с.-х. угодий, почв, водоёмов, дорог, населённых пунктов от неблагоприятных природных факторов. В категорию защитных лесных насаждений входят полезащитные лесные полосы, которые закладываются в совхозах, колхозах и др. хозяйствах по границам полей севооборотов (на больших полях и внутри них). Они уменьшают скорость и турбулентность ветров на прилегающих полях, улучшают микроклимат, распределение снега, влажность почвы, защищают почву от ветровой и водной эрозии, что повышает урожаи с.-х. культур. На пахотных склонах крутизной свыше 2° полезащитные полосы, уменьшая сток талых и ливневых вод и смыв почвы, играют важную водорегулирующую роль и называются водорегулирующими» (Большая советская энциклопедия, 1969–1978).

Лесную полосу обычно составляют деревья и кустарники, которые, характеризуясь определенными отношениями друг с другом и с окружающей средой, создают экологическую систему, аналогичную лесной.

Лесные полосы выполняют различную роль, которая определяется их назначением и расположением. В соответствии с этим выделяют несколько видов лесных полос. В контексте данной работы наиболее интересны полезащитные лесополосы. Их главное назначение – снижение скорости ветра на равнинных территориях степных пространств или на слабопологих склонах,

где водная эрозия отсутствует либо выражена слабо. В зимнее время они выполняют снегозадерживающее действие, что способствует накоплению влаги. Как следствие на полях, защищенных лесополосами, увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур (Тимерьянов и др., 2009; Адров и др., 2011; Давлятшин, Дмитриева, 2019). Эффективность лесополос зависит от их конструкции (высоты, ширины, ярусности и плотности), которая в свою очередь определяется подбором древесных и кустарниковых растений. Наиболее эффективны ажурные и продуваемые лесополосы, так как их продуваемость выше, и соответственно снижение скорости ветра выше (Павловский, 1988; Тимерьянов и др., 2009; Давлятшин, Дмитриева, 2019).

Кроме полезащитных лесных полос большую роль в перехвате стоковых вод и скрепления почвенного грунта корневыми системами растений играют приовражные и прибалочные защитные лесные насаждения. Их высаживают вдоль оврагов и балок на расстоянии 2–5 м от края и над их вершинами с целью предотвращения дальнейшего развития эрозионных процессов. Ширина приовражных и прибалочных лесных полос должна быть не менее 15 м (Новиков, 2005).

Водорегулирующие лесные полосы располагают в виде лент на склонах пахотных земель более 1° (Сельскохозяйственная энциклопедия, 1951). Их назначение – предотвращение размывов, поглощение основной массы поверхностного стока, равномерное распределение снега, защита от водной эрозии, суховеев и пыльных бурь.

Защитные лесные насаждения вдоль автомобильных и железных дорог, расположенные по обе стороны магистралей, предназначены для защиты от аэродинамических воздействий, снежных и песчаных заносов, предотвращения возникновения эрозионных процессов на прилегающих к дорожному полотну землях и выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций, а также для снижения уровня шума от транспортных средств и предотвращения загрязнения окружающей среды продуктами деятельности транспорта (ГОСТ 17.5.3.02-90).

Большое значение имеет возраст деревьев. Наиболее эффективно работает лесополоса, возраст древостоя которой лежит в диапазон 5–45 лет (Безуглова и др., 2015). Я.Н. Ишутин (2006) считает, что возраст 40–45 лет является критическим. Однако и эти придержки нельзя считать абсолютными, так как устойчивость деревьев к выпадению определяется их видовыми особенностями, климатическими характеристиками и почвенными условиями. В Ростовской области, как и в других субъектах Юга Российской Федерации, почти все полезащитные лесные насаждения подошли к своему критическому возрасту. Обусловлено это тем, что с распадом СССР лесоразведение на юге России было практически остановлено. Если «...в 1995 году полезащитных лесных полос на землях сельскохозяйственного назначения было высажено на площади 19,8 тыс. га, то в 2007 году этот показатель не превышал 0,3 тыс. га» (Войцеховский, 2008). Сейчас лесополосы активно вырубаются для получения древесины или для освобождения земли под застройку. В то же время, как установили ученые Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института, «за последние 15–20 лет погибло около 20–25% защитных лесных насаждений, 50–90% сохранившихся лесополос нуждаются в проведении комплекса лесохозяйственных мероприятий по оздоровлению, восстановлению и охране» (Кулик и др., 2017). Дефицит влажности, как следствие потепления, – одна из главных причин гибели деревьев в лесополосах степной и сухостепной зоны России, где они, по сути, являются интродуцентами (Безуглова и др., 2022). Так как защитное лесоразведение играет важную роль в обеспечении урожайности сельскохозяйственных культур, учет этой роли при проведении агроэкологической оценки должен повысить ее репрезентативность.

1.4 Базы данных почвенных ресурсов и опыт их использования в России

Развитие электронных баз данных почвенных ресурсов началось с момента инициирования работы над проектом «Почвенно-географическая

база данных России» в 2005 году (Голозубов, 2013). Активно развиваться проект начал с 2008 года. В основу функционирования почвенно-географической базы данных были положены принципы постоянной пополняемости, открытости и общедоступности почвенных данных. С 2012 года началось активное сотрудничество по проекту с Южным федеральным университетом. В том же году увидело свет издание «Атлас почв Ростовской области» (Атлас почв..., 2012). Благодаря проекту «База данных Южного федерального университета Soil Matrix» университет уже имел опыт работы в данном направлении (Крыщенко, 2010). В 2014 году был опубликован «Единый государственный реестр почвенных ресурсов России». Он включает описания почв, вошедшие на момент опубликования книги в Почвенно-географическую базу данных (ПГБД), цифровую модель описания почвенных данных, карты почвенно-экологического районирования и т.д. (Единый государственный реестр..., 2014).

В 2016 году на факультете почвоведения МГУ им. Ломоносова для координации работ по цифровой инвентаризации почвенной информации, внедрению в научный и учебный процессы информационных технологий сбора, обработки, обмена и интерпретации почвенной информации, а также алгоритмизации использования этих данных был создан почвенный дата-центр. Его задачей служит поддержка и развитие созданной в 2013 году информационно-аналитической системы ПГБД (ИС ПГБД РФ) (<https://soil-db.ru/>).

1.5 История развития цифровой почвенной картографии

Моментом обособления такого направления в почвоведении как цифровая почвенная картография считается публикация монографии Алекса МакБратни «О цифровой почвенной картографии» (McBratney и др., 2003) в ней описаны фундаментальные основы существования направления и описана формула (1):

$$Sa[x,y,\sim t] \text{ или } Sc[x,y,\sim t]=f(s[x,y,\sim t], c[x,y,\sim t], o[x,y,\sim t], r[x,y,\sim t], p[x,y,\sim t], a[x,y,\sim t], n) \quad (1)$$

где Sa – количественная почвенная характеристика, Sc – почвенная таксономическая единица, s – почва или некоторое почвенное свойство в моменте, c – климатические условия в конкретной точке, o – влияние живых организмов, включая деятельность человека, r – рельеф характеризуемой местности, p – почвообразующая порода, литологическое сложение, a – временной фактор, n – пространственное расположение, t – время (McBratney и др., 2003).

Это выражение было сформулировано благодаря усилиям многих поколений исследователей (Захарова, Jenny, Shaw, Malone), которые развивали сформулированное В.В. Докучаевым учение об основных факторах почвообразования (Флоринский, 2012).

В настоящее время, в развитии цифровой почвенной картографии (ЦПК) всё большую роль играет обработка и анализ первичных источников информации, к которым относятся старые материалы почвенных обследований и архивные растровые почвенные карты разного масштаба (Dobos и др., 2010; Маур, др., 2010; Рухович и др., 2011, 2013, 2016). Также к первичным источникам информации, используемым для нужд составления почвенных карт и различного рода картосхем относятся данные, полученные с космических спутников. Это цифровые модели рельефа (Advances in Digital Terrain Analysis, 2008; Florinsky, 2011; Ahmed M. и др. 2023) и космические снимки поверхности Земли (Alex McBratney, 2007, 2019; Malone, 2014, 2019; Juwon Kong и др., 2023; Савин, 2012, 2016; Кренке, 2012; Самсонова, Мешалкина, 2011; Королук, 2012; Куст и др., 2010, Васильева и др., 2018).

Также сегодня интенсивно разрабатываются подходы для использования результатов наземной съемки и беспилотных летательных аппаратов для создания крупномасштабных карт (Viscarra Rossel и др., 2010; Gooley и др., 2014; Arrouays, 2020, 2021; Cheng-Ju Lee и др., 2023). Много внимания уделяется также и способам структурирования и гармонизации

первичных почвенных (Dobos и др., 2010; Sulaeman и др., 2013; Белоусова, Мешалкина, 2012; Shamrikova и др., 2022) а также совместному использованию и объединению разномасштабных материалов почвенных обследований (Behrens и др., 2010)».

Появляется большое количество работ и по распределению факторов почвообразования по степени их участия в формировании пестроты и неоднородности почвенного покрова на конкретных территориях (Пузаченко и др., 2006; Козлов, 2009; Пузаченко, 2009; Boettinger, 2010; Dornik, 2022; Chen, 2022). Ученые изучают зависимость точности значений, получаемых для цифровых почвенных карт от масштаба исходных бумажных почвенных карт и иных материалов (Roecker, Thompson, 2010; Minasny, 2019). Также исследуются возможности картографического обоснования новых методик выбора точек заложения почвенных разрезов и пробоотбора (Minasny, McBratney, 2010; Pahlavan Rad и др., 2014). Сравнение этих методик между собой позволяет выявить их преимущества и недостатки, что позволяет выбрать наиболее подходящую для тех или иных условий методику (Brungard, Boettinger, 2010).

Тематическая почвенная картография также представляет большой интерес для исследователей. Картографируются такие почвенные показатели, как: содержание органического углерода (Carré и др., 2010; Zhao, Shi, 2010; Mendonça-Santos и др., 2010; Malone и др., 2017; Докучаев, 2017) содержание в почве подвижных и валовых форм различных тяжелых металлов (Ballabio, Comolli, 2010) и др. Составляются карты по показателям, характеризующим состояния экосистем в определенных климатических условиях (New и др., 2002; Malone и др., 2007, 2011). Также проводится агроэкологическое картирование земель (Козлов, Сорокина, 2012; Васенев, Васенева, 2012; Цифровая почвенная картография, 2012, 2017; Чинилин, 2019).

Внедрение цифровых технологий в процесс создания почвенных карт сопровождается существенным снижением стоимости работ и в то же время повышением скорости выполнения работ, что очень важно в условиях резкого

сокращения источников получения актуальной почвенно-географической информации (MacMillan и др., 2007).

1.6 Нормативно-правовая документация

Основы государственного регулирования обеспечения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения определены Земельным кодексом Российской Федерации (ЗК РФ от 25.10.2001 №136).

Этим кодексом постулируется, что «основными направлениями обслуживания сельского хозяйства являются проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований, плодородия земель сельскохозяйственного назначения, государственный учет показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий, включающий в себя сбор и обобщение результатов почвенного, агрохимического, фитосанитарного токсикологического обследования земель сельскохозяйственного назначения, а также проведение исследований в области обеспечения плодородия почв, в том числе по разработке показателей плодородия почв с учетом их сельскохозяйственного районирования, методик оценки состояния плодородия почв под землями сельскохозяйственного назначения».

ФЗ РФ «О государственном кадастре недвижимости» (2007) установлено интегрированное обеспечение государственного контроля за использованием и охраной почв и мероприятий по сохранению и повышению их плодородия. Этим законом определено проведение государственного кадастрового учета земельных участков, независимо от форм собственности на землю, осуществление их качественной и экономической оценки с присвоением каждому кадастрового номера, установление стоимости и обоснованной платы за землю. В соответствии с Земельным кадастром в Едином государственном реестре земель должны быть следующие сведения о земельных участках:

- 1) кадастровые номера;

- 2) местоположение (адрес);
- 3) площадь;
- 4) категория земель и разрешенное использование земельных участков;
- 5) описание границ земельных участков, их отдельных частей;
- 6) зарегистрированные в установленном порядке вещные права и ограничения (обременения);
- 7) экономические характеристики, в том числе размеры платы за землю;
- 8) качественные характеристики, в том числе показатели состояния плодородия земель для отдельных категорий земель;
- 9) наличие объектов недвижимого имущества, прочно связанных с земельными участками.

Кадастровый номер земельного участка состоит из номеров: кадастрового округа, кадастрового района, кадастрового квартала, земельного участка в кадастровом квартале. Порядок кадастрового деления территории Российской Федерации, а также порядок присвоения кадастровых номеров земельным участкам устанавливает Правительство Российской Федерации.

Важнейшими сведениями о земельных участках являются их категории и разрешенное использование, а также качественные характеристики, в том числе показатели состояния плодородия для отдельных категорий (Управление плодородием агроэкосистемы, 2014).

Земельным кодексом Российской Федерации (2001) установлен приоритет охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском и лесном хозяйстве, обеспечивающего охрану жизни и здоровья человека. Он предусматривает проведение мониторинга и создание государственного земельного кадастра для оценки земель (статьи 67 и 70 ЗК РФ).

Федеральный закон «О мелиорации земель» (1996) устанавливает правовые основы деятельности в области мелиорации земель

(гидромелиорация, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация, химическая мелиорация). Этим законом предусмотрено проведение мониторинга мелиорированных земель, по результатам которого выявляются происходящие изменения состояния мелиорированных земель и дается их оценка.

Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (2002) определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, в том числе почвенного покрова, регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду (в том числе на почву сельскохозяйственных угодий).

Законом предусмотрено проведение государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга) в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе плодородия земель сельскохозяйственного назначения и обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды.

Федеральным законом Российской Федерации «О землеустройстве» (2001), устанавливающим правовые основы проведения землеустройства в целях обеспечения рационального использования земель и их охраны, создания благоприятной окружающей среды и улучшения ландшафтов, предусмотрено выявление нарушенных земель, а также земель, подверженных водной и ветровой эрозии, селям, подтоплению, заболачиванию, вторичному засолению, иссушению, уплотнению, загрязнению отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражению и другим негативным воздействиям. Этим законом предусмотрено проведение мероприятий по восстановлению и консервации земель, рекультивации нарушенных земель, защите земель от эрозий, селей, подтопления,

заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражения и других негативных воздействий. Законом предусмотрены при внутрихозяйственном землеустройстве планирование и организация рационального использования земель и их охраны, разработка мероприятий по улучшению сельскохозяйственных угодий, освоению новых земель, восстановлению и консервации земель, рекультивации нарушенных земель, защите земель от эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражения и других негативных воздействий.

В ФЗ РФ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» обозначены основные направления обеспечения плодородия почв на землях сельскохозяйственного назначения, а именно (статья 11 ФЗ):

- разработка и реализация государственных программ Российской Федерации, содержащих мероприятия по воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также соответствующих государственных программ субъектов Российской Федерации;
- осуществление государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, в том числе государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- государственное нормирование плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- разработка планов проведения мероприятий по воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- разработка планов мероприятий по рекультивации земель сельскохозяйственного назначения, загрязненных радионуклидами, тяжелыми металлами и другими вредными веществами;

- финансирование мероприятий по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- контроль за качеством используемых в целях обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения агрохимикатов и пестицидов и контроль за безопасным обращением с ними;
- создание банков данных в области обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения;

Кадастровая оценка земель сельхозназначения в России до принятия утвержденных Приказом Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 № 445 «Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения», осуществлялась с использованием фактических данных по урожайности и затратам в соответствии с первой методикой, принятой в 2001 г. Необъективность такого подхода подчеркивалась специалистами, доказывающими, что он противоречит «Методическим рекомендациям по определению рыночной стоимости земельных участков», утвержденным распоряжением Минимущества России от 6 марта 2002 г. № 568-р. В соответствии с этим документом при оценке рыночной стоимости сельскохозяйственных угодий методом сравнения продаж и доходным методом следует учитывать плодородие земельного участка, определяемое качественными характеристиками почвенного слоя земельного участка (содержание питательных веществ, влагообеспеченность, аэрация, гранулометрический состав, структурный состав, кислотность и др.), рельефом, микроклиматом, а также влиянием экологических факторов.

Постановление правительства РФ от 18 сентября 2020 года №1482 содержит признаки неиспользования земельных участков из состава земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации. Из постановления следует, что наличие на 50 и более процентах земельного участка зарастания сорными растениями, древесно-кустарниковыми растениями, наличием дерна считается не использованием по целевому

назначению, а наличие на земельном участке самовольной постройки, химическое загрязнение земельного участка, его захламление, высеивание сельскохозяйственных культур на засоренных сорняками землях является использованием земельных участков с нарушением законодательства РФ.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Географическое положение

Площадь Ростовской области составляет 100800 квадратных километров (Ростовская область dic.academic.ru). Ростовская область расположена на юге Европейской части России в зоне Южнорусской провинции Восточно-Европейской (Русской) равнины, сливающейся в южной своей части с предкавказскими равнинными степями. Крайняя северная точка территории области находится на широте $50^{\circ} 14'$, южная – на широте $46^{\circ} 11'$, долгота крайней западной точки равна $36^{\circ} 50'$, крайней восточной – $41^{\circ} 50'$ от Гринвича.

2.2 Гидрография и рельеф

На большей своей части Ростовская область имеет довольно развитую речную систему (Водные ресурсы Ростовской области: www.ecodon.dspl.ru). На севере она охватывает бассейны нижнего течения рек Дон и Северский Донец с их притоками.

Из правых притоков Дона, расположенных в восточной части области, следует назвать Чир, который протекает здесь в своем верхнем и среднем течениях, а также Цимлу и Кумшак, в их нижнем течении.

В западной части Ростовской области, в нижнем течении Дона в его рукава Аксай, впадает река Тузлов, собирающая воды с южных склонов Донецкой возвышенности.

Из левых притоков Дона следует назвать Сал с его обширным бассейном рек (Б.-Гашун, Джурюк Сал, Б.-Куберле) и западный Маныч.

В Северский Донец справа впадает р. Глубокая. Далее Северский Донец принимает большой приток – Калитву с её многочисленными левыми притоками, из которых Березовая может соперничать с Калитвой, и, наконец, – реки Быструю и Нагольную.

Слева Сев. Донец принимает реки Лихую и Кундрючью, которые сбегает с Донецкой возвышенности. Непосредственно в Таганрогский залив впадают реки Миус, а также Мокрый и Средник Слончик.

В южной задонской части Ростовской области гидрология гораздо беднее – здесь встречаются степные реки, впадающие в Таганрогский залив, из крупных рек можно назвать Кагальник и левые притоки Маныча – Егорлык и Юлу.

Северная часть Ростовской области приходится на юго-восточный край Южнорусской плиты, её высоты – в среднем 100–150 м над уровнем моря. В пределах этой части находится междуречье Дона и левого притока Сев. Донца – Калитвы. На высоком правом берегу нижнего течения Сев. Донца возвышаются восточные оконечности Донецкого кряжа, который обуславливает даже появление небольшой вертикальной зональности климата, растительности и почв.

В юго-западной части Ростовской области Донецкий кряж переходит в Приазовскую наклонную равнину, которая постепенно спускается к берегам Таганрогского залива. А на юге граничит с Предкавказской равниной.

Юго-восточная часть Ростовской области занимает западный пологий скат Ергеней, гребень которых проходит восточнее за пределами области.

В целом следует констатировать, что северная часть Ростовской области представляет сильно расчленённую местность с широко и глубоко разработанными долинами основных водных артерий и их главных притоков с хорошо выраженными террасами, с высокими изрезанными правыми берегами, на которых нередки обнажения коренных пород и более пологими, левыми песчаными берегами, выравненными террасами (Гаврилюк, 1983). Таким образом, в северной части Ростовской области преобладает эрозионный рельеф. Расчленение поверхности слабее выражено в пределах бассейна р. Сал и на Приазовской наклонной равнине.

Совсем другой характер рельефа имеет южная часть области (южнее Дона и Маныча). Эта часть представляет собой невысокую широкую волнистую равнину, с небольшим количеством неглубоких балок и русел степных рек, у

которых нельзя выявить террас (Безуглова, Хырхырова, 2008).

Особо нужно сказать о пойме долины нижнего течения Дона, о так называемом «донском займище». «Донское займище» тянется в пределах области на протяжении 270 км, и достигает в поперечнике ширины 15–20 км. Как писал С.А.Захаров: «Пойма отличается по своему своеобразному аккумуляционному рельефу по совокупности остальных природных факторов: характеру почв, грунтов, растительности, микроклимата и грунтовых вод» (Захаров, 1940).

2.3 Почвообразующие породы

Почвообразующие породы, представленные в равнинных областях Ростовской области, следующие (Карта почвообразующих пород Ростовской области, 1977): красно-бурые структурные пылевато-иловатые (субаэральные) и зеленовато-бурые (субаквальные) глины, реже суглинки (опесчаненные); пестроцветные, часто щебенчатые отложения, преимущественно суглинистые, подстилаемые элювием плотных пород в сочетании с выходами коренных пород; желто-бурые с красноватым оттенком и красно-бурые пылевато-иловатые глины, реже суглинки; буровато-палевые и желто-бурые лессовидные глины и суглинки и зеленовато-серые оглеенные пылевато-иловатые глины; буровато-палевые лессовидные глины и суглинки; преимущественно желто-бурые с примесью местного материала, часто с примесью крупного песка тонкослоистые, пылевато-иловатые, иловато-пылеватые от среднесуглинистых до легкоглинистых; желто-бурые песчанистые суглинки, супеси, пески (на Дону такие песчаные ландшафты в виде дюн и бугров известны под термином "кучугуры").

В районе отрогов Донецкого кряжа (в частности, Куйбышевский и Матвеево-Курганский районы) почвообразующие породы представлены комплексом эолово-делювиальных отложений, представленных лессовидными суглинками и глинами.

Возраст почвообразующих пород на территории района: неогеновые

(миоцен, плиоцен), карбоновые, палеогеновые и четвертичные породы (Карта почвообразующих пород Ростовской области, 1977).

Коренные горные породы скрыты под толщей наносов – отчасти, красно-бурых или желто-бурых глин, но преимущественно – лёссовидных суглинков и глин, именно они и являются главными почвообразующими породами Ростовской области (Безуглова, Хырхырова, 2008).

В пределах Донецкого кряжа на дневную поверхность выходят породы каменноугольного возраста – известняки, сланцы, меловые отложения, на них непосредственно и формируются своеобразные скелетные почвы.

В долинах среднего и нижнего течения Дона и Сев. Донца расположены песчаные массивы, которые местами занимают большие площади (Захаров, 1940; Безуглова, Хырхырова, 2008).

2.4 Климат

«Близость Азовского и Черного морей на западе и высокие хребты Кавказа на юге определяют своеобразие климата Западного Предкавказья. Мягкая, малоснежная, с частыми оттепелями зима, умеренно жаркое лето, значительная продолжительность безморозного периода, высокая сумма положительных температур» – так характеризуют основные черты климата региона О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова (2008, с. 27). В то же время наличие «холодных потоков воздуха с Восточно-Европейской равнины предопределяет большую континентальность климата северной части Азово-Кубанской равнины: здесь более холодная зима, меньшая продолжительность вегетационного периода, меньшая сумма активных температур. С астраханско-каспийских степей заходят сухие воздушные массы, что обуславливает невысокое годовое количество осадков – 400–500 мм. По мере движения на юг количество осадков увеличивается и в районе Краснодара достигает 600 мм, ГТК возрастает от 0,6–0,8 до 0,9–1,3» (Безуглова, Хырхырова,

2008, с. 27).

Климат Ростовской области находится в зависимости от влияния, с одной стороны, восточных континентальных потоков более сухого и холодного воздуха, а с другой – западных более влажных и теплых ветров. Климат области можно в общем охарактеризовать как континентальный довольно сухой, но он меняется с запада на восток по количеству осадков, а с юга на север по количеству тепла. С востока на запад и на юго-запад можно выделить (проф. Вязовский, цит. по: Захаров, 1940) в пределах области следующие зоны: 1) восточная-засушливая, 2) северо-восточная – полузасушливая, 3) северо-западная – недостаточного увлажнения, 4) западная – недостаточного увлажнения.

2.5 Растительность

По характеру своей растительности Ростовская область принадлежит к Причерноморской провинции Среднеевропейской флористической области, для которой основным типом растительности является степь (проф. Новопокровский, цит по: Захаров, 1940). В пределах области степную зону можно разбить на 2 подзоны: 1) восточная более засушливая, типчаково-ковыльная степь, которая в более засушливой части переходит в полынно-типчаковую степь и 2) западная менее засушливая разнотравно-злаковая степь; южная часть её отделяется в особую более аридную степь.

В займище Дона развита луговая и болотная растительность.

В соответствии с перечисленными выше природными факторами формируются почвы и совершается их распределение по территории Ростовской области.

2.6 Почвенный покров

На территории области совершается контакт и известная интерференция системы почвенных зон Русской равнины с системой почв Кавказской провинции; между ними вклинивается, если не очень широкая, то весьма резко

очерченная полоса луговых и аллювиально-луговых почв, связанных своим происхождением с рекой Дон и его ежегодными разливами (Безуглова, Хырхырова, 2008). Почвенный покров Нижнего Дона и Предкавказья представлен степными, сухостепными и пустынно-степными почвами равнин с разнообразными комплексами в восточной части. Широко распространены и луговые, лугово-черноземные, лугово-каштановые почвы, не утратившие полностью связи с грунтовыми водами.

В пределах области господствующими и весьма своеобразными являются почвы чернозёмного типа (Строганова, 2011); в восточных, более сухих районах они уступают место почвам каштанового типа, которые обычно залегают в комплексе с солонцами (Кауричев и др., 1992). Широкие долины Дона и Сев. Донца характеризуются своими луговыми, плавнево-луговыми и аллювиальными почвами, которые бывают местами солончаковатыми и солонцеватыми (Структура почвенного покрова..., 2007).

В зависимости от разнообразного сочетания факторов почвообразования (климата, растительности, материнских пород, рельефа и т.д.) на территории области было выявлено свыше сотни почвенных разностей.

Черноземы занимают значительную площадь западной части области, а каштановые почвы, в комплексе с солонцами и черноземовидными почвами западин, залегают на востоке в бассейне верхнего и среднего течения реки Сала, на левобережье Чира, на правом берегу Цимлы.

Севернее Дона основной фон составляют южные черноземы, которые лишь местами на севере и на западе уступают место обыкновенным черноземам. Южнее Дона, а также на Приазовской равнине развиты черноземы обыкновенные карбонатные (известные также как черноземы предкавказские и североприазовские). Это мощные, более или менее карбонатные тяжелосуглинистые и легкосуглинистые почвы, получившие в классификации почв России (2004) наименование черноземы миграционно-сегрегационные.

Почвы Ростовской области, особенно черноземы, представляют

большое природное богатство; они обеспечивают высокие урожаи зерновых и других сельскохозяйственных культур.

Как указывал в свое время еще С.А. Захаров (1940): «Знание природных факторов урожайности растений, какими являются в первую очередь почва и климат, при надлежащей агротехнике и при учете опыта передовиков сельского хозяйства поможет ещё больше увеличить урожаи нашей области и сделать их более устойчивыми».

2.7 Сельскохозяйственное и геоморфологическое районирование Ростовской области

В Ростовской области выделяют шесть основных природно-сельскохозяйственных зон (Правительство Ростовской области <https://www.donland.ru/>) (рис.1).

1. Северо-Западная – скотоводческо-свиноводческая с развитым зернопроизводством объединяет 9 районов: Верхнедонской, Шолоховский, Боковский, Чертковский, Миллеровский, Кашарский, Тарасовский, Каменский, Красносулинский.

2. Северо-Восточная – скотоводческо-зерновая с развитым свиноводством и птицеводством. В нее входят 9 районов: Морозовский, Милютинский, Обливский, Тацинский, Константиновский, Белокалитвинский, Цимлянский, Советский, Усть-Донецкий.



Рис.1. Природно-сельскохозяйственное районирование Ростовской области

3. Центральная орошаемая – скотоводческо-овощеводческая с развитым виноградарством и рисосеянием. Включает 6 районов: Волгодонской, Мартыновский, Пролетарский, Семикаракорский, Багаевский, Веселовский.

4. Приазовская – скотоводческо-зерновая с развитым пригородным хозяйством. Объединяет 8 районов: Матвеево-Курганский, Куйбышевский, Мясниковский, Октябрьский, Азовский, Аксайский, Родионово – Несветайский, Неклиновский.

5. Южная – зерно-скотоводческая с развитым свиноводством. В ней насчитывается 6 районов: Кагальницкий, Зерноградский, Егорлыкский, Целинский, Сальский, Песчанокопский.

6. Восточная – овцеводческо-зерновая с развитым мясным скотоводством. В нее входят 5 районов: Орловский, Зимовниковский, Ремонтненский, Дубовский, Заветинский.

Согласно геоморфологическому районированию (Крыщенко, 2008), Ростовская область разделена на 11 почвенно-географических районов, внутри

каждого из которых выделяется от 1 до 4-х подрайонов (рис. 2).

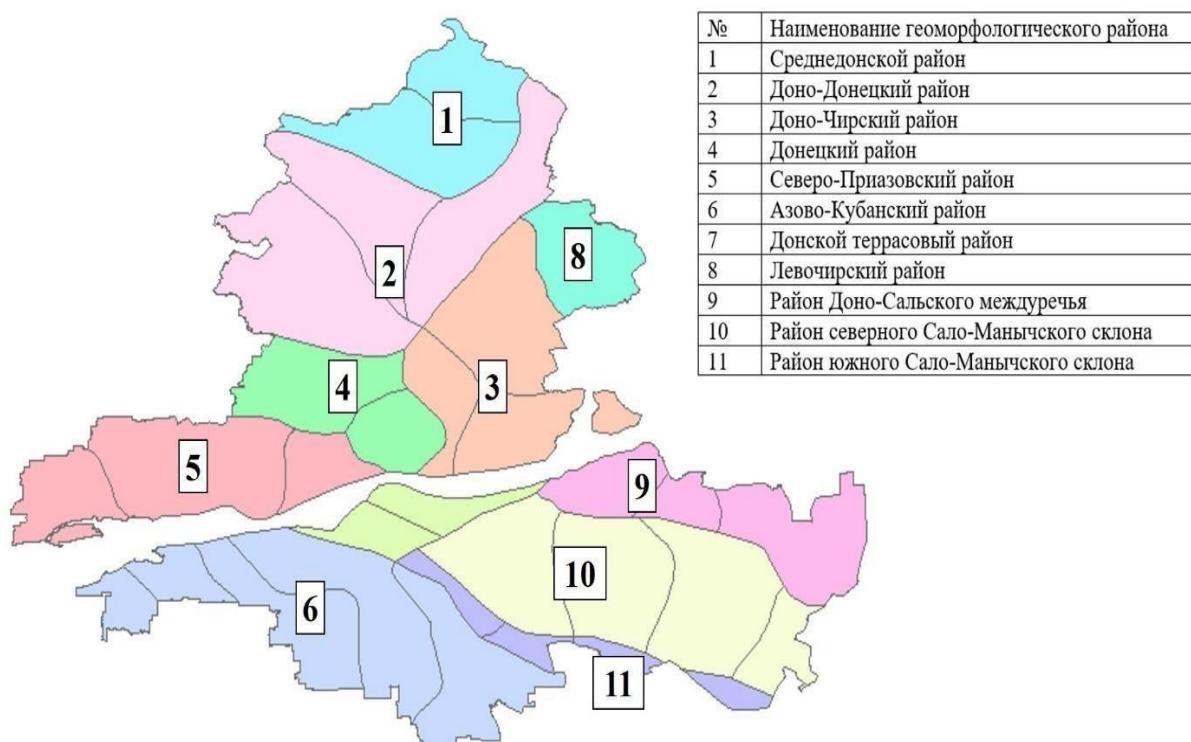


Рис. 2. Геоморфологическое районирование Ростовской области по
В.С.Крыщенко

В основу их выделения положена специфика сочетаний и комбинаций почв по высоте (Крыщенко и др., 2012): «Почвенно-географические районы выделялись как ареалы распространения типов почвенно-географических сочетаний. Под типом почвенно-топографических сочетаний понимается полная для данной территории совокупность сменяющихся с высотой зональных и интразональных типов почв. Почвенно-географические подрайоны характеризуются тем же высотным сочетанием подтипов почв, что и в районе (или с замещением одного из типов (подтипов)), но отличаются друг от друга абсолютными высотами залегания и комбинацией почв».

2.8 Материалы почвенного обследования

За период проведения массовых почвенных обследований для территории Ростовской области было собрано большое количество крупномасштабных почвенных карт и отчетов почвенных обследований. Эти данные, вместе с архивными почвенными и другими (геоботаническими, топографическими и т.д.) картами, а также архивными данными

агрохимических обследований представляют собой архивную почвенную и сопутствующую ей информацию или данные так называемого «почвенного наследия» (Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям, 1973; Методические указания, 2003). Это данные, которые требуют корректировки, поскольку по прошествии 15 лет для почвенных и 5 лет для агрохимических данных материалы теряют свою актуальность и требуют дополнительных обследований с целью зафиксировать изменения за это время. Стоит отметить, что почвенные карты собственно «картами» не являются, поскольку на них (в большинстве случаев) отсутствует координатная сетка и имеются искажения объектов. Связано это с тем, что почвенные карты не засекречивались, и соответственно, не могли быть выпущены на неизменной топооснове крупного масштаба (1:10000 – 1:25000), которая являлась секретной. Таким образом, из топографических основ будущих почвенных карт убирались некоторые элементы, намеренно искажались границы (т.е. карта проходила процедуру рассекречивания). Почвенные карты после этого по сути, становились схемами, отражающими взаимное расположение почвенных контуров и иных объектов в пространстве. В виду большого размера готовых почвенных карт, для удобства их использования и тиражирования (путем ксерокопирования) их делили на листы, приближенные к стандартным форматам А3 и А4 (изредка А2). В процессе копирования происходила дополнительная деформация размеров и пропорций элементов почвенной карты. Искажались также границы почвенных выделов, в результате окрашивания их водными красками. Все это усложняет пространственную привязку и работу с архивными материалами почвенных обследований и требует анализа их состояния. (Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения..., 2010; Крыщенко, 2010).

Актуальная почвенная информация представлена данными почвенных и агрохимических обследований недавнего времени. Эти данные используются для оценки состояния земель сельскохозяйственного назначения и принятия управленческих решений в области рационального природопользования.

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Методы оцифровки материалов почвенных обследований с применением геоинформационных технологий

3.1.1. Методика векторизации архивных почвенных карт

Для приведения данных из сканированных почвенных карт и отчетов почвенных обследований в удобный для машинной обработки векторный вид была использована разработанная на базе факультета почвоведения МГУ и кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ методика (Голозубов и др., 2020). Её особенностью является возможность учитывать максимально возможное количество показателей из оригинала почвенной карты, вплоть до комплексности почвенного покрова, которая в числе других атрибутивных показателей напрямую связана с почвенным контуром, имеющим пространственную привязку (Голозубов, 2013). Атрибутивная информация, вносится структурированно благодаря наличию списков-классификаторов, составленных на основе наименований почвенных выделов из очерков и легенд почвенных карт. При отсутствии отдельных показателей для контура ставится значение «не определено». Это позволит скорректировать наименование почвы при проведении дополнительных почвенных обследований. Достаточно сложным аспектом работы с бумажными картами является отображение на них сочетаний и комплексов (Садовников, 1952). При работе с почвенными комбинациями (комплексами и сочетаниями) каждая из почв, составляющая его, представляется в виде отдельного слоя, имеющего разное атрибутивное наполнение с указанием процентного участия каждой почвы в комбинации, но идентичную геометрию и пространственную привязку. Таким образом, комплекс представляет собой набор слоев, наложенных друг на друга (Голозубов, 2013). Данный подход может быть реализован только в электронном виде и отображаться за счет регулирования прозрачности слоев.

В процессе подготовки атрибутивной таблицы цифровой почвенной карты была выполнена классификационная корреляция всех наименований

почвенных выделов. Все наименования приведены к классификации почв СССР 1977 г. (Классификация почв СССР, 1977). Именно она чаще всего применяется при решении практических задач. С 1990-х годов в России не проводятся массовые почвенные обследования. На сегодняшний день, архивная почвенная информация, полученная системой ГИПРОЗЕМов СССР, является незаменимым материалом для подробного описания почвенного покрова. Необходимость корреляции наименований почвенных выделов связана в первую очередь с историческими аспектами проблемы номенклатуры и классификации почв региона (Литвинов, 2018).

3.1.2 Методика векторизации почвенных разрезов из отчетов почвенных обследований

Внесение атрибутивной информации к разрезам, содержащейся в отчетах почвенных обследований, осуществляется с помощью единой формы ввода почвенной информации SOIL_ML_MultyL (рабочее название – V8), разработанной в рамках проекта «Почвенно-географическая база данных России» (ПГБД РФ) на базе факультета почвоведения Московского государственного университета (рис. 3). Программный комплекс работает исключительно с пространственной информацией. Оцифровка почвенных разрезов осуществляется путем расстановки точек в местах, отмеченных как почвенные разрезы, на геореференсированной карте (рис. 4). Данные здесь вносятся по тематическим разделам. Для удобства внесения часть информации (например, та, которая имеет небольшое количество возможных вариантов для внесения) представлена выпадающими списками. Особенностью здесь является то, что данные вносятся отдельно для каждого горизонта в виде отдельного xml-файла (рис. 5). Информация, характеризующая разрез в целом (координаты, номер разреза, название почвы), при этом дублируется. Таким образом, получается набор точек с одинаковыми координатами, но разным атрибутивным наполнением.

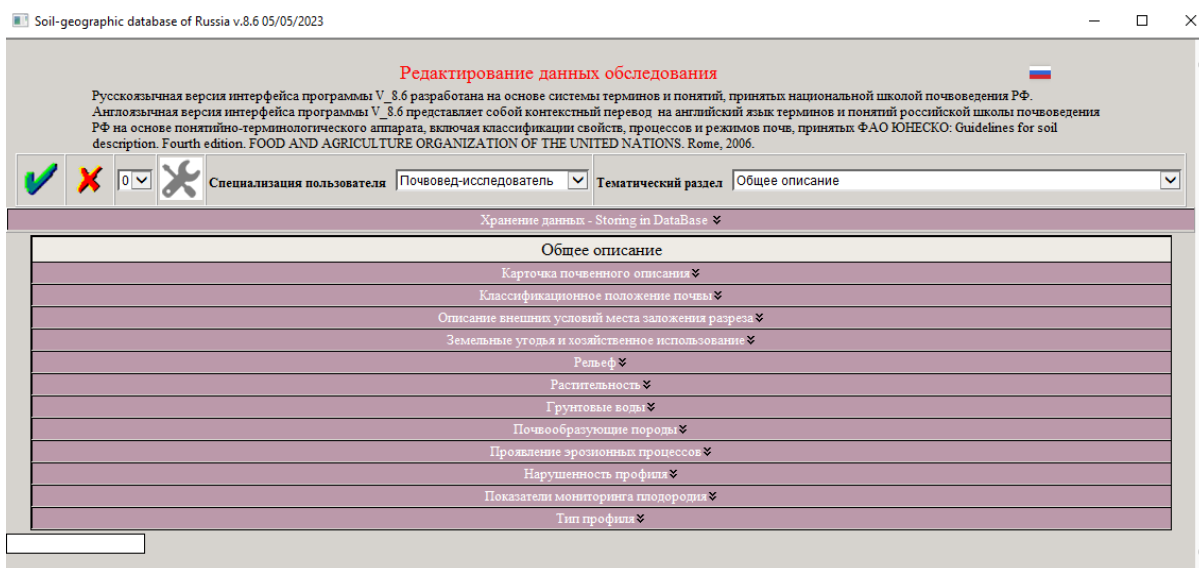


Рис. 3. Интерфейс единой формы ввода почвенно-географической информации



Рис. 4. Точки почвенных разрезов, отмеченные на карте

компьютер > Локальный диск (H:) > WORK_2023 > WORK_04_06 > V8_6 > export

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
53_A2	10.05.2023 22:39	Документ XML	21 КБ
53_AB	10.05.2023 22:39	Документ XML	21 КБ
53_Aп	10.05.2023 22:39	Документ XML	21 КБ
53_B1	10.05.2023 22:39	Документ XML	21 КБ
53_B2	03.05.2023 16:17	Документ XML	20 КБ
53_C	03.05.2023 16:17	Документ XML	20 КБ
53_шаблон	10.05.2023 22:39	Документ XML	21 КБ

Рис. 5. Набор сохраненных xml-файлов для почвенного профиля по горизонтам

3.2. Методика выделения элементарных почвенно-земельных участков

Для оценки плодородия почв был использован метод выделения элементарных почвенно-земельных (природно-земельных) участков. Они создаются путем пересечения кадастровых участков с почвенной картой. Таким образом, образуются участки, однородные по сельскохозяйственному использованию и почвенному покрову (рис.6).

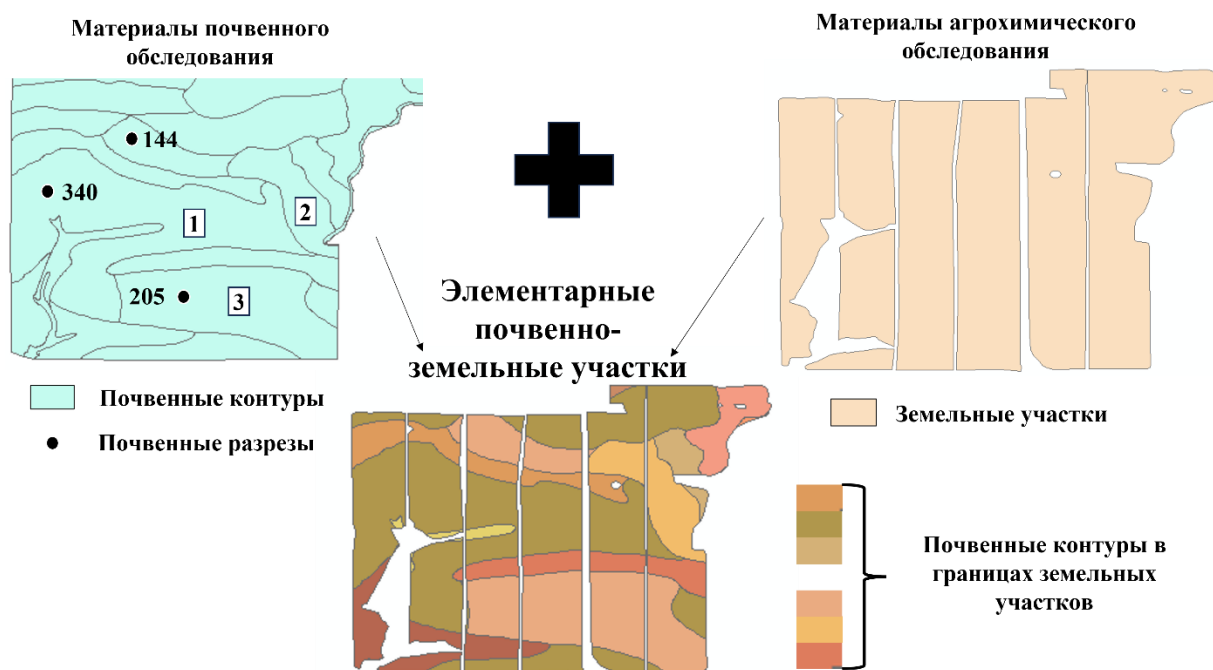


Рис. 6. Методика выделения элементарных почвенно-земельных участков.

3.3 Метод гармонизации разнородных данных почвенных обследований

Гармонизацию, то есть приведение чего-либо в состояние взаимного соответствия, проводят в целях устранения несовместимости отдельных почвенных свойств, процессов и наименований. Только после гармонизации можно вести речь о создании «бесшовного» покрытия территории региона крупномасштабными почвенными картами (Муратов, 2010; Harmonized..., 2008).

В нашем случае гармонизация представляет собой приведение наименований почв и их отдельных таксонов к единому стандарту. Имея стандарт ввода и хранения почвенной информации, можно разрабатывать алгоритмы приведения названий почв к этому стандарту. Стандартизированные данные можно использовать для расчета какого-либо показателя или группы показателей (например, вычисление коэффициентов для расчета нормативной урожайности, внесение информации в паспорт плодородия земельного участка и т.д.).

3.4 Методика расчета нормативной урожайности

До принятия «Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения» (утвержденных Приказом Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 № 445), кадастровая оценка земель сельхозназначения в России осуществлялась в соответствии с первой методикой, принятой в 2001 г. и основанной на использовании фактических данных по урожайности и затратам (Сапожников, 2012). Однако специалисты указывали на необъективность такого подхода, подчеркивая, что он противоречит «Методическим рекомендациям по определению рыночной стоимости земельных участков», утвержденным распоряжением Минимущества России от 6 марта 2002 г. № 568-р (Алябина и др., 2017). В соответствии с этим документом при оценке рыночной стоимости сельскохозяйственных угодий методом сравнения продаж и доходным методом следует учитывать плодородие земельного участка, определяемое качественными характеристиками почвенного слоя земельного участка (содержание питательных веществ, влагообеспеченность, аэрация, механический состав, структурный состав, кислотность и др.), рельефом, микроклиматом, а также влиянием экологических факторов.

В основе «Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения», действующих в настоящее время, лежит определение в разрезе почвенных разновидностей нормативной

урожайности каждой сельскохозяйственной культуры из состава перечня культур. Величину нормативной урожайности сельскохозяйственных культур получают путем применения коэффициентов перевода к значению нормативной урожайности зерновых культур, рассчитываемой по формуле (Алябина и др., 2017):

$$У_{\text{н}} = 33,2 \times 1,4 \times А_{\text{п}}/10 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4, \quad (2)$$

где:

$У_{\text{н}}$ – нормативная урожайность зерновых культур, ц/га;

$А_{\text{п}}$ – величина агроклиматического потенциала по агроклиматической подзоне для зерновых культур;

10,0 – базовое значение величины $А_{\text{п}}$;

33,2 – нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на эталонной почве, соответствующая нормам зональных технологий при базовом значении $А_{\text{п}}$ (10,0);

1,4 – коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания культур;

$K1... K4$ – поправочные коэффициенты:

$K1$ – на содержание гумуса в пахотном слое;

$K2$ – на мощность гумусового горизонта;

$K3$ – на содержание физической глины в пахотном слое;

$K4.1... K4.n$ – на негативные свойства почв.

3.4 Методика оцифровки лесных полос с применением геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования

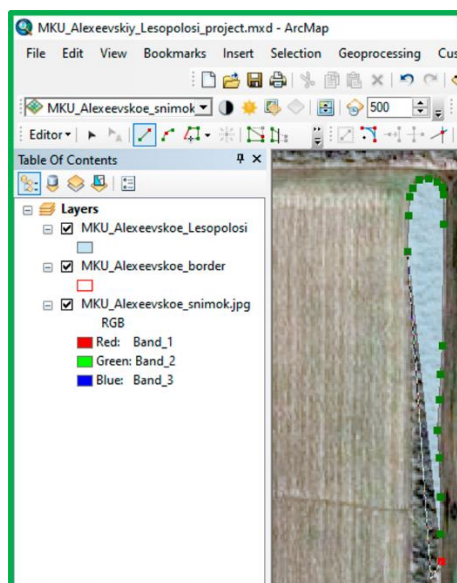
Оцифровка лесных полос осуществляется с помощью актуальных многоканальных спутниковых снимков Landsat 8/9, доступных на сайте геологической службы США (USGS) с пространственным разрешением 30 м/пиксель. На их основе рассчитывается нормализованный индекс растительности (NDVI). Расчет индекса NDVI представляет собой отношение суммы и разности значений отражения в инфракрасной и красной областях

спектра. Связано это с тем, что максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений приходится на красную область спектра (0.6–0.7 мкм), а максимум отражения клеточных структур зеленого листа лежит в инфракрасной области спектра (0.7–1.0 мкм). Таким образом, чем выше фотосинтетическая активность, тем меньше отражение в красной и больше – в инфракрасной области спектра. Отношение этих показателей позволяет однозначно выделять растительные объекты среди других природных объектов. В зависимости от значений индекса полученные результаты можно интерпретировать согласно рисунку 7. Для оцифровки лесных полос выбираются значения индекса, которые соответствуют древесной и кустарниковой растительности.



Рис. 7. Интерпретация значений индекса NDVI

Ручная векторизация лесных полос осуществляется в рамках заданных границ с использованием космического снимка в высоком разрешении (4-6 м/пиксель). Векторизация осуществляется по кронам деревьев с избеганием, где это возможно, угловатых границ контура. На узкая грань лесополосы закругляется с использованием 6-8 вершин. Процесс векторизации представлен на рисунке 8а. В случае, если лесополоса не сплошная и разделяется просеками, производится оцифровка отдельных фрагментов лесополосы (рисунок 8б).



а



б

Рис. 8. Ручная векторизация лесных полос Алексеевского сельского поселения Матвеево-Курганского района Ростовской области

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

4.1 Оцифровка архивной крупномасштабной почвенной информации

4.1.1 Инвентаризация архивных данных почвенных обследований и крупномасштабного картографирования Ростовской области

Инвентаризация – это первый и неотъемлемый этап подготовки данных к их машинной обработке (рисунок 9). Результатом проведения инвентаризации является список исходных данных, которые будут подвергаться оцифровке.

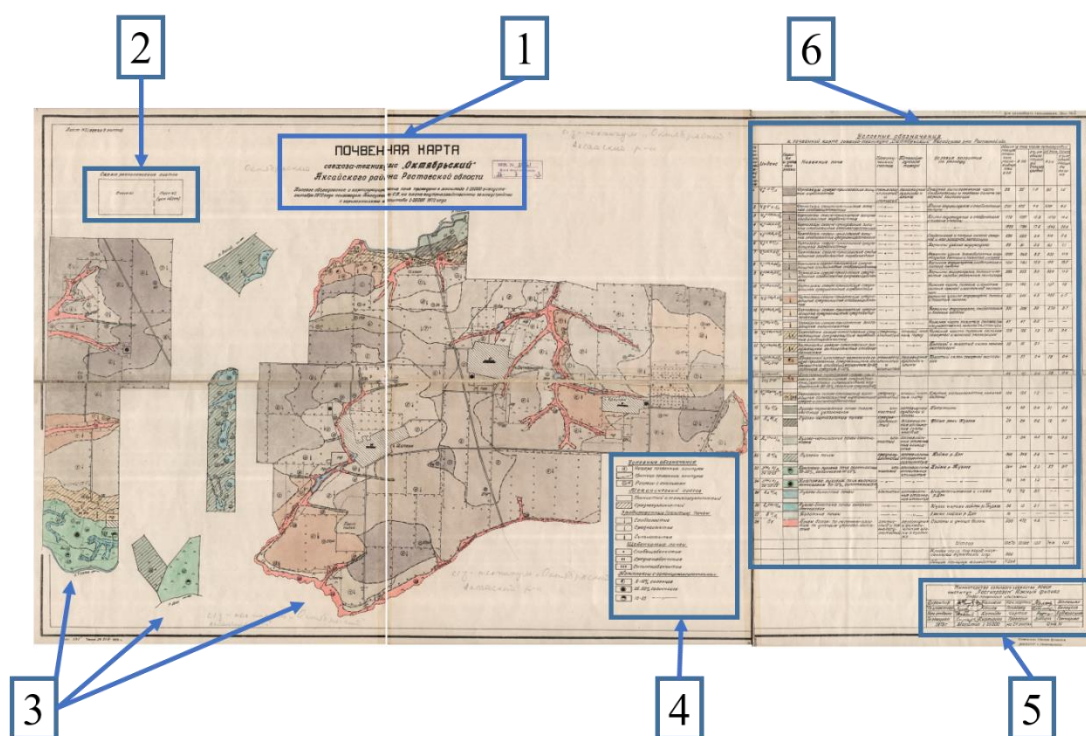


Рис. 9. Краткое описание почвенных карт

1. Название хозяйства, административный район, субъект РФ, информация о дате и масштабе проведения полевого почвенного обследования и картографирования (иногда, дате составления и типе топографической основы)
2. Схема расположения листов почвенной карты
3. Фрагменты картографического изображения
4. Информация об организации, на базе которой проведено почвенное обследование, а также год и масштаб составления почвенной карты, фамилии исполнителей, и тираж
4. Легенда почвенной карты
5. Условные обозначения карты

Инвентаризационный список составляется на основе информации, указанной непосредственно на почвенной карте, очерке почвенного обследования и сопутствующих материалах (при их наличии). Включенная в список информация позволяет получить представление о качестве первичных данных, наличии или отсутствии данных для региона интереса. Количество пунктов в списке зависит от качества, комплектации и региональных особенностей картографирования. В список может вноситься следующая информация (пример):

1. Административный район.
2. Наименование хозяйства.
3. Количество отделений хозяйства.
4. Количество сканированных листов карты.
5. Наименование картографического материала.
6. Год почвенного обследования или год корректировки почвенной карты.
7. Масштаб почвенной карты.
8. Тип и масштаб топографической основы.
9. Количество почвенных выделов.
10. Площадь хозяйства или административного района.
11. Наличие и комплектация почвенного очерка.
12. Год составления почвенного очерка.
13.

Первичные данные хранятся в архиве в неизменном виде. Они не подлежат ни изменению, ни корректировке. Для использования в рабочем процессе материалы копируются и только после этого проводится их обработка.

Картографическая информация представлена крупномасштабными почвенными картами хозяйств бывшего СССР, относящимися к разным турам региональных почвенных обследований. Зачастую, это данные последних туров почвенных обследований (80-е – начало 90-х гг.), которые требуют

корректировки (данные крупномасштабных почвенных обследований актуальны 15 лет (Общесоюзная инструкция...1973)). Некоторые карты могут относиться к более ранним турам почвенных обследований (60-е – 70-е годы), поскольку часть материалов была утеряна в связи с реорганизацией и последующей ликвидацией структуры Гипроземов. Качество сканированных материалов зависит как от способа сканирования, так и от состояния бумажной почвенной карты. Качество бумажных носителей, в свою очередь, зависит от возраста карты, условий её хранения и использования. От качества сканированных карт зависит способ обработки и оцифровки материалов. Высокое качество сканированных изображений позволяет использовать полуавтоматическую векторизацию, в то время как низкое качество изображений позволяет использовать только ручную векторизацию. Автоматическая векторизация не применяется при оцифровке почвенных карт в виду нецелесообразности.

Сканирование бумажных почвенных карт выполнялось на базе Минсельхоза России (в т.ч. и на региональном уровне), центров и станций государственной агрохимической службы, различных НИИ и учебных заведений. Результатом сканирования являются растровые изображения разных форматов (tif, jpg, bmp, png и др.).

В зависимости от степени сохранности исходных материалов и качества сканирования почвенных карт выбирается стратегия векторизации почвенной карты. Однако в большинстве случаев из-за большого количества деформаций (рисунок 10), существенно снижающих качество сканированного изображения, почвенные карты векторизируются вручную.

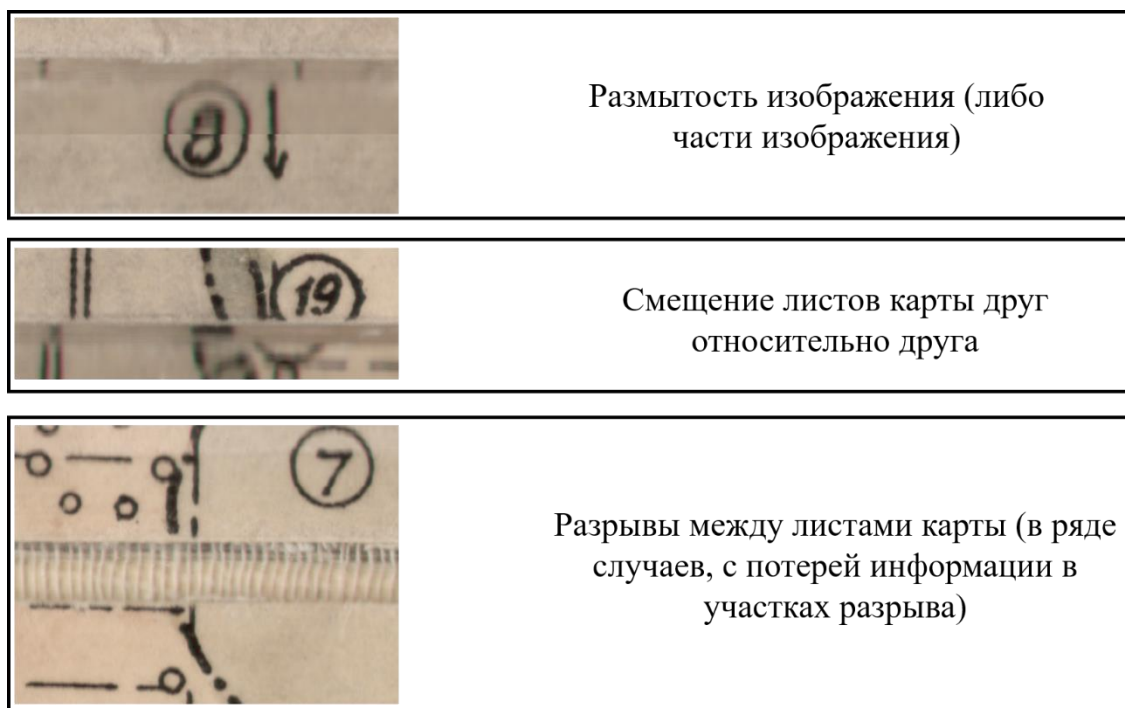


Рис. 10. Деформации, характерные для сканированных крупномасштабных почвенных карт.

4.1.2. Формирование унифицированного списка- классификатора почв Ростовской области

Характеристики свойств почв, привлекаемые для расчета нормативной урожайности зерновых культур и оценки текущего состояния плодородия сельскохозяйственных угодий, должны быть представлены в соответствии с разработанными структурированными справочниками почвенных показателей. Алгоритм описания включает выбор показателя, методов определения (с учетом пробоподготовки) и единиц измерения. Атрибутивная информация включает следующие показатели (таблица 2):

Таблица 2 – Показатели атрибутивной информации

№	Атрибутивные данные
1	Код почвенного выдела
2	Шифр почв
3	Шифр хозяйства
4	Масштаб карты
5	Код административного района
6	Год почвенного обследования
7	Год топографического обследования
8	Наименование хозяйства
9	Наименование почвенного выдела
10	Геоморфологический район
11	Тип почв
12	Подтип почв
13	Род почв
14	Характер увлажнения
15	Степень выраженности оглеения
16	Наличие признаков оглеения
17	Мощность подзолистого горизонта
18	Мощность гумусового горизонта
19	Содержание гумуса
20	Мощность органогенного горизонта в торфяной залежи
21	Степень разложения торфа в верхней толще
22	Гранулометрический состав
23	Почвообразующие породы
24	Смена пород/Подстилаящая порода
25	Глубина смены пород
26	Степень каменистости
27	Хозяйственное использование
28	Степень эродированности почв
29	Мощность намытой толщи
30	Комплексность

В процессе формирования универсального списка классификатора почв, проведена корреляция между наименованиями всех таксонов, представленных в почвенных картах и отчетах почвенных обследований и наименований, представленных в классификации почв СССР 1977 г. В случае отсутствия корреляции между классификацией 1977 года и наименованиями, представленными в легендах карт и отчетах почвенных обследований,

указывались наименования почв, представленные в легендах почвенных карт и отчетах к ним (т.е. региональные (местные) наименования). Наименования по гранулометрическому составу (разновидность) представлены по классификации Качинского. Названия почвообразующих и подстилающих пород (разряд) представлены в соответствии с картой почвообразующих пород Ростовской области под редакцией Клименко 1977 г. (1:500000), списком почв Ростовской области 1988 г. (НИИ ЮЖГИПРОЗем) (Карта почвообразующих пород..., 1977; Список почв..., 1988), а также содержат авторские наименования почвообразующих пород. Для задач составления цифрового реестра почв Ростовской области были использованы следующие материалы.

1. Легенды крупномасштабных почвенных карт хозяйств Ростовской области (580 хозяйств, более 14 000 наименований).
2. Легенды среднемасштабных почвенных карт (5000 наименований).
3. Список почв Ростовской области 1988 г. НИИ ЮЖГИПРОЗем (1196 наименований почв).
4. Список почв 2006 г. ООО ЮЖГИПРОЗем (1883 наименования).

Количество групп информации в списке-классификаторе определялось, в первую очередь, региональными особенностями почвенного покрова, сферой применения почвенной информации. На основе анализа материалов почвенного обследования Ростовской области было выделено 20 групп информации (таблица 3), на основе которых проводилась дизагрегация и последующий семантический анализ наименований почвенных выделов.

Таблица 3 – Список групп информации в списке-классификаторе почв Ростовской области

№	Группа информации
1	Тип почв
2	Подтип почв
3	Род почв
4	Мощность гумусовых горизонтов А+В
5	Содержание гумуса
6	Глубина залегания легкорастворимых солей
7	Степень засоления
8	Содержание Na ⁺ ППК (степень проявления солонцеватости)
9	Проявление плоскостной водной эрозии
10	Степень проявления линейной водной эрозии.
11	Проявление ветровой эрозии
12	Степень каменистости/щебнистости почв.
13	Степень проявления процессов заболачивания
14	Мощность наноса различного генезиса
15	Направление трансформации ландшафта
16	Характер изменения почвы под действием хозяйственной деятельности человека
17	Наличие погребенных почв
18	Степень проявления осолодения почвенного профиля
19	Гранулометрический состав
20	Почвообразующие и подстилающие породы

Для решения задач гармонизации наименований были составлены корреляционные таблицы, позволяющие: а) исключить неоднозначность и спорность наименований на разном таксономическом уровне; б) выполнить корреляцию между местными, авторскими, сокращенными наименованиями и наименованиями по классификации почв 1977 г. По результатам анализа почвенных карт и очерков почвенного обследования, для территории Ростовской области выделено 153 почвенных наименования на уровне типа, подтипа и рода почв, требующих детального изучения и проведения классификационной корреляции (Приложение 2). Почвообразующие породы, вследствие их пестроты наименований и сложности в их систематизации объединялись в более крупные группы в зависимости от особенностей их

генезиса, признаков гидроморфизма, наличия каменистости и засоления (Приложение 3). Таким образом, был сформирован унифицированный список классификатор Ростовской области (Приложение 4). Количество уникальных наименований в каждом таксоне продемонстрировано в таблице 4.

Таблица 4 – Количество уникальных наименований почвенных таксонов

Наименование таксона	Количество уникальных наименований
Тип	37
Подтип	33
Род	29
Мощность А+В	9
Содержание гумуса	10
Глубина залегания легкорастворимых солей	16
Заболоченность, оглеение	7
Мощность и характер намывтой толщи	12
Направление трансформации ландшафта	4
Степень засоления	12
Ветровая эрозия	13
Солонцеватость	7
Погребенные почвы	2
Линейная водная эрозия	10
Каменистость/щебнистость	25
Плоскостная водная эрозия	8
Степень осолодения	5
ГМС	33
Почвообразующая порода	47
Всего	320

4.1.3 Векторизация материалов крупномасштабного почвенного обследования

Оцифровка материалов крупномасштабного почвенного обследования региона проводилась по методике векторизации крупномасштабных почвенных карт, разработанной на факультете почвоведения МГУ им. Ломоносова и на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ. Эта методика позволяет сохранить оригинальную авторскую почвенную информацию и в то же время структурировать её для возможности дальнейшей машинной обработки. В настоящий момент оцифровано порядка 608 хозяйств для 43 административных районов области. На данный момент проводится частичная оцифровка пропущенных хозяйств и гармонизация границ и

наименований почвенных выделов. Результат создания цифровой крупномасштабной почвенной карты представлен на рисунке 11.

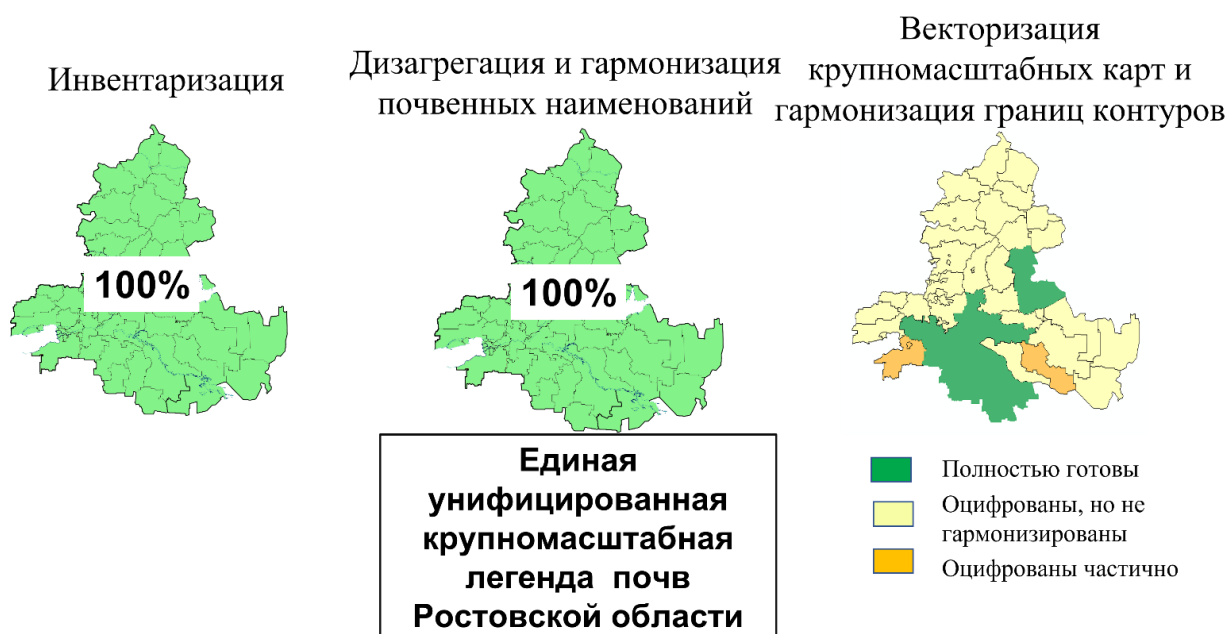


Рис. 11. Результат формирования цифровой крупномасштабной почвенной карты Ростовской области

4.2 Разработка алгоритма гармонизации крупномасштабных почвенных карт для задач агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения

Для задач агроэкологической оценки земель была проведена оцифровка архивных крупномасштабных почвенных карт и очерков почвенных обследований. Результатом является цифровая крупномасштабная почвенная карта, составленная из более чем 600 карт хозяйств Ростовской области в масштабе от 1:10000 до 1:25000. Карта не является полным покрытием Ростовской области, поскольку для ряда хозяйств почвенные карты либо полностью утрачены, либо сохранились в слишком плохом качестве, недостаточном для корректной оцифровки.

Собранные наименования почв были подвергнуты дизагрегации наименований на таксономические единицы, основной целью которой является подготовка почвенных данных для задач их машинной обработки.

Дизагрегированные наименования состоят из отдельных почвенных таксонов, представленных в исходном названии почвы: тип, подтип, род, видовые названия по мощности гумусовых горизонтов, содержанию гумуса, глубине залегания легкорастворимых солей, степени засоления, солонцеватости, проявлению водной и ветровой эрозии, особенностям каменистости, а также названия разновидности по гранулометрическому составу, и разряда по почвообразующей и подстилающей породе. Для решения задач гармонизации наименований были составлены корреляционные таблицы, насчитывающие более 150 наименований на уровне типа, подтипа и рода почв. Проведенная работа позволит стандартизировать сбор почвенной информации для территории Ростовской области.

Особенностью крупномасштабных почвенных карт СССР являлось использование классического подхода в картографировании почвенного покрова, при котором выделялись почвенные контуры в своих естественных границах, связанных сочетанием факторов почвообразования, характерным для конкретной территории. В связи с тем, что смежные почвенные карты составлялись в разные туры обследования и в разном масштабе, на границах хозяйств зачастую отмечается несовпадение почвенных выделов, которое проявляется в следующих аспектах.

1. Несовпадение границ почвенных выделов, относящихся к одним и тем же элементам рельефа, что может быть связано с использованием разных топографических основ.

2. Несовпадение границ, связанное с разной детализацией выделения почвенных контуров, в случае если граничат карты масштаба 1:10 000 и 1:25 000.

3. Несовпадения в классификационных наименованиях, которые могут быть обусловлены: а) разной детализацией почвенных выделов (выделение почвенных комплексов и сочетаний или напротив для масштаба 1:10000 более детальное картографирование почв); б) использованием разных подходов в наименовании почв почвенных выделов (например, для почвенных

карт, составленных до и после 1977 года).

4. Неоднозначности в выделении границ переходных почв, например, черноземов южных и темно-каштановых почв, или лугово-каштановых и лугово-черноземных почв.

Для решения задач сведения границ почвенных выделов смежных хозяйств использовали следующий подход.

1. Сбор картографической информации для территории хозяйств: актуальные спутниковые снимки в высоком разрешении (3–6м/пиксель), архивные топографические карты ВИСХАГИ в масштабе 1:25 000 территории хозяйств, цифровая модель высот ALOS (30 м), административные данные (границы административных районов, сельских поселений).
2. Формирование проекта в пакете программ ArcGIS 10.8, включающего всебя векторные карты хозяйств, топографические карты, спутниковые снимки из различных источников, цифровые модели высот. Для топографических карт предварительно выполнялась пространственная привязка. В качестве системы координат использовали географическую систему координат WGS 84.
3. Анализ почвенных выделов на границе хозяйств с целью обнаружения несоответствий в геометрии и атрибутике полигонов векторной карты. Все несоответствия разбивались на следующие группы: а) незначительные расхождения в границах выделов, наименование почв полностью совпадают; б) незначительные расхождения в границах выделов, но наименования отличаются сильно (разный состав почвенных комбинаций, отличие в отображении негативных почвенных признаков); в) значительные расхождения в границах почвенных выделов, при незначительных отличиях в наименовании выделов; г) значительные расхождения и в геометрии контуров, и в их наименованиях.
4. Сведение границ почвенных выделов. При незначительных расхождениях в границах выделов выполнялось их сведение с привлечением актуальных спутниковых снимков и цифровых моделей высот. При значительных расхождениях для изменения границ почвенных выделов привлекали

топографические карты ВИСХАГИ, на основе которых выполняли коррекцию границ в соответствии с общесоюзной инструкцией по почвенным обследованиям (1973) и методическими рекомендациями ЮЖГИПРОЗема. В качестве дополнительных материалов использовали архивы спутниковых снимков Google Earth и цифровые модели высот.

5. Работа с атрибутивной информацией. Для почвенных выделов с незначительными отличиями в наименовании выполнялось их объединение и обобщение. Если расхождения касались только таксонов ниже рода, выполнялось их обобщение без формирования комплекса или сочетания. В случае различий на уровне подтипа или типа формировался почвенный комплекс или сочетание. Вклад каждой почвы рассчитывали исходя из площади выделов, которые подвергались объединению.
6. Проверка почвенной карты на предмет ошибок, связанных с топологией, некорректной геометрией или атрибутикой.
7. Выявление ошибок и их устранение.

Для наглядности приведем 2 примера сведения контуров по границе между зерноградским и егорлыкским административными районами Ростовской области. В обоих случаях создается почвенный комплекс или сочетание, состоящий из наименований тех почвенных контуров, которые сводились (рисунок 12).

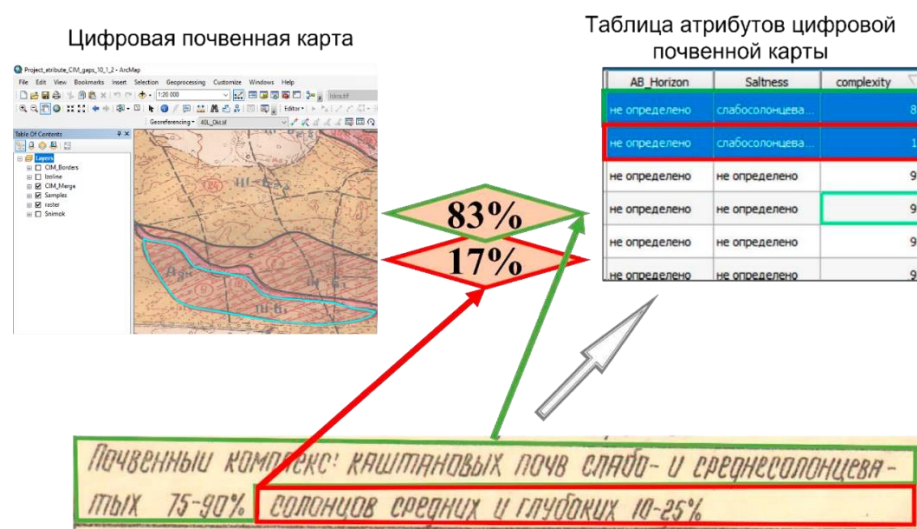


Рис. 12. Представление комплексности почвенного покрова в цифровых почвенных картах

Для создания почвенного комплекса необходимо оценить процентную долю каждой из почв исходя из площади сводимых контуров. Для этого исходная цифровая карта сохраняется в проекции UTM Zone 37N, где единицами измерения расстояний являются метры. Вычисляем площадь каждого из контуров с использованием программы MS Excel. Далее контуры объединяются и единый объект дублируется. Таким образом, создается комплекс, в который вносятся данные о почвах и указывается процентное участие каждой из них. Оставшиеся после объединения неестественные (прямолинейные) границы контура корректируются с использованием данных топографических карт ВИСХАГИ (изолиний) (рисунок 13). В некоторых случаях, когда границы двух объединяемых контуров совпадают, корректировка геометрии не требуется (рисунок 14).

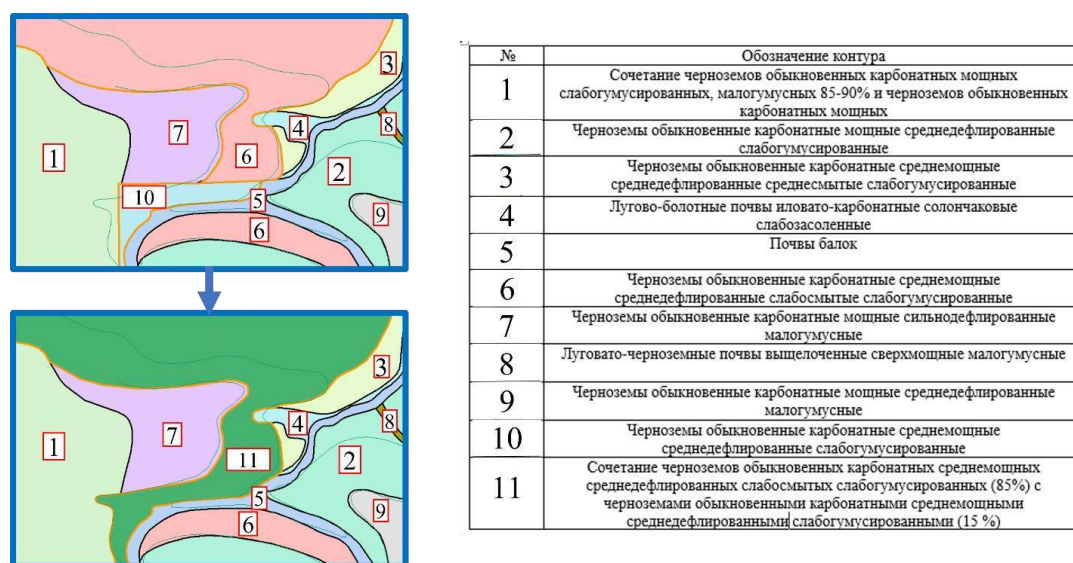


Рис. 13. Результат сведения почвенных карт с корректировкой границ

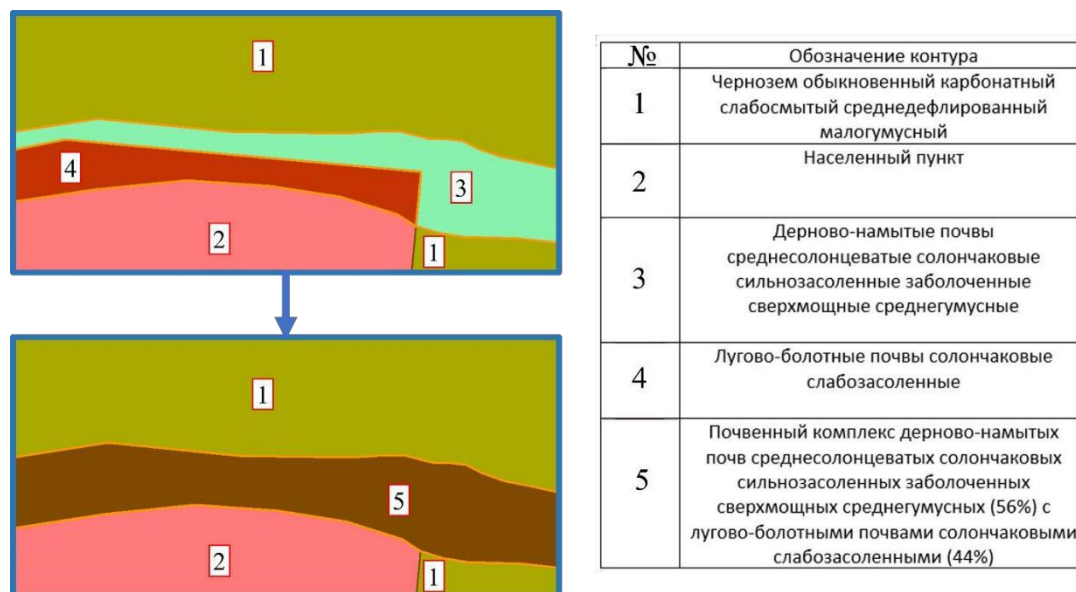


Рис. 14. Результат сведения почвенных карт без корректировки границ

Гармонизация и сведение почвенных карт данным методом позволяет минимизировать вероятность неестественного и некорректного отображения различных признаков почв при составлении тематических картосхем.

4.3 Инвентаризация и анализ почвенного покрова Ростовской области с применением ГИС-технологий

4.3.1 Анализ почвенного покрова Ростовской области по почвенным подрайонам геоморфологического районирования

Анализ почвенного покрова Ростовской области по крупномасштабным почвенным картам будет рациональным провести через сравнение по районам, представленным в таблице Приложения 1 (Крыщенко, 2008). Ниже дано описание 3-х геоморфологических подрайонов из разных климатических зон. Полное описание представлено в приложении в виде таблицы (Приложение 1). Калачский подрайон Среднедонского почвенного района, согласно таблице, представлен черноземами обыкновенными, черноземами южными и серопесками. Согласно анализу крупномасштабных почвенных карт, черноземы обыкновенные и черноземы южные в сумме занимают более 75% почвенного покрова территории подрайона. Песками являются порядка 3% почв подрайона. Почвы балок составляют около 4% территории подрайона

(рисунок 15).

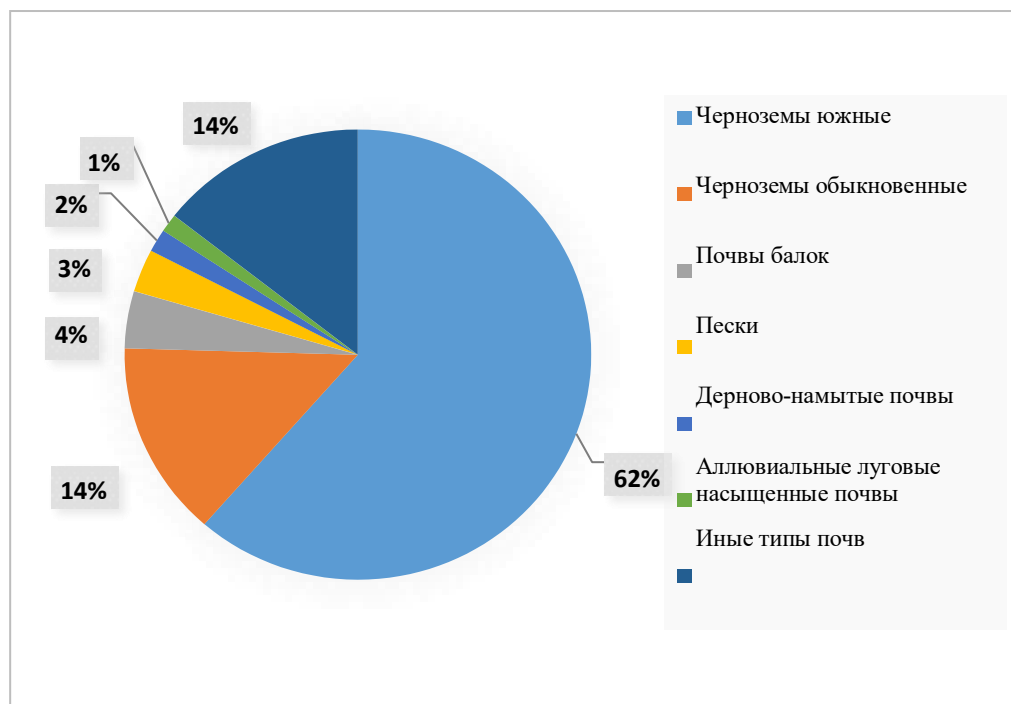


Рис. 15. Распределение типов почв для территории Калачского подрайона Среднедонского геоморфологического района

Согласно данным 2008 года на территории Миусского подрайона Северо-Приазовского почвенного района распространены черноземы обыкновенные и черноземы карбонатные и составляют около 82% от площади подрайона. Здесь также распространены: почвы балок (2.8%), луговые почвы (1.2%) и лугово-черноземные почвы (2.7%) (рисунок 16).

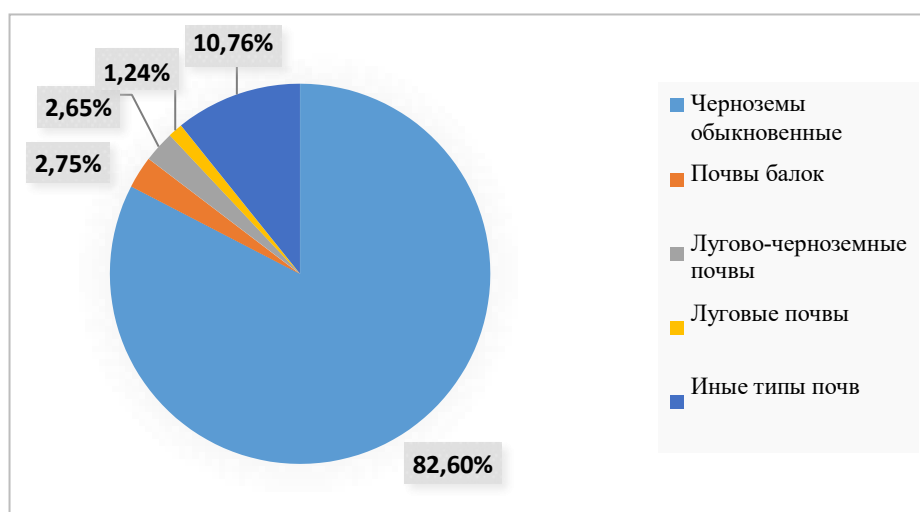


Рис. 16. Распределение типов почв для территории Миусского подрайона Северо-Приазовского почвенного района

Для Ергенинского подрайона почвенного района Доно-Сальского муждуречья (рисунок 17) светло-каштановые почвы являются преобладающими и составляют 37.2% площади района, а каштановые почвы составляют 6.5% почвенного покрова.

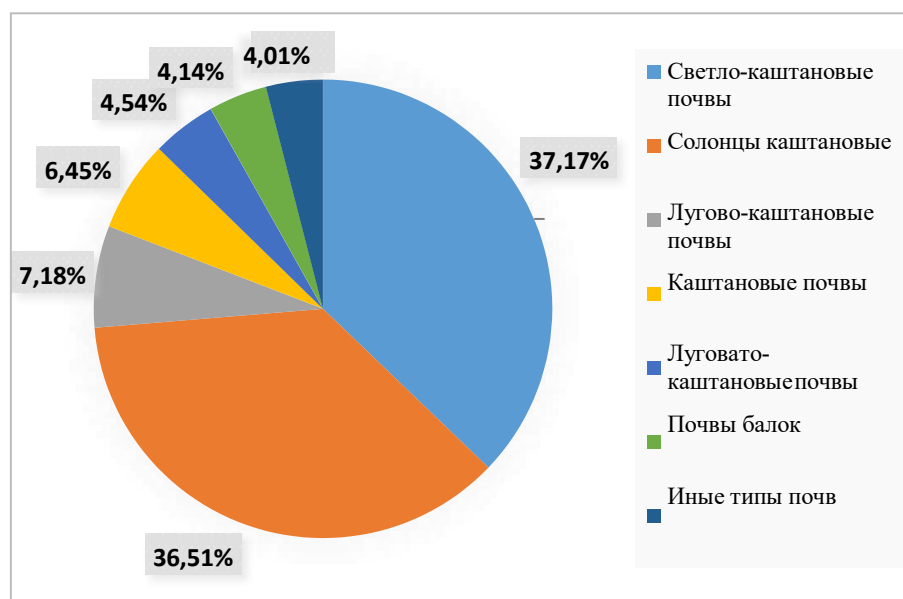


Рис. 17. Распределение типов почв для территории Ергенинского подрайона почвенного района Доно-Сальского междуречья

Также на территории района широко представлены солонцы каштановые (36.5%), лугово-каштановые почвы (7.2%), луговато-каштановые почвы (4.5%), почвы балок (4.1%)

4.3.2 Сравнение площадей, подверженных эрозии, рассчитанных методами ГИС и методом классической картографии

По данным ЮжНИИгипрозема в пользовании граждан и сельскохозяйственных предприятий находилось порядка 8,3 млн га земель сельскохозяйственного назначения. Из них порядка 40% (3,4 млн га) являются эрозионно-опасными, а 2,9 млн га (34% от сельскохозяйственных земель Ростовской области) в различной степени нарушены водной эрозией (Экономическая оценка..., 1991). По данным цифровых крупномасштабных почвенных карт плоскостной водной эрозии подвержены более чем 2,8 млн га сельскохозяйственных земель (2,82 млн га), что сопоставимо с результатами,

полученными методами классической картографии. В том числе порядка 2,1 млн га приходится на слабосмытые почвы, 524 тыс. га – на среднесмытые и 144 тыс. га – на сильносмытые почвы. Сравнение распределения почв, подверженных водной эрозии по административным районам представлено на рисунке 18.

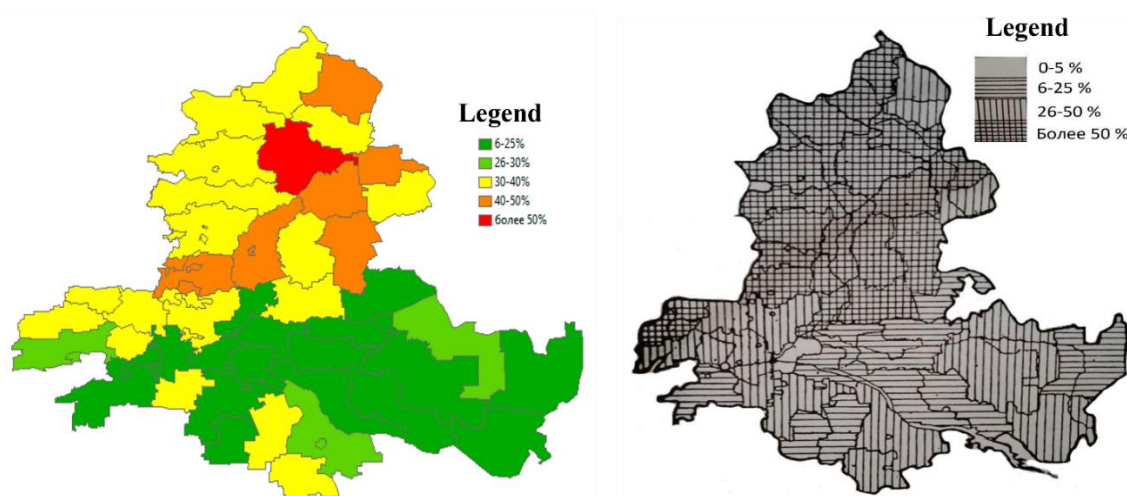


Рис. 18. Сравнение площадей почв Ростовской области, подверженных водной эрозии по данным Е.М. Цвылева (Экономическая оценка..., 1991) и по данным цифровых почвенных карт

При сравнении площадей почв, подверженных плоскостной водной эрозии, и рассчитанных методами классической картографии и современными методами цифровой почвенной картографии, прослеживается тенденция к увеличению влияния водной эрозии при движении на север области и в западные её районы, куда заходят отроги Донецкого Кряжа. Однако есть и отличия. На карте-схеме 1991 года видно, что для Багаевского района характерно практически полное отсутствие проявления плоскостной водной эрозии (менее 5%) однако по данным цифровых почвенных карт районов со столь низким покрытием в различной степени смытых почв не наблюдается. Менее 10% подверженности почв плоскостной водной эрозии имеют 3 района: Багаевский, Заветинский и Семикаракорский (7,51%, 7,63% и 6,68% соответственно) (Приложение 5). Для большей части районов севера области по данным 1991 года более 50% почв подвержено плоскостной водной эрозии.

По данным цифровых почвенных карт, подверженность северных районов плоскостной водной эрозии составляет от 30 до 50%. Лишь для Кашарского района этот показатель составляет 55,11%. Различия в показателях могут быть связаны с различием в методиках расчета площадей земель, подверженных водной эрозии, особенностями отражения комплексного почвенного покрова на цифровых картах, а также неполнотой покрытия почвенными картами отдельных участков, для которых не было информации. Юго-Восток области на обеих карта-схемах представлен как район со слабовыраженным проявлением плоскостной водной эрозии. Связано это с менее выраженной овражно-балочной сетью, нежели в северной и западной частях региона.

Каменистость и щебнистость широко распространены в северных и, особенно, в западных районах Ростовской области, которые прилегают к отрогам Донецкого кряжа. По данным 1991 года площадь почв в той или иной степени засоренных камнями и щебнем составляет 2,3%. По данным крупномасштабных почвенных карт цифры примерно схожи (3,09%). В Ростовской области преобладают щебенчатые почвы (2,28% от территории области, а доля каменистых почв невелика (0,8%), что также соотносится с данными 1991 года (Экономическая оценка..., 1991). Сравнение распределения каменистых сельскохозяйственных угодий по административным районам представлено на рисунке 19.

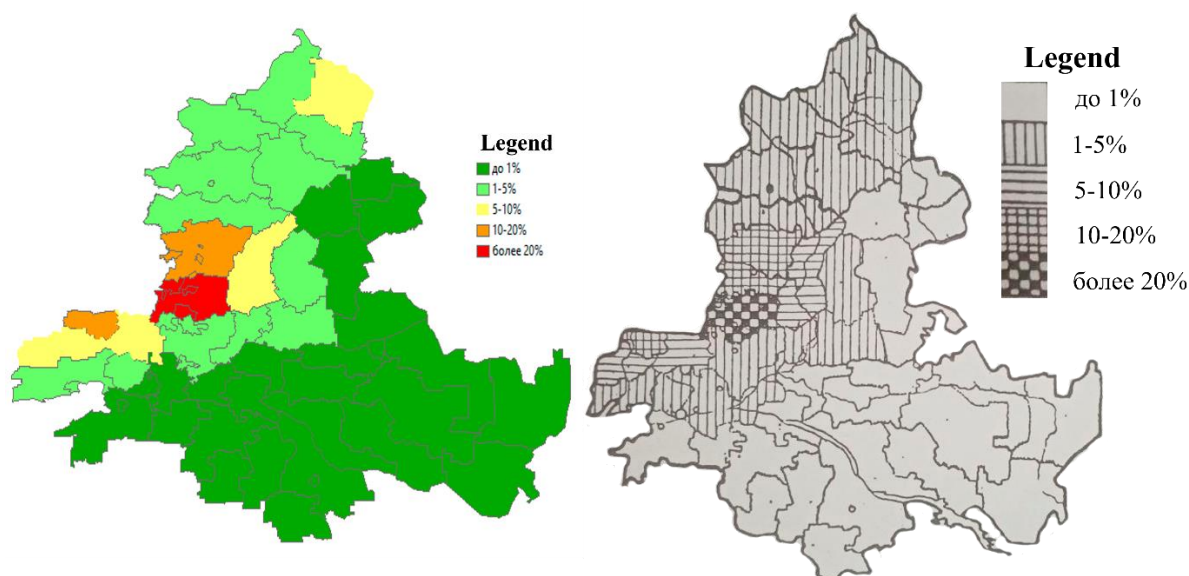


Рис. 19. Сравнение площадей каменистых сельскохозяйственных угодий по данным Е.М. Цвылева (Экономическая оценка..., 1991) и по данным цифровых почвенных карт

Данные цифровых почвенных карт, в целом соотносятся с данными, полученными методами классической картографии. Видно, что угодья что на Востоке, Юго-Востоке и Юге области практически не засорены камнями и щебнем. На севере области каменистость почв составляет от 1 до 5 процентов для всех районов, кроме Шолоховского (5,99%) (Приложение 6). Районы, лежащие на отрогах Донецкого Кряжа (Красносулинский, Матвеево-Курганский, Родионово-Несветайский, Куйбышевский, Каменский, Белокалитвенский) засорены камнями и щебнем более чем на 5%. Особенно сильно засорены камнями сельскохозяйственные земли Куйбышевского (18,32%), Каменского (16,48%) и Красносулинского (29,59%) районов.

Ветровой эрозии по данным 1991 года подвержено порядка 12,5% сельскохозяйственных земель. По данным цифровых почвенных карт, ветровой эрозии подвержено чуть менее 11% сельскохозяйственных земель (10,89%). Сравнение распределения почв, подверженных ветровой эрозии по данным 1991 года и по данным цифровых почвенных карт представлено на рисунке 20.

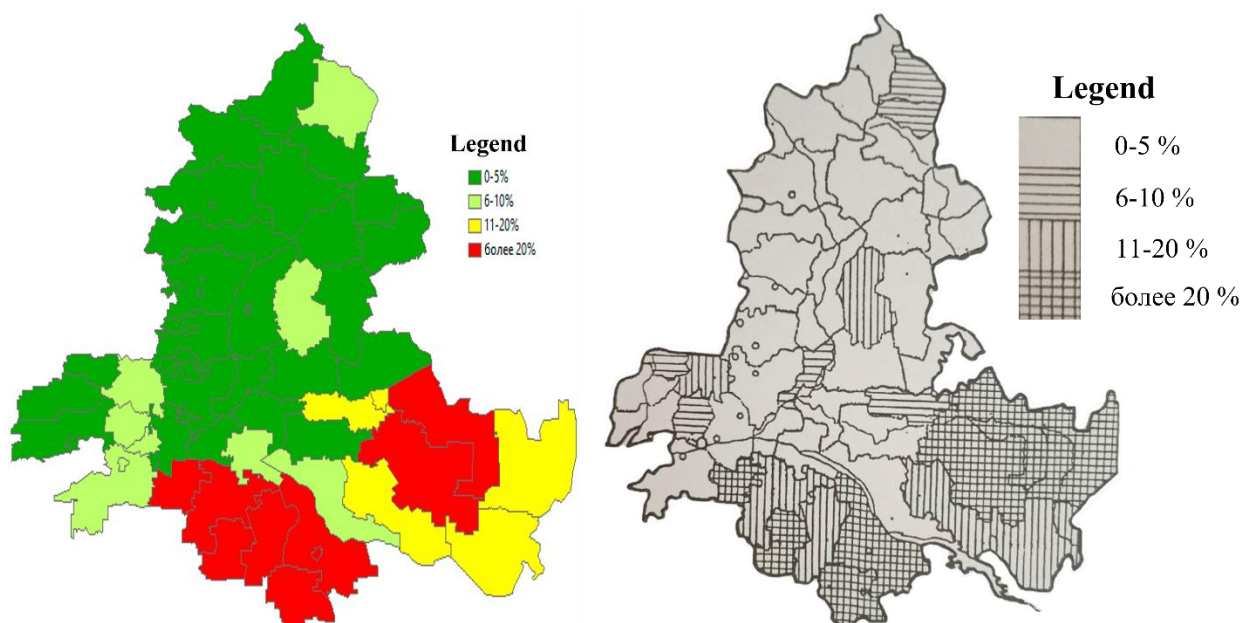


Рис.20. Сравнение площадей сельскохозяйственных угодий, подверженных ветровой эрозии по данным Е.М. Цвылева (Экономическая оценка..., 1991) и по данным цифровых почвенных карт

По обеим картосхемам четко видно, что наибольшая выраженность дефляционных процессов характерна для районов Юга и Юго-Востока Ростовской области. Для остальной части области ветровая водная эрозия не является столь серьезной проблемой. Дополнительным фактором, влияющим на ускорение деградации почв посредством ветровой эрозии, является ускорившееся выпадение лесных полос (Безуглова О.С. и др. ..., 2022). Наиболее сильно дефляции подвержены сельскохозяйственные угодья Егорлыкского (58,15% всех сельскохозяйственных угодий района), Целинского (43,75%), Песчанокопского (39,61%) и Зимовниковского (37,9%) районов.

4.4 Оценка состояния лесных полос применением геоинформационных технологий

4.4.1 Оцифровка лесных полос с применением данных дистанционного зондирования

Лесные полосы, как объект, обеспечивающий в степной зоне оптимальный режим почв и препятствующий развитию водной и ветровой эрозии (Укенов, 2018; Нарожняя, 2020), требуют проведение не только охранных мероприятий и уходных работ, но и действий по их возобновлению, так как климатические особенности степной и особенно сухостепной зон далеки от оптимальных для произрастания древесных культур (Безуглова и др., 2022). Для успешного решения этих задач необходимо проведение регулярного мониторинга состояния лесополос, что облегчается при использовании ГИС-технологий.

Метод ручной векторизации заключается в поиске оператором на космическом снимке высокого разрешения лесной полосы и создание полигонального объекта по её очертаниям. Так векторизуются все лесные полосы в заданных границах (хозяйство бывшего СССР, сельское поселение и др.). Этим методом, в зависимости от решаемой задачи могут быть оцифрованы полезащитные и противоэрозионные лесные полосы, а также лесные массивы лесхозов и государственного лесного фонда.

Метод оцифровки лесополос предполагает расчет индекса NDVI с использованием многоканальных растров, сделанных спутником Landsat 8 в период максимальной вегетационной активности (май – июль) (Безуглова и др., 2022). Алгоритм расчета индекса представляет собой формулу расчета NDVI, записанную в виде отношения разности и суммы значений ближнего инфракрасного и красного каналов. Далее путем автоматического создания векторных полигонов и удаления ненужных объектов получаем слой, представленный исключительно кустарниковой и древесной зеленой растительностью. Далее с использованием космического снимка удаляем из векторного слоя объекты, покрывающие поля, засеянные многолетними

насаждениями и сидеральными культурами, а также иные объекты под конкретные задачи исследования (например, если необходимы только полевые защитные лесополосы, то необходимо также удалить из слоя участки с противоэрозионными лесополосами). Следует отметить, что в каждом случае значение индекса подбирается индивидуально для каждой области, для которой необходимо провести оцифровку лесных полос.

Для наглядности представим результат оцифровки лесополос методом ручной векторизации и методом подбора индекса NDVI (рисунки 21, 22).

Ручная векторизация



Метод подбора индекса NDVI

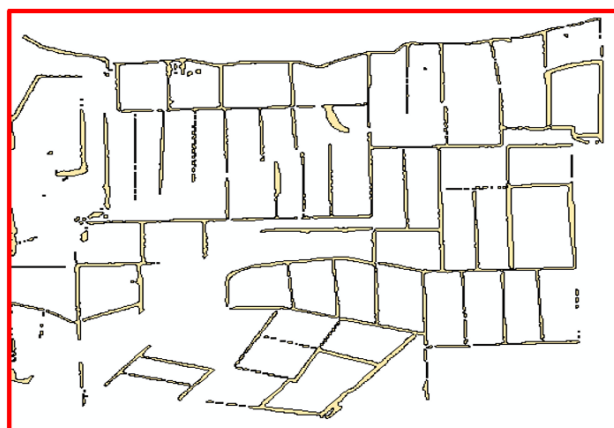
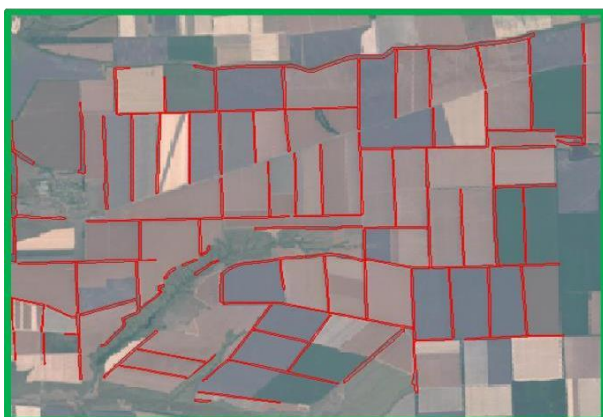


Рис. 21. Результат векторизации лесных полос методом ручной векторизации и инструментальным методом с использованием данных дистанционного зондирования Земли

Ручная векторизация



Метод подбора индекса NDVI



Рис. 22. Результат векторизации лесных полос с наложением космического снимка

Сравнение результатов оцифровки по площади в гектарах (таблица 5) показала, что инструментальным методом оцифрованной оказывается несколько большая площадь, чем при ручной векторизации. Связано это, в первую очередь, с тем, что при подборе значения индекса NDVI выделяются также и участки с изреженным лесным покровом (по сути, исчезающие лесополосы), которые зачастую могут не учитываться оператором при проведении ручной векторизации. Таким методом возможна точечная оцифровка лесных насаждений.

Таблица 5 – Распределение площади оцифрованных участков лесных полос в зависимости от выбранного метода векторизации

Способ оцифровки	Площадь (га)	Разница	
		га	%
Ручная векторизация	1897.5		
Подбор индекса NDVI	2036.1	+138.6	+6.8

4.4.2 Оценка динамики площадей противоэрозионных и полезащитных лесных насаждений

Для оценки динамики состояния лесных полос на территории Малоорловского сельского поселения Мартыновского района Ростовской области были использованы снимки Landsat 8 за конец июня 2013 года и начало июля 2022 года (рисунок 23).

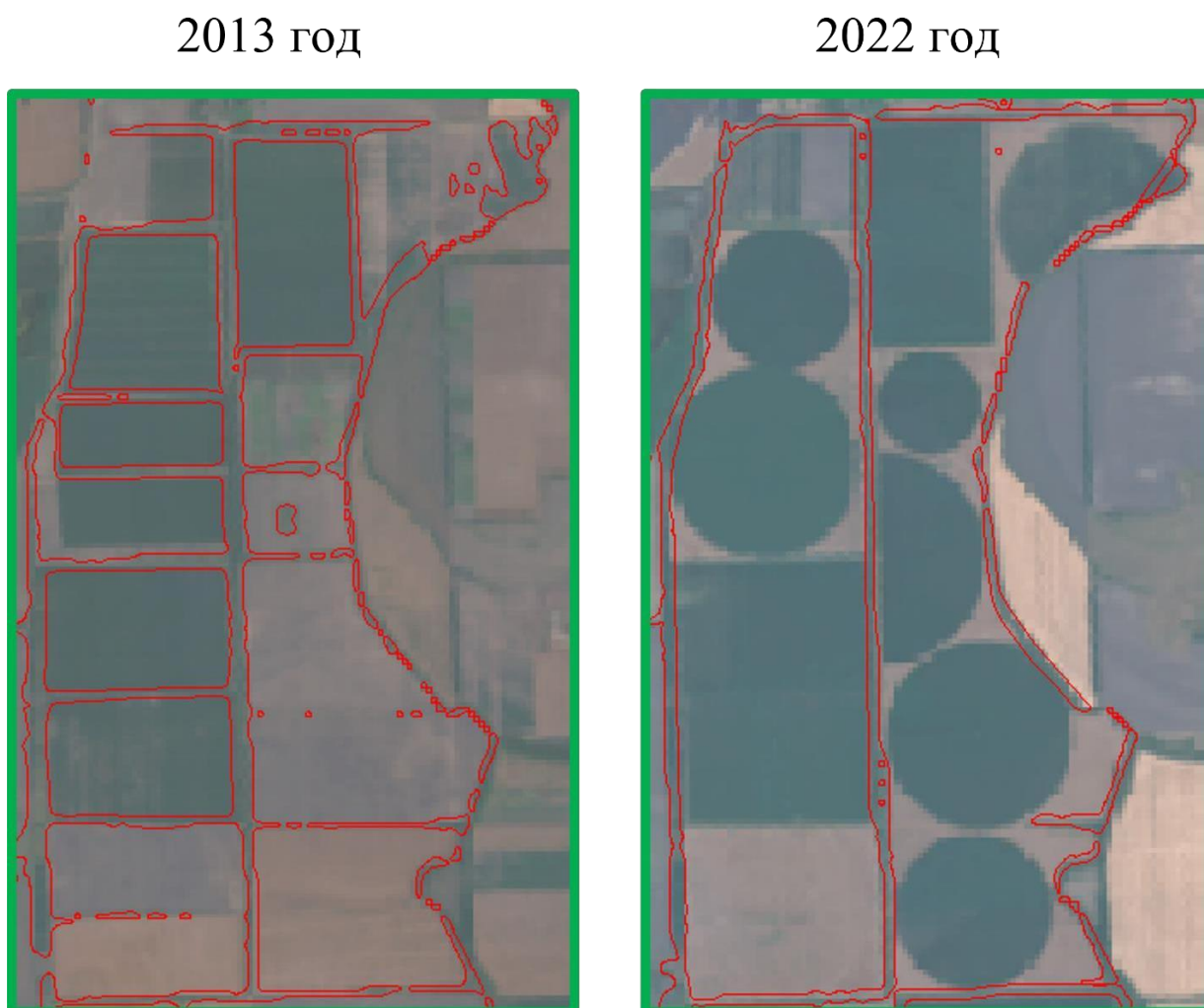


Рисунок 23. Сравнение фрагментов оцифрованных лесных полос для Малоорловского сельского поселения Мартыновского района Ростовской области за 2013 и 2022 год.

На их основе были рассчитаны индексы NDVI и была проведена оцифровка полезащитных и противоэрозионных лесных насаждений по

вышеописанной методике. Результаты сравнения площадей лесных полос представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Динамика площади лесных полос для Малоорловского сельского поселения Мартыновского района

Год получения снимка	Площадь (га)	Убыль	
		га	%
Снимок 2013 года	2084.2	-	-
Снимок 2022 года	2036.1	48.1	2.31

Исходя из данных, представленных в таблице, делаем вывод, что наблюдается небольшое снижение площади лесных полос (на 48,1 га). Выпадение лесных полос может объясняться климатическими особенностями региона, ненадлежащим контролем их состояния, а также целенаправленным сведением лесных полос в целях преобразования участков под иной вид использования, например, под орошаемую пашню.

Также были взяты снимки Landsat за июль 2022 и июнь 2013 года для Калиновского сельского поселения Азовского района Ростовской области для оценки динамики изменения площадей лесных полос на этой территории (рисунок 24). Результаты, представленные в таблице 7 показывают, что изменения площади практически нет. Это объясняется благоприятным для произрастания древесной и кустарниковой растительности климатом Северного Приазовья.

Таблица 7 – Динамика площади лесных полос для Калиновского сельского поселения Азовского района

Год получения снимка	Площадь (га)	Убыль	
		га	%
Снимок 2013 года	1451.7	-	-
Снимок 2022 года	1465.7	14	0.93

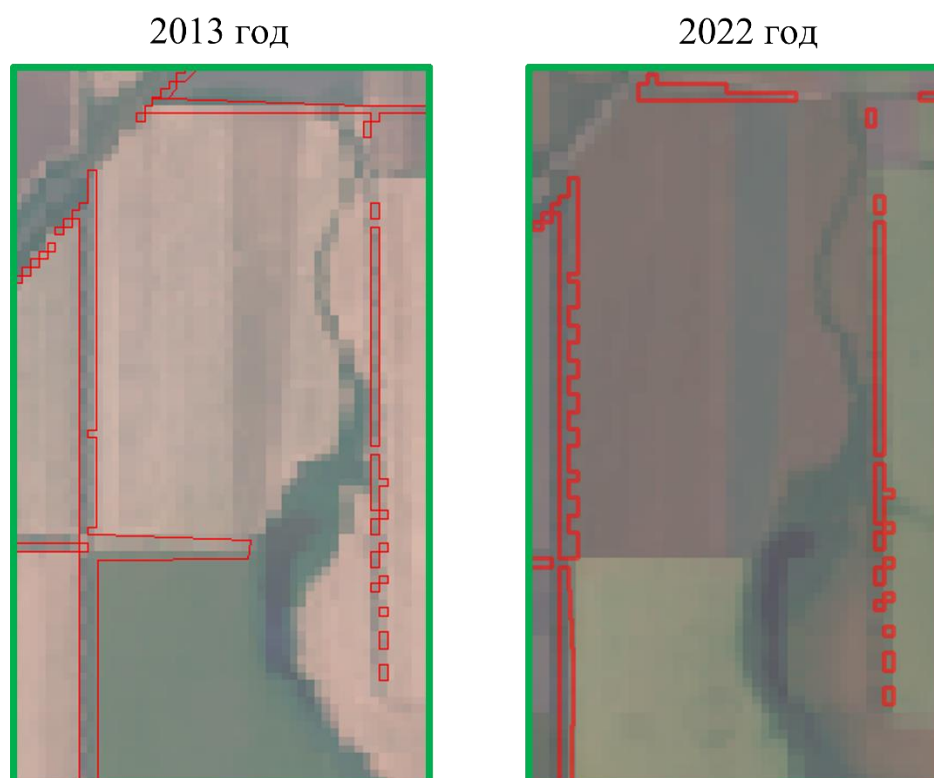


Рис. 24. Сравнение фрагментов оцифрованных лесных полос для Калиновского сельского поселения Азовского района Ростовской области за 2013 и 2022 год.

4.5 Агроэкологическая оценка почв с применением архивных и актуальных материалов почвенного и агрохимического обследований и данных дистанционного зондирования

Агроэкологическая оценка почв – это оценка плодородия почвы исходя из требований к ней сельскохозяйственных растений. Одним из способов оценки почвенного плодородия является расчет нормативной урожайности зерновых культур, как неотъемлемой части расчета кадастровой стоимости земельного участка в соответствии с «Методическими указаниями по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения», утвержденными Приказом Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 № 445.

В качестве примера алгоритма оценки нормативной урожайности зерновых культур, рассмотрим принцип работы программного комплекса

«Расчет нормативной урожайности земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области».

Нормативная урожайность зерновых культур в данном программном комплексе рассчитывается с привлечением разнородных почвенно-картографических и агрохимических данных. Это дает возможность проводить расчет нормативной урожайности для территории всей Ростовской области. Постоянная актуализация данных агрохимического обследования позволяет получать точную информацию как об уровне почвенного плодородия выбранного земельного участка, так и о его текущих границах. Это дает возможность не только рассчитать нормативную урожайность для требуемого участка, но и получить информацию о текущем состоянии почвенного покрова на этой территории.

Из этого следует, что информация, используемая для оценки нормативной урожайности в этом программном комплексе, представляет собой актуальные данные агрохимического обследования, предоставленные ФГБУ ГЦАС «Ростовский» и архивные материалы почвенного обследования НИИ ЮжГИПРОЗем, выполненные в период с 1955 по 1994 гг., а также актуальные данные дистанционного зондирования (таблица 8). При расчете нормативной урожайности необходимы такие показатели как содержание гумуса, мощность гумусовых горизонтов, содержание физической глины, комплекс негативных признаков и свойств почв, характерных для Ростовской области (засоление, солонцеватость, мощность надсолонцового горизонта, каменистость, карбонатность, величина уклона земельного участка в градусах) (Алябина и др., 2017).

Таблица 8 – Источники информации для программного комплекса

Наименование показателя	Источник данных
Содержание гумуса по данным агрохимического обследования	Отчеты агрохимических обследований земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области
Содержание гумуса по данным почвенного обследования	Разномасштабные почвенные карты Ростовской области (1:300 000 – 1:10 000) выполненные ЮжГИПРОЗем в период с 1955 по 1994 гг.
Мощность гумусовых горизонтов	
Содержание физической глины	
Негативные почвенные признаки и свойства: засоление, солонцеватость, мощность надсолонцового горизонта, каменистость, карбонатность.	
Негативные почвенные признаки и свойства: угол уклона земельного участка	Цифровая модель высот ALOS30 м

4.5.1 Вычисление коэффициентов для расчета нормативной урожайности зерновых культур

При расчетах приоритетность отдавалась актуальным агрохимическим данным по содержанию органического вещества и материалам крупномасштабного почвенного обследования. Более низкий приоритет имели материалы среднемасштабного почвенного обследования (1:100 000) и среднемасштабная почвенная карта Ростовской области (1:300 000). Для расчета коэффициента K_1 на основе материалов почвенного обследования использовали атрибутивные данные цифровой почвенной карты: тип почв и содержание гумуса. На основе подтиповых и видовых наименований рассчитывали средние значения по содержанию гумуса, которым впоследствии присваивались значения коэффициента K_1 . Расчет был выполнен для данных агрохимических обследований (таблица 9) и разномасштабных цифровых почвенных карт (таблица 10).

Таблица 9 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на содержание гумуса (данные агрохимического обследования)

Содержание гумуса, %	Поправочный коэффициент K1
4.10	1.005
4.00	1.000
3.90	0.994
3.80	0.988
3.70	0.982
3.60	0.976
3.50	0.970

Таблица 10 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на содержание гумуса (данные почвенного обследования) для среднемасштабной почвенной карты Ростовской области (1:100 000)

Подтип почв	Содержание гумуса		Поправочный коэффициент K1
	согласно легенде почвенной карты	%	
Темно-каштановые	не определено	3.6	0.976
Каштановые	не определено	2.7	0.919
Лугово-черноземные	малогумусные	5	1.05
Лугово-черноземные	слабогумусированные	4	1
Черноземы южные	малогумусные	5	1.05
Черноземы обыкновенные	слабогумусированные	4	1
Черноземы южные	слабогумусированные	4	1

Коэффициент K2 рассчитывался исключительно с привлечением разномасштабных цифровых почвенных карт. В качестве исходной информации использовалось наименование типа почв, подтипа почв и видовое наименование по мощности гумусовых горизонтов.

Название типа почв было определяющим при вычислении средних

значений мощности гумусовых горизонтов, поскольку эти градации сильно варьируют в зависимости от почвы (таблица 11).

Таблица 11 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на мощность гумусовых горизонтов А+В (данные почвенного обследования)

Подтип почв	Мощность гумусовых горизонтов		Поправочный коэффициент К2
	согласно легенде почвенной карты	см	
Черноземы обыкновенные	сверхмощные	120	1.15
Черноземы обыкновенные	среднемощные	60	1.03
Черноземы обыкновенные	Среднемощные и мощные	80	1.085
Черноземы южные	маломощные	30	0.92
Черноземы южные	маломощные и среднемощные	45	0.98
Черноземы южные	мощные	100	1.125
Черноземы южные	сверхмощные	120	1.15
Черноземы южные	среднемощные	60	1.03

Расчет коэффициента К3 выполнялся на основе данных о подтипе почв, степени солонцеватости и гранулометрическом составе. Для наименований почв по гранулометрическому составу определяли средние значения с использованием классификации почв по гранулометрическому составу Н. А. Качинского (таблица 12).

Таблица 12 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на содержание физической глины (данные почвенного обследования)

Подтип почв	Гранулометрический состав согласно легенде почвенной карты	Содержание физической глины, %	Поправочный коэффициент КЗ
Черноземы обыкновенные	тяжелосуглинистый	52.5	1.006
Черноземы обыкновенные	глинистый	52.5	1.006
Черноземы обыкновенные	глинистый, среднесуглинистый	55	1.01
Черноземы обыкновенные	глинистый, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый	54.2	1.008

Для расчета нормативной урожайности зерновых культур были использованы следующие негативные признаки и свойства почв: засоление (К4.1), солонцеватость почв (К4.2), мощность надсолонцового горизонта (К4.3), каменистость и щебенчатость почв (К4.4), карбонатность почв (К4.5), уклон местности в градусах (К4.6). Расчет коэффициента К4.1 проводили с привлечением данных о типе почв, глубине залегания легкорастворимых солей и степени засоления. Коэффициенты определялись для средне- и крупномасштабных цифровых почвенных карт (таблица 13).

Таблица 13 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на содержание легкорастворимых солей в почвенном профиле (данные почвенного обследования)

Тип почв	Глубина залегания легкорастворимых солей	Степень засоления	Поправочный коэффициент К4.1
	согласно почвенной карте		
Солончаки гидроморфные	не определено	не определено	0.15
Солончако- солонцы	не определено	не определено	0.15
Черноземы	глубокосолончакова- тые	вторично- слабозасоленные	0.95
Черноземы	солончаковатые	среднезасоленные	0.85
Черноземы	Солончаковатые и глу- бокосолончако ватые	среднезасоленные	0.85
Черноземы	солончаковые	сильнозасоленные	0.4

При определении коэффициента К4.2 использовали данные по типу почв и степени солонцеватости (таблица 14).

Таблица 14 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на степень солонцеватости почв (данные почвенного обследования)

Тип почв	Степень солонцеватости согласно легенде почвенной карты	Поправочный коэффициент К4.2
Каштановая почва	слабосолонцеватая	0,8
	среднесолонцеватая	0,7
	сильносолонцеватая	0,6

Солонцам независимо от их типа присваивали поправочный коэффициент $K_{4.2} = 0,5$, в то время как для остальных типов почв отслеживали видовые наименования по степени солонцеватости.

Коэффициент К4.3 определяли только для солонцов. Помимо наименования типа использовали видовое наименование по мощности надсолонцового горизонта, в соответствии с которым и определялся коэффициент (таблица 15).

Таблица 15 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на мощность надсолонцового горизонта (данные почвенного обследования)

Тип почвы: солонцы	По мощности надсолонцового горизонта согласно легенде почвенной карты	Поправочный коэффициент К4.3
автоморфные	средние	0.8
автоморфные	мелкие	0.5
автоморфные	средние	0.8
гидроморфные	мелкие	0.5
гидроморфные	средние	0.8
полугидроморфные	мелкие	0.5
полугидроморфные	средние	0.8

Коэффициент К4.4 определялся на основе видового наименования почв по степени каменистости. Определение коэффициента выполнялось на основе разномасштабных цифровых почвенных карт (таблица 16).

Таблица 16 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на каменистость почв (данные почвенного обследования)

Степень каменистости согласно легенде почвенной карты	Поправочный коэффициент К4.4
слабокаменистые	1
среднекаменистые	0.9
сильнокаменистые	0.8

Коэффициент К4.5. определяли на основе данных о типе почв, мощности гумусовых горизонтов и гранулометрическом составе (таблица 17).

Таблица 17 – Фрагмент таблицы поправочных коэффициентов на угол уклона местности (данные почвенного обследования)

Тип почв	Мощность гумусовых горизонтов	Гранулометрический состав согласно легенде почвенной карты	Угол уклона, в градусах		Поправочный коэффициент К 4.5.
			Минимум	Максимум	
Черноземы	Средне-мощные	песчаный	0	3	1.00
			3	5	0.95
			5	10	0.90
			10	20	0.80
			20	90	0.75

Для перечисленных наименований указывались значения минимального и максимального угла уклона местности и определяли поправочные коэффициенты. Расчет проводили для средне- и крупномасштабных почвенных карт Ростовской области.

4.5.2 Расчет поправочного коэффициента на состояние лесных полос

На сегодняшний день состояние лесных полос на территории Ростовской области недостаточно контролируется государством и собственниками сельскохозяйственных земельных участков. Однако для степной зоны полевые защитные лесные насаждения играют важную роль в поддержании плодородия почвы, препятствовании развития эрозионных процессов и сохранении жизнедеятельности растений. Так, например по данным Б.В. Карузина (1954) выживаемость растений озимой пшеницы по полям, расположенных между двумя лесными полосами (межполосные поля), составляет 70%, а в незащищенных полях при тех же условиях – 50%, т. е. наблюдается снижение выживаемости на 20%. На полях, с сетью взаимодействующих ажурных и продуваемых лесных полос испаряемость на защищенной лесными полосами территории по сравнению с испаряемостью в

открытой степи снижается в среднем на 20–25% (Сергеева, 2009). Наши исследования, проведенные для ряда хозяйств юго-восточных районов (Дубовского, Зимовниковского, Ремонтненского и Заветинского) Ростовской области, показали, что урожайность имеет прямую зависимость от состояния лесных полос. Коэффициент корреляции Пирсона между усредненной урожайностью многолетних трав за период с 2016 по 2022 годы и лесистостью территории составляет 0,64, а между усредненной урожайностью озимой пшеницы за тот же период и лесистостью территории – 0,8 (таблица 1, приложение 8). Однако коэффициент Пирсона весьма чувствителен к наличию в выборке выпадающих наблюдений, что в нашем случае при оценке состояния лесистости в хозяйстве весьма вероятно. Лесистость рассчитывается как отношение площади, покрытой лесополосами, к общей площади хозяйства и выражается в %. Поэтому при работе с такими данными корректнее использовать непараметрический коэффициент корреляции Спирмена. Использование этого показателя дало гораздо более щадящие результаты. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между усредненной урожайностью многолетних трав за период с 2016 по 2022 годы и лесистостью территории составил 0,09, а между усредненной урожайностью озимой пшеницы за тот же период и лесистостью исследуемого участка – 0,49 (Приложение 9). И мы считаем, что коэффициент Спирмена показывает более объективную картину. Так как действительно на урожайность многолетних трав такого значительного влияния состояние лесных полос оказывать не может. Другой дело озимая пшеница, наличие умеренной тесноты связи между ее урожайностью и степенью лесистости в хозяйстве вполне вероятно.

В целом, по литературным данным при отсутствующей или изреженной (не выполняющей своей полезащитной функции) сети лесных полос урожайность зерновых культур может снижаться на 15–20%. При этом зона защитного действия лесной полосы, сохранность которой составляет менее 65% составляет до 150 м, а при сохранности лесной полосы на 65% и более защитное действие распространяется на расстояние 200–250 метров и дальше

(Силова, 2021). Поэтому важно учитывать этот показатель при агроэкологической оценке почв степной и сухостепной зоны путем введения дополнительного коэффициента на состояние полевых защитных и противоэрозионных лесных насаждений.

Таблица 18 – Изменение площади лесных полос в исследуемых хозяйствах за период с 1974–1991 гг. по 2016–2017 гг. и средняя урожайность сельскохозяйственных культур за период 2016–2022 гг.

Хозяйство	Площадь, занимаемая лесополосами, по годам, га		Разница		Лесистость, %	Урожайность, ц/га (2016–2022)	
	1974–1991	2016–2017	га	%		Многолетние травы	Озимая пшеница
«Красный партизан»	551	163,6	-387,4	-70,3	0,5	14,3	30,4
«Дубовский»	600	109,3	-490,7	-81,8	0,3	22,2	30,9
«Имени Ленина»	762	838,6	+76,6	+9,1	2,6	23,4	35,6
«Родина»	626	571	-55	-9	1,06	16,1	25,9
«Заветинский»	241	182	-59	-24,5	0,47	16,7	26
«Киселевский»	163	40	-123	-75,5	0,06	16,5	25,8

Примечание: данные по лесистости заимствованы в работе А.И. Жумбея (2023)

Предлагается учитывать способность лесополос к защите сельскохозяйственных культур, произрастающих на полях, от неблагоприятного воздействия внешних факторов, к каковым следует отнести и неполное выполнение полевой защитной роли лесополосами. Поредевшая лесная полоса перестает выполнять свои защитные функции, тем самым снижая плодородие почв на полях, которые она должна была защищать. В то же время, лесополоса, заросшая подлеском, визуально на снимке видна как цельная лесная полоса, но на деле из-за повышения плотности такой посадки снижается такой важный показатель как ажурность лесополосы, и также снижаются защитные функции, что в свою очередь ведет к снижению урожайности на близлежащих полях.

Расчет площадей лесных полос ведется по границам хозяйств бывшего СССР, за эталонные значения берется площадь лесных полос, указанная в

отчете крупномасштабного почвенного обследования ЮжНИИГипрозема, поскольку за состоянием лесополос до распада Советского Союза следили строже. Однако динамика площадей лесных полос в некоторых пределах считается нормой. Динамику площадей лесополос по архивным материалам можно оценить по очеркам разных туров обследования. Такие сведения имеются для Азовского района. Например, на территории совхоза «Задонский» в 1971 году площадь лесных полос составляла 255 га, а в 1992 году – 245. Следовательно, произошло снижение на 4%. Для колхоза им. Дзержинского в 1971 году площадь лесных полос составляла 332 га, а в 1992 году – уже 355 (рост на 6%). Средняя арифметическая по этим изменениям составляет 5%. Таким образом, можно считать изменения площадей лесных полос на 5% допустимыми (не приводящими к присвоению хозяйству понижающего коэффициента) с присвоением коэффициента 1. Изменения, превышающие допустимые 5%, но не превышающие 35% (площадь лесных полос снижается, но защитная функция лесных полос критически не снижается (защитная функция распространена на 200–250 метров)), то выставляется коэффициент 0,9. Изменения, превышающие 35% в сторону снижения или увеличения площади лесных полос существенно влияют на состояние полей. Зона, на которую распространяется защитное действие таких лесных полос снижена до 150 метров и менее. Таким хозяйствам будет присваиваться понижающий коэффициент 0,8.

В качестве примера в таблице 19 представлен результат расчета двумя методами поправочного коэффициента на состояние лесных полос для 3-х хозяйств Ростовской области: колхоза «Красный партизан» Ремонтненского района, колхоза «Имени Калинина» Усть-Донецкого района и колхоза «Имени Ленина» Неклиновского. В связи с различными агроклиматическими условиями динамика лесных полос на этих территориях будет кардинально различаться, соответственно и поправочные коэффициенты будут разными.

Таблица 19 – Динамика изменения площадей лесных полос по архивным данным отчетов крупномасштабных почвенных обследований ЮжНИИГИПРОЗЕМ и по результатам оцифровки лесных полос

Хозяйство	Архивные данные (1985–1992 гг.)	По космическому снимку (2017–2022 гг.)			По слою NDVI (2017–2022 гг.)			Значение коэффициента
		га	Разница с архивными данными		га	Разница с архивными данными		
	га		га	%		га	га	
Красный партизан (данные Жумбея,2023)	551	163,6	387,4	70,3	205,3	345,7	62,8	0,8
им. Калинина	312	207,4	104,6	33,5	219,7	92,3	29,5	0,9
им. Ленина	144	148,3	4,3	2,9	151,2	7,2	5	1

4.6 Разработка программного комплекса агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения

4.6.1 Структура почвенной базы данных и принципы её функционирования

С середины 2020-х годов, в рамках развития проекта информационной системы «Почвенно-географическая база данных России» факультету почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, как организации, занимающейся продвижением этого проекта, потребовался набор тестовых площадок для отработки возможностей сбора, хранения и анализа почвенной информации по месту её получения. Своё согласие на участие в проекте в качестве пилотных регионов дали центры агрохимической службы Ростовской, Московской и Белгородской областей. Сервера этих организаций обеспечивают хранение и обмен пространственной почвенной информацией с помощью технологии MS SQL Server. Она же позволяет передавать полученные почвенные данные в главный сервер ИС ПГБД РФ.

Работа с пилотными регионами позволила сформировать структуру взаимодействия различных организаций, участвующих в проекте в сети интернет. На основе опыта этого взаимодействия были созданы

технологические правила, направленные на формализацию моделей данных, а также составлен план мероприятий по созданию распределенной сети почвенных дата-центров информационной системы «ПГБД РФ».

1. ГИС-отделам ГЦАС полагается вести учет выполняемых ими проектов, осуществлять их контроль и заносить результаты их выполнения в базу данных. Проектом может быть разовое агрохимическое обследование, в рамках периодических изучений агрохимического состояния сельскохозяйственных земель (которое включает в себя информацию по плодородию для определенной территории за конкретный год), выполнение тематического проекта по на коммерческой основе (например, обследование засоленности территории, составление проекта адаптивно-ландшафтной системы земледелия, изменение перечня и границ полей для отдельных участков за год), или иного рода исследования. Главная задача проекта – получение конечного результата с возможностью извлечения почвенно-географической информации из данных проекта.
2. Извлеченная из проектов информация собирается и накапливается. Актуальная информация, содержащаяся в результатах проекта, становится доступна (в режиме просмотра и скачивания) для всех пользователей сразу после выгрузки её в базу данных. Редактирование содержащейся в БД информации разрешено только администраторам с помощью расширенного доступа.

Всё вышеперечисленное относится как к данным агрохимических обследований, так и к картам полей. Стоит отметить, что карта полей в БД должна храниться за один год и актуализироваться при необходимости. Недопустимо хранение карты полей с атрибутивной информацией разных туров обследования.

Вся информация из базы данных регионального почвенного дата-центра доступна на любом персональном компьютере с ГИС (ArcGIS или QGIS). Доступ осуществляется по логину и паролю в режиме просмотра и скачивания.

При внесении данных мониторинга плодородия почвы

сельскохозяйственных земель используется программа V8 – элемент ИС ПГБД РФ.

4.6.2 Принцип функционирования почвенно-географической системы Южного федерального университета

Почвенно-географическая система Южного федерального университета является программным комплексом, задача которого заключается в формировании паспорта заданного кадастрового участка по форме, представленной в приказе Министерства сельского хозяйства РФ № 164 от 13 марта 2023 года. Таблица об основных сведениях из паспорта участка выглядит следующим образом (таблица 20).

Таблица 20 – Общие данные кадастрового участка

№ п/п	Наименование	Значение
1	Дата формирования паспорта земельного участка	
2	Наименование субъекта Российской Федерации	
3	Наименование муниципального образования	
4	Сведения о собственнике земельного участка, землепользователе, землевладельце, арендаторе земельного участка (фамилия, имя, отчество (при наличии) физического лица или наименование юридического лица)	
5	Кадастровый номер земельного участка	
6	Описание местоположения границ земельного участка	
7	Адрес земельного участка (при наличии)	
8	Общая площадь земельного участка (га)	
9	Кадастровая стоимость земельного участка (руб.)	
10	Вид разрешенного использования земельного участка	
11	Нормативная урожайность зерновых культур, ц/га	
12	Вид/виды проведенных обследований земельного участка (почвенные, геоботанические и другие)	
13	Дата последнего обследования земельного участка	

В отличие от оригинала приказа, нами был добавлен пункт

«Нормативная урожайность», являющийся важным показателем при расчете кадастровой стоимости. Также этот показатель используется при оценке потенциального плодородия почвы.

Программный комплекс работает с проектами, создаваемыми под конкретного заказчика. Все необходимые данные (почвенные контуры, разрезы и пр.) выгружаются для конкретного кадастрового участка. Отчет выдается также исключительно для заданного кадастрового участка по номеру заказа (проекта) и ИНН заказчика.

4.6.3 Работа программного комплекса расчета нормативной урожайности зерновых культур

Программный комплекс для расчета нормативной урожайности зерновых культур доступен на официальном сайте проекта ПГБД РФ, а также на главной странице сайте агрохимического центра «Ростовский» (1) (рисунок 25).

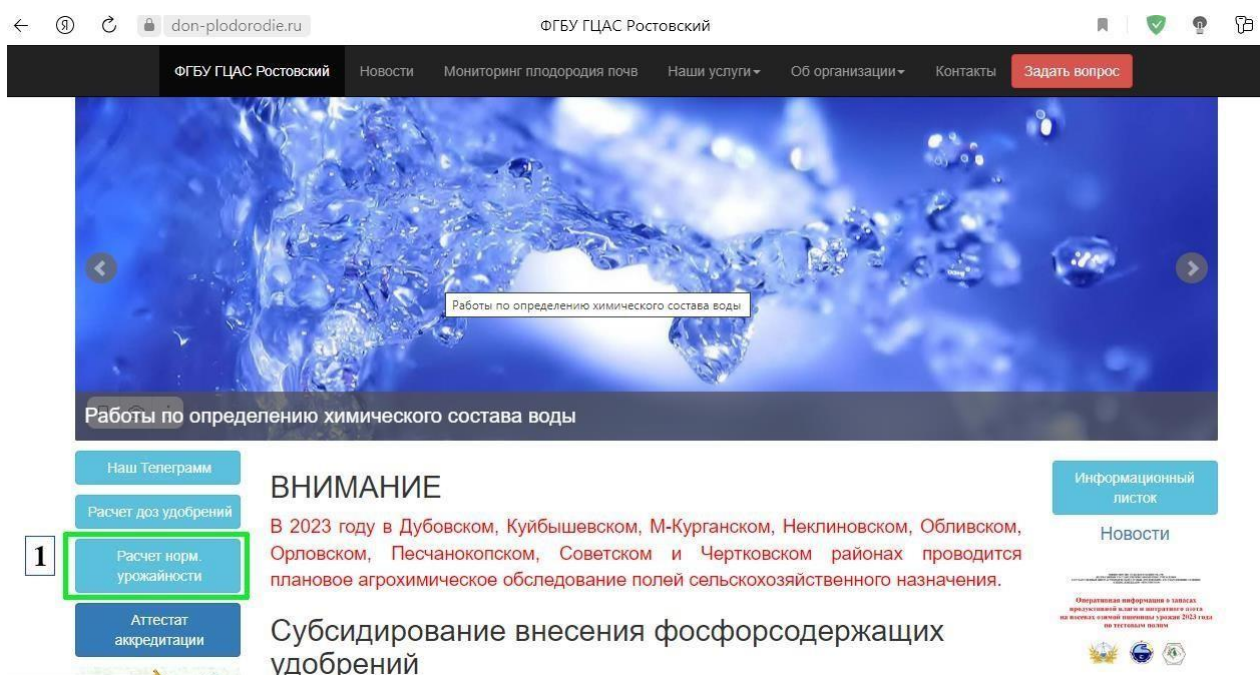


Рис. 25. Открытие программного комплекса на сайте ФГБУ ГЦАС «Ростовский»

Интерфейс программного комплекса позволяет с использованием интерактивной карты выбрать поле, для которого необходимо рассчитать

нормативную урожайность (2). После запуска алгоритма (3) (рисунок 26) производится расчет нормативной урожайности по элементарным почвенно-земельным участкам (4) с привлечением данных цифровых почвенных карт и кадастровых границ участка. Рассчитанные результаты отображаются в окне справа от рабочей области (5) (рисунок 27). Функционал программного комплекса включает в себя также расчет среднего значения по нормативной урожайности для выбранного кадастрового участка (5) и возможность вывода краткой характеристики каждого почвенно-земельного участка внутри кадастра (6) (рисунок 28).

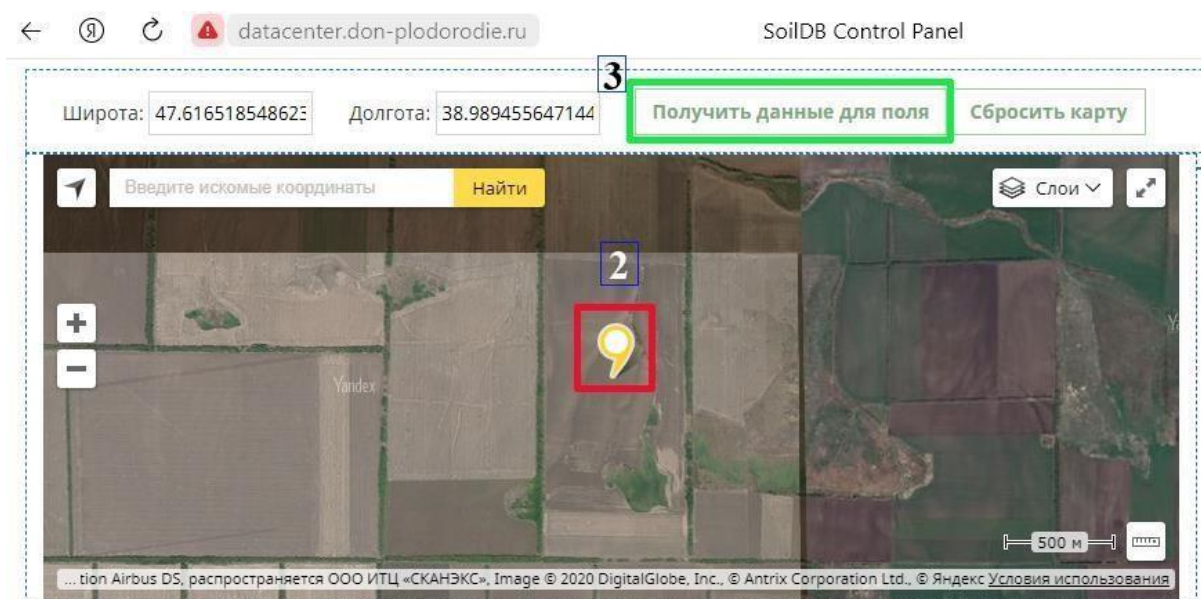


Рис. 26. Выбор нужного участка на интерактивной карте



Рис. 27. Отображение данных по нормативной урожайности в программном комплексе

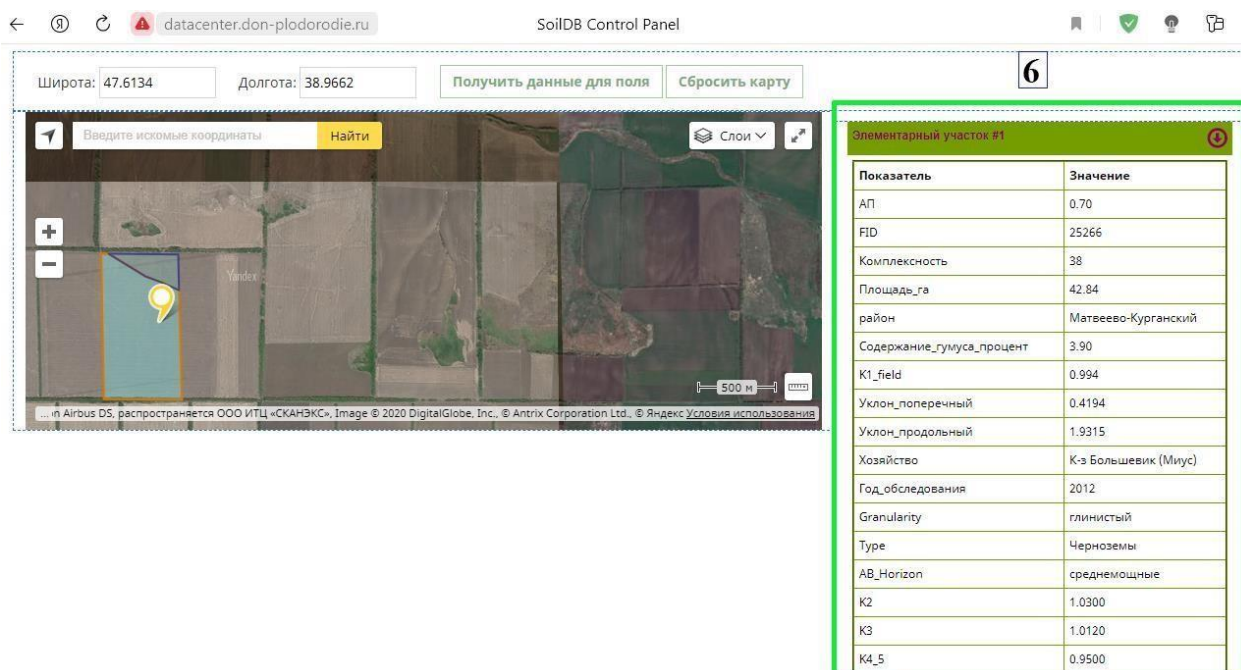


Рис. 28. Отображение краткой характеристики элементарного почвенно-земельного участка

Отличительной особенностью алгоритма является использование в расчете нормативной урожайности разнородных архивных и актуальных почвенно-агрохимических данных. Для расчета коэффициентов используются структурированные данные из легенд почвенных карт и очерков почвенных обследований. Алгоритм используется для составления отчетной документации в ФГБУ ГЦАС «Ростовский». Программа формирует отчет по запросу.

ВЫВОДЫ

1. Проведена инвентаризация и оцифровка порядка 608 крупномасштабных (1:10000 - 1:25000) почвенных карт колхозов и совхозов Ростовской области, выполненных в период с 1955 по 1995 годы. На основе легенд крупномасштабных почвенных карт и отчетов почвенных обследований сформирован список классификатор наименований почвенных таксонов для территории региона.
2. Создание цифровой крупномасштабной «бесшовной» почвенной карты Ростовской области для проведения агроэкологической оценки и инвентаризации почв региона потребовало сформировать подход к гармонизации границ и наименований почвенных контуров с привлечением данных топографических карт ВИСХАГИ (изолинии) и данных дистанционного зондирования Земли. Суть подхода заключается в объединении и корректировке границ контуров на стыке между смежными хозяйствами с использованием данных спутниковых снимков и изолиний. После корректировки такой почвенный контур представляет из себя комплекс, включающий наименования почв, которые были объединены с учетом площади подвергнутых корректировке контуров в виде процентного участия в почвенной комбинации.
3. Анализ почвенного покрова на основе бесшовной крупномасштабной почвенной карты показал, что основными негативными признаками для территории региона являются свойства, обусловленные следующими деградационными процессами: плоскостная водная эрозия (смытость) – 30% территории области, ветровая эрозия (дефляция) – 11%, засоление – 4%, каменистость – 3%, солонцеватость – 20%, солончаковатость – 7%. Эти показатели в виде поправочных коэффициентов будут задействованы при расчете нормативной урожайности для территории Ростовской области.
4. Оцифровку лесных полос с привлечением материалов дистанционного зондирования Земли и архивных почвенных данных можно использовать для мониторинга состояния поλεзащитных и противоэрозионных лесных

насаждений. На примере ряда хозяйств и сельских поселений Ремонтненского, Мартыновского, Усть-Донецкого, Неклиновского и Азовского районов Ростовской области за период с 2013 по 2022 гг. для сельских поселений и с 1991–1992 гг. по 2017–2022 гг. для хозяйств показано, что динамика площадей лесных полос варьирует от практически отсутствия изменений (0,93% в Калиновском сельском поселении Азовского района) до значительного снижения лесистости (70,3% в совхозе «Красный партизан» Ремонтненского района).

5. В адаптированной методике агроэкологической оценки почв с учетом особенностей почвенного покрова Ростовской области при вычислении поправочных коэффициентов, используемых в методике расчета нормативной урожайности, применяются данные крупномасштабных почвенных обследований. Наименования таксонов почв переводятся в числовые показатели, из которых в свою очередь вычисляются коэффициенты. Предложено добавить поправочный коэффициент, учитывающий состояние лесных полос на территории хозяйства.
6. Разработан и апробирован программный комплекс для проведения агроэкологической оценки почвенного покрова Ростовской области. Таким программным комплексом является почвенно-географическая система ЮФУ, задачей ее является формирование паспорта плодородия кадастрового участка по форме, представленной в приказе Министерства сельского хозяйства РФ №164 от 13.03.2023 г. Предложено добавить пункт «Нормативная урожайность», которого нет в оригинале приказа. Этот показатель является важным при расчете кадастровой стоимости. Также он используется при оценке потенциального плодородия почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адров С.В., Куликова Н.А., Габидуллина А.Е. Влияние полевых защитных полос на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях степной зоны // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2011. №2 (22). С. 1–5.
2. Алябина И.О., Кириллова В.А., Голозубов О.М., Шоба С.А. Расчет нормативной урожайности зерновых культур в Информационной системе ПГБД России // АгроЭкоИнфо. – 2017, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_410.doc.
3. Анисимов В.И. Основы морфометрического анализа. Грозный, 1987. 91с.
4. Апарин Б.Ф., Русаков А.В., Булгаков Д.С. Бонитировка почв. Основы государственного земельного кадастра: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2002. – 88 с.
5. Безуглова О.С., Хырхырова М.М., Почвы Ростовской области. – Ростов- на-Дону: ЮФУ, 2008. – 352 с.
6. Безуглова О.С., Голозубов О.М., Крыщенко В.С. Почвенно-географический крупномасштабный электронный атлас Ростовской области: принципы построения, структура, возможности использования. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2013. – 146 с.
7. Безуглова О.С., Ильинская И.Н., Закруткин В.Е., Назаренко О.Г., Литвинов Ю.А., Гаева Э.А., Меженков А.А., Жумбей А.И. Динамика деградации земель Ростовской области // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022; 86 (1). С. 41–54. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010034>
8. Безуглова О.С., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А. Опыт диагностики процессов опустынивания с использованием данных дистанционного зондирования состояния лесных полос в Ростовской области// Современные проблемы науки и образования, 2015. №4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21036> (Дата обращения: 05.07.2023)

9. Белоусова Н.И., Мешалкина Ю.Л. Пример гармонизации данных о бореальных почвах России // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. - М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. С.108–115.
10. Богатырев Л.Г., Маслов М.Н., Бенедиктова А.И., Макаров М.И. Оценка почв из земель (основные показатели и критерии): Монография / Науч. ред. Г.С. Куст.
- 11.— М.: МАКС Пресс, 2017. — 192 с.
12. Богучарсков В.Т., Князев Ю.П. Историко-географический анализ изучения ландшафтов бассейна Среднего и Нижнего Дона // Вестник ВГУ, серия: География. Геоэкология, 2012, №2.
13. Большая советская энциклопедия. 3 издание. Т. 9, ч. 2. <http://bse.uaio.ru/BSE/0902.htm#b8> (Дата обращения: 05.07.2023).
14. Васенев И.И., Васенева Э.Г. Перспективы использования цифровых почвенных карт и специализированных систем поддержки принятия решений для агроэкологической оптимизации земледелия в условиях Центрально- Черноземного региона России // В сб.: Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. - М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. С. 155–1.
15. Васильев С.М., Домашенко Ю.Е., Митяева Л.А., Ляшков М.А., Матвиенко А.О., Глущенко Ю.Ю. Обзор основных методов и способов оценки нарушенных земель сельскохозяйственного назначения с использованием данных дистанционного зондирования // ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», г. Новочеркасск, 2018 г., 65 с.
16. Виленский Д.Г. История почвоведения в России. М.: Советская наука, 1958. –248 с.
17. Водные ресурсы Ростовской области (www.ecodon.dspl.ru)
18. Войцеховский М. Б. Государственная лесополоса. К 60-летию сталинского плана преобразования природы [Электронный ресурс] : Независимая

- газета. Наука. 2008. 26 ноября. URL: http://www.ng.ru/science/2008-11-26/14_forests.html. (Дата обращения: 05.07.2023).
19. Гаврилюк Ф.Я. Бонитировка почв. Изд. 2-е, перераб. И доп. Учеб. Пособие для вузов. М., «Высш. школа», 1974, 272 с.
20. Гаврилюк Ф.Я. (ред.) Научные основы рационального использования и повышения производительности почв Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1983. – 208 с.
21. Герасимова М.И., Гаврилова И.П., Богданова М.Д. Мелкомасштабное почвенное картографирование. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2010. – 119 с.
22. Голозубов О.М. Принципы создания почвенно-географического электронного атласа Ростовской области как многофункциональной справочно-аналитической системы: Дисс. ... кандидата биологических наук. М.: МГУ им.М.В. Ломоносова, 2013. – 150 с.
23. Голозубов О.М., Кольчик А.Ф., Крыщенко В.С., Литвинов Ю.А., Задачи почвоведения при внедрении информационных технологий в сельскохозяйственное производство Ростовской области // «Живые и биокосные системы». – 2014. – № 10; URL: <http://jbks.ru/archive/issue-10/article-9>.
24. Голозубов О.М., Литвинов Ю.А., Колесникова В.М. Векторизация крупномасштабных почвенных карт. Методическое пособие. Электронная версия. М. 2020 г. 72 с.
25. ГОСТ 17.5.3.02-90. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос лесов вдоль железных и автомобильных дорог. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200086> (Дата обращения: 05.07.2023).
26. Давлетшин Р.Р., Дмитриева А.В. Влияние лесомелиоративных насаждений на урожайность сельскохозяйственных культур // Российский электронный научный журнал / Russian electronic scientific journal, 2019, №4(34). DOI: 10.31563/2308-9644-2019-34-4-166-173 (Дата обращения: 05.07.2023).
27. Державина Л.М., Булгакова Д.С. Методические указания по проведению

- комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
28. Докучаев В.В. Картография русских почв. Объяснительный текст к почвенной карте Европейской России // Санкт-Петербург, 1879 г., 121 с.
29. Докучаев П.М. Построение цифровой почвенной карты и картограммы углерода с использованием методов цифрового почвенного картографирования: на примере Вятско-Камской провинции дерново-подзолистых почв Южной тайги: дисс.... к.б.н. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2017. 206 с.
30. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка / учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1987. – 271 с.
31. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: «Колос», 1977. – 224 с.
32. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. – 768 с.
33. Захаров С.А. Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика. Ростов н/Д, 1940. – 124 с.
34. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 28.04.2023)
35. Иванов И.В. История отечественного почвоведения Развитие идей, дифференциация, институционализация. М.: Наука, 2003. – 397 с.
36. Ишутин Я.Н. Почвомелиоративная роль защитных лесонасаждений на юге Западной Сибири. Дисс. ... доктора с.-х. наук. – Барнаул, 2006. – 331 с.
37. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 1: Учеб. пособие для студ. вузов / Под ред. В.С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
38. Карта почвообразующих пород Ростовской области, масштаб 1:500000, 1977 г.

39. Карузин, Борис Васильевич. Лесные полосы и урожай в Заволжье/ Б.В. Карузин, канд. с.-х. наук. - Куйбышев : Кн. изд-во, 1954. - 108 с. : ил.; 20 см.
40. Кауричев И.С., Романова Т.А., Сорокина Н.П. Структура почвенного покрова и типизация земель // Учебное пособие. Москва, Издательство МСХА, 1992 г.
41. Кауричев И.С. Почвоведение. Учебник для с-х вузов. М.: Колос, 1969. – 546 с.
42. Кауричев И.С. Александрова Л.Н. Панов Н.П. и др. – Почвоведение/Учебник для высших с-х учеб. Заведений – М.: Колос, 1982–496 с., ил.
43. Кашанский А.Д. Составление и использование почвенных карт. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. – 273 с.
44. Кирюшин В.И. Агроэкологический мониторинг земель, новые требования и методология // Известия ОГАУ, 2007. – №15-1.
45. Кирюшин В.И. В.В. Докучаев и современная парадигма природопользования
46. // Почвоведение, 2006. № 11. – С. 1285–1293.
47. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно- ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. М.: Росинформагротех, 2005. – 784 с.
48. Козлов Д.Н. Цифровой ландшафтный анализ при крупномасштабном картографировании структур почвенного покрова: автореферат дисс. ... кандидата географических наук, Москва, 2009.
49. Королюк Т.В. Интерпретация космических изображений в системе методов цифровой почвенной картографии // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. - М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. С. 124–139.
50. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с.
51. Кренке А.Н. Коррекция почвенных карт на основе данных дистанционного

- зондирования и цифровой модели рельефа // В сб.: Цифровая почвенная
52. картография: теоретические и экспериментальные исследования. - М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. С. 284–301.
53. Крупеников И. А. История почвоведения (от времени его зарождения до наших дней). М.: Наука, 1981. – 329 с. Крыщенко В.С., Безуглова О.С., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А.. Атлас почв Ростовской области. Электронный ресурс. Электронная Рег. номер 5020150538. Регистрация ФАП №18170 от 27.04.2012г.
54. Крыщенко В.С., Голозубов О.М. Проблемы почвенного мониторинга агроландшафтов: структура и модель данных // Агрохимический вестник, 2010. №. 5. – С. 2-6.
55. Крыщенко В.С., Самохин А.П. Матричная закономерность в топографии почв.
56. – Ростов-на-Дону, изд-во ЮФУ, 2008 г., 320 с.
57. Крыщенко В.С, Татаринцева О.П, Голозубов О.М, Литвинов Ю.А. Методы сбора, внесения информации и векторизации почвенных карт в базе данных SoilMatrix. Методические указания к практическим занятиям. Ростов н/Д, 2010.
58. – 51 с.
59. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Манаенков А.С., Кулик А.К. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования, 2017. №6 (165) С. 93–100.
60. Куст Г.С., Брызжев А.В., Розов С.Ю. Опыт применения метода эталонирования космических снимков для дешифрирования почвенного покрова сельскохозяйственных полей в Краснодарском крае// Доклады по экологическому почвоведению. 2010. Т. 13. № 1. С. 50-103.
61. Литвинов Ю.А. Инвентаризация, гармонизация и анализ разнородных почвенно-географических данных для целей агроэкологического мониторинга(на примере Ростовской области): дисс. ... к.б.н. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. – 147 с.

62. Министерство экономического развития Российской Федерации. Приказ от 20 сентября 2010 г. N 445 об утверждении методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Утверждены приказом Минэкономразвития России от 20.09.2010 N 445.
63. Материалы крупномасштабных почвенных обследований Ростовской области
64. НИИ ЮжГипрозем за период с 1965 по 1995 годы.
65. Материалы (ведомости и картограммы) агрохимических обследований почв Ростовской области, предоставленные ФБГУ ГЦАС «Ростовский» за период с 2010 по 2018 годы.
66. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на основе материалов агрохимического и эколого-токсикологического обследования и формирование информационной базы данных». Министерствосельского хозяйства Российской Федерации отчет по теме, 2010. 29 с.
67. Муратов А.С. Гармонизация как научная категория // Вестник Кемеровского государственного университета, 2010. № 1. – С. 68–73.
68. Нарожняя А.Г., Чендев Ю.Г. Изучение современного экологического состояния лесных полос с использованием ГИС и ДДЗ // Геоинформационные системы и технологии, 2020. С. 54–65. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-54-65.
69. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие для вузов, средних школ и колледжей. — 3-е изд., испр. и доп. / Ю. В. Новиков. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 328 с.
70. Носов С.И., Сапожников П.М. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской федерации. – М.: ООО
71. «НИПКЦ ВОСХОД–А», 2012. – 160 с.
72. Официальный сайт Почвенно-географической базы данных России (<https://soil-db.ru/>) Дата обращения: 30.03.2023

- 73.Официальный сайт ФГБУ ГЦАС «Белгородский» (<https://agrochim31.ru/>)
Дата обращения: 21.05.2023
- 74.Государственный центр агрохимической службы «Ростовский»
(официальный сайт) (<http://www.donplodorodie.ru>) (дата обращения –
21.05.2023)
- 75.Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению
крупномасштабных почвенных карт землепользования. М.: Колос, 1973. –
96 с.
- 76.Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы
агролесомелиорации. М.: Агропромиздат, 1988. –181 с.Тимерьянов А.Ш.,
Андрианов П.Д., Коновалов В.Ф., Габдалахимов К.М. Воздействие лесных
полос на свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в
республике Башкортостан //Достижения науки и техники АПК, 2009. №4.
С.16-17.
- 77.Постановление Центрального комитета ВКП(б) Совета Министров СССР от
20 октября 1948 г. № 3960 «О плане полезащитных лесонасаждений,
внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов
для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных
районах Европейской части СССР»
- 78.Пузаченко М.Ю. Мультифункциональный ландшафтный анализ юго-
запада Валдайской возвышенности: Автореф. дисс. ... канд. геогр. н. - М.,
2009. 24 с.
- 79.Пузаченко Ю.Г., Федяева М.В., Козлов Д.Н., Пузаченко М.Ю.
Методологические основания отображения элементарных геосистемных
процессов // Современные естественные и антропогенные процессы в
почвах геосистемах. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2006. С. 13–52.
- 80.Официальный сайт правительства Ростовской области
(<https://www.donland.ru/>) (дата обращения – 21.05.2023)
- 81.Рухович Д.И. Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Симакова
М.С., Долинина Е.А., Рухович С.А. Государственная почвенная карта:

- версия ARCINFO // Почвоведение, 2013. №3. – С. 251–267.
82. Рухович Д.И., Вагнер В.Б., Вильчевская Е.В., Калинина Н.В., Королева В.П. Проблемы использования тематических карт на территорию СССР при создании ГИС «Почвы России» // Почвоведение, 2011. №9. – С. 1043–1055.
83. Рухович О.В. Оптимизация параметров прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур с использованием многофакторных моделей и ГИС-технологий на основе полевых опытов с удобрениями агрохимслужбы и геосети: Дисс. ... доктора биологических наук. М.: МГУ им М.В. Ломоносова, 2016. – 348 с.
84. Савин И.Ю. Компьютерная имитация картографирования почв // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. - М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. С. 26–34.
85. Савин И.Ю. Использование спутниковых данных для составления почвенных карт: современные тенденции и проблемы // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 6. С. 29–39.
86. Садовников И.Ф. Почвенная картография. М.: ГЕОГРАФГИЗ, 1952. – 125 с.
87. Самсонова В.П., Мешалкина Ю. Л. Количественный метод сравнения
88. почвенных карт и картограмм // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2011. № 3. С. 3–5.
89. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 2 (Ж - К)/ Ред. коллегия: П. П. Лобанов (глав ред.) [и др.]. Издание третье, переработанное. М., Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1951. – 624 с.
90. Сергеева И.С. Агроэкологический потенциал и противодефляционная эффективность лесных полос на пашнях сухой степи в новых условиях землепользования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград, 2009, 23 с.
91. Список почв Ростовской области. — НИИ ЮЖГИПРОЗем, 1988.
92. Строганова М.Н. Структура почвенного покрова и почвенная картография.

- Электронное учебное пособие. МГУ. М., 2011.
93. Структура почвенного покрова, методы ее изучения. Учебное пособие для студентов специальности 110101 «Агрохимия и агропочвоведение», 110102
94. «Агроэкология» по дисциплинам «Структура почвенного покрова»,
95. «География почв» / О.А. Скрябина.: - Пермь, ПГСХА, 2007. – 206 с.
96. Технический отчет о создании полигонов мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области. Ростов-на-Дону, РосНИИземпроект, 1995. 294 с.
97. Укенов Б.С. Влияние Государственной лесополосы «Гора Вишневая – Каспийское Море» на прилегающие черноземы Степного Предуралья: автореферат дисс. ... к.б.н. Уфа, 2018. 25 с.
98. Управление плодородием агроэкосистемы: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство». Сост.: В.И. Губов. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 76 с.
99. Цифровая почвенная картография: учебное пособие/ отв. ред. И.Ю. Савин, П.А. Докунин. – Москва: РУДН, 2017. – 156 с.
100. Цифровая почвенная картография теоретические и экспериментальные исследования // Сборник статей под редакцией А.Л. Иванова – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2012. 350 с.
101. Федеральный закон от 16.07.1998 N 101-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения"
102. Флоринский И.В. Гипотеза Докучаева как основа цифрового прогнозного почвенного картографирования (к 125-летию публикации)// Почвоведение, 2012, № 4. С. 500–506.
103. Чинилин А.В. Цифровое картографирование черноземных почв на двучленных отложениях (на примере ключевого участка в Воронежской области): дисс.... к.б.н. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2019. 158 с.
104. Экономическая оценка сельскохозяйственных угодий Ростовской

- области / [А.С. Чешев, Е. М. Цвелев, Г. Г. Клименко и др.]; Под ред. А.С. Чешева, Е. М. Цвелева; Рост. обл. агропром. ком., Юж. гос. проект. ин-т по землеустройству "Южгипрозем". - Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1991. - 237,[2] с.
105. Advances in Digital Terrain Analysis / Zhou, Qiming; Lees, Brian; Tang, Guoan (Eds.). 2008. XIV. 462 p.
 106. Alex McBratney, Jaap de Gruijter, Alisa Bryce Pedometrics timeline // Geoderma, 2019, 338. P. 568–575.
 107. Ahmed M. Al-Areeq, Hatim O. Sharif, S.I. Abba, Shakhawat Chowdhury, Mohammed Al-Suwaiyan, Mohammed Benaafi, Mohamed A. Yassin, Isam H. Aljundi Digital elevation model for flood hazards analysis in complex terrain: Case study from Jeddah, Saudi Arabia // International journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2023. Vol. 119; 103330
 108. Andrei Dornik, Marinela Adriana Chetan, Lucian Dragut, Daniel DorinDicu, Andrei Iliuta Optimal scaling of predictors for digital mapping of soil properties // Geoderma, 2022, 405: 115453
 109. Ballabio C., Comolli R. Mapping heavy metal content in soils with multi-kernel SVR and LiDAR derived data. В сб.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 205–216.
 110. Behrens T., Zhu A.X., Schmidt K., Scholten T. Multi-scale digital terrain analysis and feature selection for digital soil mapping// Geoderma. 2010. Vol.155. Issue 3–4.P. 175–185.
 111. Boettinger J.L. Environmental covariates for digital soil mapping in the Western USA. В сб.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science +Business Media B.V., 2010. P. 17–27.
 112. Brungard C.W., Boettinger J.L. Conditioned latin hypercube sampling: optimal sample size for Digital Soil Mapping of arid rangelands in Utah, USA. В сб.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + BusinessMedia B.V., 2010. P. 67–75.
 113. Brendan P. Malone, Quentin Styc, Budiman Minasny, Alex B. McBratney

- Digital soil mapping of soil carbon at the farm scale: A spatial downscaling approach in consideration of measured and uncertain data // *Geoderma*, 2017, 290. P. 91–99.
114. Brendan P. Malone, Philip Hughes, Alex B. McBratney, Budiman Minasny A model for the identification of terrons in the Lower Hunter Valley, Australia // *Geoderma Regional*, 2014, 1. P. 31–47
 115. Budiman Minasny, Orjan Berglund, John Connolly, Carolyn Hedley, Folkert de Vries, Alessandro Gimona, Bas Kempen, Darren Kidd, Harry Lilja, Brendan Malone, Alex McBratney, Pierre Roudier, Sharon O'Rourke, Rudiyanto, Jose Padarian, Laura Poggio, Alexandre ten Caten, Daniel Thompson, Clint Tuve, Wirastuti Widyatmanti Digital mapping of peatlands – A critical review // *Earth-Science Reviews*, 2019, 196: 102870.
 116. Carré F., Jeannée N., Casalegno S., Lemarchand O., Reuter H.I. and Montanarella L. Mapping the CN ratio of the forest litters in Europe-Lessons for Global Digital Soil Mapping. B c6.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 217–225.
 117. Daniel Müllner: “Modern hierarchical, agglomerative clustering algorithms”, 2011; arXiv:1109.2378
 118. Dobos E., Bialkó T., Micheli E. and Kobza J. Legacy soil data harmonization and database development. B c6.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 309–323.
 119. Dominique Arrouays, Alex McBratney, Johan Bouma, Zamir Libonova, Anne C. Richer-de-Forges, Cristine L.S. Morgan, Pierre Roudier, Laura Poggio, Vera Leatitia Mulder Impressions of digital soil maps: The good, the not so good, and making them ever better // *Geoderma Regional*, 2020, 20:e00255.
 120. Dominique Arrouays, Vera Leatitia Mulder, Anne C. Richer-de-Forges Soil mapping, digital soil mapping and soil monitoring over large areas and the dimensions of soil security – A review // *Soil Security*, 2021, 5: 100018.
 121. E.V. Shamrikova, B.M. Kondratenok, E.A. Tumanova, E.V. Vanchikova, E.M. Lapteva, T.V. Zonova, E.I. Lu-Lyan-Min, A.P. Davydova, Z. Libohova, N.

- Suvannang Transferability between soil organic matter measurement methods for database harmonization // *Geoderma*, 2022, Vol.412, 115547.
122. Florinsky I.V. Digital Terrain Modeling in Soil Science and Geology.
 123. Gooley L., Huang J., Page D., Triantafilis J. Digital soil mapping of available water content using proximal and remotely sensed data// *Soil use and management*. 2014. Vol. 30. Issue 1. P. 139–151.
 124. Harmonized World Soil Database (version 1.0)/ FAO, IIASA, ISRIC, ISSCAS, JRC.FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria. 2008.
 125. Juwon Kong, Youngryel Ryu, Sungchan Jeong, Zilong Zhong, Wonseok Choi, Jongmin Kim, Kyungdo Lee, Joongbin Lim, Keunchang Jang, Junghwa Chun, Kyoung-Min Kim, Rasmus Houborg Super resolution of historic Landsat Imagery using a dual generative adversarial network (GAN) model with CubeSat constellation imagery for spatially enhanced long-term vegetation monitoring // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2023 Vol. 200, p. 1-23.
 126. Khabat Khosravi, Fatemeh Rezaie, James R. Cooper, Zahra Kalantari, Soroush Abolfathi, Javad Hatamiafkoueieh Soil water erosion susceptibility assessment using deep learning algorithms // *Journal of Hydrology*, 2023 №168: 129229.
 127. MacMillan R.A., Moon D.E., Coupé R.A. Automated predictive ecological mapping in a Forest Region of B.C., Canada, 2001–2005 // *Geoderma*. 2007. Vol. 140. Issue 4. P. 353–373.
 128. Malone B.P, McBratney A.B., Minasny B., Laslett G.M.. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. *Geoderma*, 2009.
 129. №154. – P.138–152.
 130. Malone B.P., McBratney A.B., Minasny B.. Empirical estimates of uncertainty for mapping continuous depth functions of soil attributes// *Geoderma*, 2011. №160. – P.614–626.
 131. Marcel R. Ackermann, Johannes Blömer, Daniel Kuntze, Christian Sohler: “Analysis of Agglomerative Clustering”, 2010, Ackermann, M. R., Blömer, J.,

- Kuntze, D., and Sohler, C. (2014). Analysis of Agglomerative Clustering. *Algorithmica*, 69(1):184- 215; arXiv:1012.3697. DOI: 10.1007/s00453-012-9717-4.
132. Mayr T., Rivas-Casado M., Bellamy P., Palmer R., Zawadzka J. and Corstanje R. Two methods for using legacy data in Digital Soil Mapping. B c6.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 191–202.
 133. McBratney Alex. B., Mendonca Santos M.L., Minasny Budiman. On digital soil mapping. *Geoderma*, 2003. №117. – P.3-52.
 134. McBratney M. Voltz (Editors) Digital soil mapping: an introductory perspective. Elsevier, 2007. – 600 p.
 135. Mendonça-Santos M.L., Dart R.O., Santos H.G., Coelho M.R., BerbaraR.L.L., and Lumbreras J.F. Digital soil mapping of topsoil organic carbon content of Rio de Janeiro State, Brazil. B c6.: Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 255–266.
 136. Minasny B. and McBratney A.B.. Methodologies for Global Soil Mapping. Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application, and Operation // *Progress in Soil Science*, 2010. Volume 2. – P.429–436.
 137. Minasny Budiman, McBratney Alex. B., Hartemink Alfred E. Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base. *Geoderma*, 2010. №155. – P.132–139.
 139. New M., Todd M., Hulme M., Jones P. Precipitation measurements and trends in the twentieth century// *International Journal of Climatology*. 2001.Vol. 21.P. 1922–1999.
 140. Pahlavan Rad M. R., Toomanian N., Khormali F., Brungard C.W., Komaki C. B., Bogaert P. Updating soil survey maps using random forest and conditioned Latin hypercube sampling in the loess derived soils of northern Iran// *Geoderma*. 2014. Vol. 232–234. Issue 1. P. 97–106.
 141. Rafael G. Siqueira, Cassio M. Moquedace, Marco R. Francelino, Carlos E. G.

- R. Schaefer, Elpidio I. Fernandes-Filho Machine learning applied for Antarctic soil mapping: Spatial prediction of soil texture for Maritime Antarctica and Northern Antarctic Peninsula // *Geoderma*, 2023. № 432: 116405
142. Roecker S.M. and Thompson J.A. Scale effects on terrain attribute calculation and their use as environmental covariates for Digital Soil Mapping. B c6.: *Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V.*, 2010. P. 55–66.
143. Sulaeman Y., Minasny B., McBratney A. B., Sarwani M., Sutandi A. Harmonizing legacy soil data for digital soil mapping in Indonesia// *Geoderma*. 2013. Vol. 192. P. 77–85.
144. Songchao Chen, Dominique Arrouays, Vera Leatitia Mulder, Laura Poggio, Budiman Minasny, Pierre Roudier, Zamir Libohova, Philippe Lagacherie, Zhou Shi, Jacqueline Hannam, Jeroen Meersmans, Anne C Richer-de-Forges, Christian Walter Digital mapping of GlobalSoilMap soil properties at a broadscale: A review // *Geoderma*, 2022, 409: 115567.
145. Viscarra Rossel R.A., McKenzie N.J. and Grundy M.J. Using proximal soil sensors for Digital Soil Mapping. B c6.: *Digital Soil Mapping – New York: Springer Science + Business Media B.V.*, 2010. P. 79–92.
146. Xiaosong Lu, Junyang Du, Liping Zheng, Guoqing Wang, Xuzhi Li, LiSun, Xinghua Huang Feature fusion improves performance and interpretability of machine learning models in identifying soil pollution of potentially contaminated sites // *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2023, № 259: 115052.
147. Zhao Y.C. and Shi X.Z. Spatial prediction and uncertainty assessment of soil organic carbon in Hebei Province, China. B c6.: *Digital Soil Mapping - New York: Springer Science + Business Media B.V.*, 2010. P. 227–239.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Сводная таблица почвенно-геоморфологического районирования Ростовской области

№	Почвенный район	Почвенный подрайон	Площадь подрайона (га)	% от площади РО	Преобладающие почвы (согласно высотной организации почв РО (Крыщенко, 2008)	Преобладающие негативные факторы (и подверженные им площади почв (%))	Наименование почвы	Процент
1	Среднедонской почвенный район	Калачский подрайон	243846	2.42	Черноземы обыкновенные, черноземы южные, серопески	Плоскостная водная эрозия(смытость) – 43.23, каменистость –2.43, солонцеватость – 3.55, ветровая эрозия – 5.49	Черноземы южные	61.43
							Черноземы обыкновенные	14.02
							Почвы балок	4.1
							Пески	3.1
							Дерново-намытые почвы	1.64
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.3
		Подрайон			Черноземы обыкновенные,	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 46.92,	Черноземы южные	67.96
							Черноземы обыкновенные	11.76

Продолжение приложения 1

2		Восточно-Донской гряды	430164	4.26	Черноземы южные	каменистость -6.43, солонцеватость - 7.71, ветровая эрозия - 1.83	Почвы балок	5.38
							Солонцы черноземные	2.27
							Дерново-намытые почвы	1.14
							Лугово-черноземные почвы	1
3		Больше-Чирский подрайон	471926	4.68	Черноземы южные, черноземы южные в комплексе с солонцами	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 44.33,каменистость - 1.40, солонцеватость - 13.83, размыв - 1.13, ветровая эрозия - 2.82	Черноземы южные	76.88
							Почвы балок	5.31
							Лугово-черноземные почвы	2.41
							Пески	1.66
4	Доно- Донецкий почвенный район	Белокалитвенский подрайон	418530	4.15	Черноземы обыкновенные, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 34.45,каменистость - 4.49, солонцеватость - 6.84, размыв - 1.47, ветровая	Черноземы южные	73.74
							Почвы балок	4.99
							Пески	2.99
							Лугово-черноземные почвы	2.7
							Солонцы черноземные	1.84
							Луговые почвы	1.61

Продолжение приложения 1

						эрозия - 1.87	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.28
5		Глубокинский подрайон	687573	6.82	Черноземы обыкновенные, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 33.93, солончаковатость - 1.39, каменистость -3.94, солонцеватость - 6.28, засоление - 1.18, ветровая эрозия - 1.91	Черноземы южные	76.99
							Почвы балок	4.49
							Пески	2.62
							Солонцы черноземные	1.97
							Лугово- черноземные почвы	1.72
							Луговые почвы	1.21

Продолжение приложения 1

6	Доно-Чирский почвенный район	Кагальницкий подрайон	201336	2	Темно- каштановые почвы, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 33.51, солончаковатость - 4.39, каменистость -1.70, солонцеватость - 14.37, засоление - 3.43, ветровая эрозия - 6.16	Черноземы южные	73.77
							Почвы балок	5.11
							Луговые почвы	2.46
							Черноземы обыкновенные	2.41
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	2.36
							Черноземы южные	51.73
							Темно- каштановые почвы	26.43

Продолжение приложения 1

7		Быстрянский подрайон	495144	4.91	Темно- каштановые почвы, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 42.56, солончаковатость - 1.42, солонцеватость - 18.59, ветровая эрозия - 3.66	Почвы балок	5.45
							Лугово- каштановые почвы	2.56
							Лугово- черноземные почвы	2.39
							Солонцы каштановые	1.7
							Каштановые почвы	1.4
							Солонцы черноземные	1.13
							Темно- каштановые почвы	45.41
							Черноземы южные	23.27

Продолжение приложения 1

8		Доно- Цимлянский подрайон	309816	3.07	Темно- каштановые почвы, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 32.00, солончаковатость - 2.59, солонцеватость - 32.6, осолодение - 1.05, засоление - 2.03, ветровая эрозия - 1.10	Лугово- каштановые почвы	4.09
							Почвы балок	3.83
							Пески	2.5
							Луговые почвы	2.38
							Лугово- черноземные почвы	2.06
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.8
							Солонцы каштановые	1.75
							Черноземы без указания подтипа	1.47
							Солонцы без указания подтипа	1.1
							Черноземы южные	61.13
							Черноземы обыкновенные	9.83

Продолжение приложения 1

9	Донецкий почвенный район	Усть-Донецкий подрайон	206668	2.05	Черноземы обыкновенные, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 35.11, солончаковатость - 3.16, каменистость -4.63, солонцеватость - 7.20, размыв - 1.12, засоление - 2.62, ветровая эрозия - 2.20	Почвы балок	4.22
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.8
							Песчаные почвы	1.62
							Пески	1.36
							Черноземы южные	52.65
							Черноземы обыкновенные	21.45
10		Подрайон Донецкого Кряжа	387546	3.84	Черноземы обыкновенные, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 46.76, каменистость - 23.37, солонцеватость - 7.88, размыв - 1.17, ветровая эрозия - 1.35	Черноземы неполноразвитые	6.69
							Почвы балок	5.7
							Солонцы черноземные	1.76
							Обнажения плотных пород	1.73
							Черноземы обыкновенные	82.6
							Почвы балок	2.75

Продолжение приложения 1

11		Миусский подрайон	258290	2.56	Черноземы обыкновенные, черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 35.01, солончаковатость - 2.52, каменистость -4.63, солонцеватость - 2.06, засоление - 2.02, ветровая эрозия - 2.83, преобразованность (орошение) - 3.94	Лугово- черноземные почвы	2.65
							Луговые почвы	1.24
							Черноземы обыкновенные	73.88
							Черноземы южные	7.1
12	Северо- Приазовский почвенный район	Тузовский подрайон	605326	6	Черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 33.85, солончаковатость - 3.47, каменистость -7.08, солонцеватость - 1.49, засоление - 1.68, ветровая эрозия - 4.68	Почвы балок	4.18
							Луговые почвы	2.53
							Черноземы неполноразвитые	2.28
							Лугово- черноземные почвы	2.1
							Черноземы обыкновенные	40.31
							Черноземы южные	31.94

Продолжение приложения 1

13		Несветаевско-Грушевский подрайон	166532	1.65	Черноземы южные, черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 32.77, солончаковатость - 7.29, каменистость - 3.44, солонцеватость - 5.68, засоление - 6.69, ветровая эрозия - 4.42, заболоченность - 1.39, преобразованность - 1.25	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	5.83
							Луговые почвы	5.68
							Почвы балок	2.89
							Аллювиальные почвы	1.05
14	Азово-Кубанский почвенный район	Приманыческо-Егорлыкский подрайон	421992	4.18	Черноземы карбонатные, темно-каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 29.69, солончаковатость - 1.85, засоление - 1.39, ветровая эрозия - 30.21	Черноземы обыкновенные	86.17
							Почвы балок	1.63
							Черноземы без определения подтипа	1.52
							Лугово-черноземные почвы	1.43

Продолжение приложения 1

15		Центральный подрайон	682355	6.76	Черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 24.20, солончаковатость - 3.43, солонцеватость - 2.35, засоление - 2.85, ветровая эрозия - 33.18, погребенные почвы - 1.69, преобразованные - 1.93	Черноземы обыкновенные	81.74
							Лугово-черноземные почвы	4.55
							Луговые почвы	3
							Черноземы южные	1.41
16		Самарско-Кагальницкий подрайон	361071	3.58	Черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 21.81, солончаковатость - 2.79, солонцеватость - 1.44, засоление - 2.41, ветровая эрозия - 40.38, преобразованность - 1.55	Черноземы обыкновенные	81.02
							Лугово-черноземные почвы	2.02
							Луговые почвы	1.38
							Луговато-черноземные почвы	1.24

Продолжение приложения 1

17		Азово- Кущевский подрайон	109290	1.08	Черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 18.32, солончаковатость - 6.99, засоление - 1.85	Черноземы обыкновенные	84.35
							Лугово- черноземные почвы	5
							Лугово-болотные иловатые почвы	1.64
							Аллювиальные лугово-болотные почвы	1.13
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.09

Продолжение приложения 1

18	Донской террасовый почвенный район	Семикаракорско- Мартыновский подрайон	144458	1.43	Черноземы южные, черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 15.04, солончаковатость - 6.68, солонцеватость - 6.27, засоление - 6.35, преобразованность - 4.84	Черноземы южные Черноземы обыкновенные	51.02
								18.91
							Лугово- черноземные почвы	9.46
							Луговые почвы	4.8
							Каштановые почвы	1.11
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.06
19		Багаевско- Мартыновский подрайон	136550	1.35	Черноземы южные, черноземы карбонатные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 8.97, солончаковатость - 24.68, солонцеватость - 9,80, засоление - 21.22, ветровая эрозия - 3.80, преобразованность - 2.59	Черноземы обыкновенные	67.99
							Лугово- черноземные почвы	6.97
							Черноземы южные	5.14
							Луговые почвы	2.24
							Солончаки луговые	1.42
							Темно- каштановые почвы	1.22
							Солонцы лугово- черноземные	1.12

Продолжение приложения 1

20	Левочирский почвенный район	Обливский подрайон	320919	3.18	Черноземы южные, темно- каштановые почвы, серопески	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 38.59, солончаковатость - 2.00, солонцеватость - 33.02, ветровая эрозия - 2.98	Черноземы южные	30.88
							Темно- каштановые почвы	23.05
							Каштановые почвы	14.88
							Почвы балок	5.22
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	3.65
							Луговые почвы	3.48
							Песчаные почвы	1.55
							Пески	1.43
							Аллювиальные почвы	1.18

Продолжение приложения 1

21	Почвенный район Доно-Сальского Междуречья	Волгодонский подрайон	212183	2.1	Темно-каштановые почвы, каштановые террасовые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 21.33, солончаковатость - 12.07, солонцеватость - 69.06, осолодение - 2.85, засоление - 11.80, ветровая эрозия - 21.33	Каштановые почвы	40.01
							Темно-каштановые почвы	25.42
							Солонцы каштановые	11.04
							Лугово-каштановые почвы	7.15
							Луговато-каштановые почвы	3.62
							Почвы балок	3.17
							Черноземы южные	2.27
							Аллювиальные луговые насыщенные почвы	1.86

Продолжение приложения 1

22		Центральный (Дубовский) подрайон	111099	1.1	Черноземы южные, темно- каштановые почвы, каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 22.37, солончаковатость - 14.22, солонцеватость - 53.19, засоление - 13.93, ветровая эрозия - 17.44	Каштановые почвы	43.62
							Солонцы каштановые	19.2
							Лугово- каштановые почвы	13.99
							Темно- каштановые почвы	7.65
							Луговато- каштановые почвы	5.54
							Почвы балок	2.22
							Солонцы лугово- каштановые	1.19

Продолжение приложения 1

23		Ергенинский подрайон	419788	4.16	Каштановые почвы, светло-каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 7.65, солончаковатость - 26.21, солонцеватость - 52.30, засоление - 14.92, ветровая эрозия - 10.82	Светло-каштановые почвы	37.17
							Солонцы каштановые	36.51
							Лугово-каштановые почвы	7.18
							Каштановые почвы	6.45
							Луговато-каштановые почвы	4.54
							Почвы балок	4.14
24	Почвенный район Северного Сало-Манычского склона	Пролетарско-Куберлинский подрайон	437701	4.34	Черноземы карбонатные, черноземы южные, темно-каштановые почвы, каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 20.93, солончаковатость - 3.80, солонцеватость - 45.66, засоление - 2.42, ветровая эрозия - 4.74, преобразованность - 2.69	Темно-каштановые почвы	48.46
							Черноземы южные	32.7
							Почвы балок	3.21
							Лугово-каштановые почвы	2.95
							Солонцы каштановые	2.56

Продолжение приложения 1

25		Куберле-Гашунский подрайон	457456	4.53	Черноземы южные, темно-каштановые почвы, каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 16.44, солончаковатость - 6.21, солонцеватость - 63.73, засоление - 4.04, ветровая эрозия - 26.36, преобразованность - 2.12	Темно-каштановые почвы	46.16
							Солонцы каштановые	18.15
							Каштановые почвы	17.61
							Черноземы южные	5.34
							Лугово-каштановые почвы	3.89
							Луговато-каштановые почвы	3.71
							Почвы балок	1.92

Продолжение приложения 1

26		Гашун-Джураксальский подрайон	517649	5.13	Темно-каштановые почвы, каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 16.04, солончаковатость - 10.02, солонцеватость - 55.45, осолодение - 1.73, засоление - 6.87, ветровая эрозия - 19.85	Каштановые почвы	40.08
							Солонцы каштановые	33.56
							Светло-каштановые почвы	6.21
							Луговато-каштановые почвы	5.17
							Лугово-каштановые почвы	3.73
							Темно-каштановые почвы	3.43
							Почвы балок	2.71

Продолжение приложения 1

27		Загиста- Джураксальский подрайон	166581	1.65	Каштановые почвы, светло- каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 6.33, солончаковатость - 6.94, солонцеватость - 47.81, засоление - 6.64, ветровая эрозия - 8.57	Солонцы каштановые	38.54
							Каштановые почвы	33.55
							Светло- каштановые почвы	9.72
							Лугово- каштановые почвы	5.29
							Почвы балок	4.63
							Луговато- каштановые почвы	3.27
							Темно- каштановые почвы	1.41

Продолжение приложения 1

28	Почвенный район Южного Сало-Манычского склона	Садковско-Пролетарский подрайон	82067	0.81	Темно-каштановые почвы, каштановые почвы, черноземы южные	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 9.27, солончаковатость - 13.76, солонцеватость - 35.33, засоление - 9.51, ветровая эрозия - 4.47, преобразованность - 3.51	Темно-каштановые почвы	27.48
							Черноземы обыкновенные	26.11
							Черноземы южные	22.13
							Солонцы каштановые	3.02
							Лугово-каштановые почвы	2.8
							Солонцы лугово-каштановые	2.76
							Лугово-болотные почвы	2
							Солончаки луговые	1.4
							Солонцы черноземные	1.36

Продолжение приложения 1

29		Маныч-Гудиловский подрайон	63351	0.63	Темно-каштановые почвы, каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 7.88, солончаковатость - 6.85, солонцеватость - 25.84, засоление - 1.59, ветровая эрозия - 4.64,	Темно-каштановые почвы	35.96
							Черноземы обыкновенные	34.09
							Солонцы лугово-каштановые	5.24
							Черноземы южные	4.17
							Солонцы каштановые	2.99
							Лугово-каштановые почвы	2.37
							Почвы балок	1.17

Окончание приложения 1

30		Ремонтненский подрайон	113595	1.13	Каштановые почвы, светло-каштановые почвы	Плоскостная водная эрозия (смытость) - 3.62, солончаковатость - 7.94, солонцеватость - 46.89, засоление - 5.24	Солонцы каштановые	30.73
							Каштановые почвы	20.77
							Лугово-каштановые почвы	11.53
							Светло-каштановые почвы	7.98
							Темно-каштановые почвы	5.52
							Солончако-солонцы	4.74
							Солонцы луговые	4.11
							Луговые почвы	4
							Солончаки луговые	1.72
							Почвы балок	1.7
							Солонцы лугово-каштановые	1.26

**Приложение 2 – Корреляционная таблица почвенных наименований
(тип-подтип-род)**

№	Наименование по легенде (группа типов почв, подтип почв, род)	Наименование согласно классификации почв СССР 1977		
		Тип почв (группа типов почв)	Подтип почв	Род почв
1	Черноземы обыкновенные	Черноземы	Черноземы обыкновенные	-
2	Черноземы северо-приазовские	Черноземы	Черноземы обыкновенные	карбонатные
3	Черноземы предкавказские	Черноземы	Черноземы обыкновенные	карбонатные
4	Черноземы южные	Черноземы	Черноземы южные	-
5	Неполноразвитые черноземы южные	Черноземы	Черноземы южные	неполноразвитые
6	Черноземы южные (переходные к северо- приазовским)	Черноземы	Черноземы южные	-
7	Черноземы южные переходные к предкавказским	Черноземы	Черноземы южные	-
8	Черноземы террасовые типа предкавказских	Черноземы	Черноземы обыкновенные	остаточно- луговатые
9	Черноземы террасовые	Черноземы	Черноземы обыкновенные, черноземы южные	остаточно- луговатые
10	Черноземы террасовые типа южных	Черноземы	Черноземы южные	остаточно- луговатые
11	Темно-каштановые почвы	Каштановые почвы	Темно- каштановые почвы	-
12	Каштановые почвы	Каштановые почвы	Каштановые почвы	-
13	Светло-каштановые почвы	Каштановые почвы	Светло- каштановые почвы	-

Продолжение приложения 2

14	Темно-каштановые почвы террас	Каштановые почвы	Темно-каштановые почвы	остаточно-луговые
15	Каштановые почвы террас	Каштановые почвы	Каштановые почвы	остаточно-луговые
16	Светло-каштановые почвы террас	Каштановые почвы	Светло-каштановые почвы	остаточно-луговые
17	Лугово-черноземные почвы	Лугово-черноземные почвы	Лугово-черноземные почвы	-
18	Луговато-черноземные почвы	Лугово-черноземные почвы	Луговато-черноземные почвы	-
19	Лугово-черноземные почвы террас	Лугово-черноземные почвы	Лугово-черноземные почвы	остаточно-луговые
20	Луговато-черноземные почвы террас	Лугово-черноземные почвы	Луговато-черноземные почвы	остаточно-луговые
21	Луговые почвы	Луговые почвы	Луговые почвы	-
22	Влажно-луговые почвы	Луговые почвы	Влажно-луговые почвы	-
23	Солончаки	Солончаки автоморфные, солончаки гидроморфные	-	-
24	Солончаки гидроморфные	Солончаки гидроморфные	-	-
25	Солончаки гидроморфные луговые	Солончаки гидроморфные	Солончаки луговые	-
26	Солончаки луговые	Солончаки гидроморфные	Солончаки луговые	-
27	Солончаки луговые глубокопрофильные	Солончаки гидроморфные	Солончаки луговые	глубоко-профильные
28	Солончаки остаточные и луговые	Солончаки гидроморфные	Солончаки луговые	-
29	Солончаки мокрые	Солончаки гидроморфные	Солончаки соровые	-
30	Солончаки лугово-степные	Солончаки гидроморфные	Солончаки луговые	-
31	Луговые солончаки	Солончаки гидроморфные	Солончаки луговые	-

Продолжение приложения 2

32	Солончаки болотные	Солончаки гидроморфные	Солончаки болотные	-
33	Солончаки типичные	Солончаки автоморфные	Солончаки автоморфные типичные	-
34	Солончако-солонцы	Солончако-солонцы	-	-
35	Солончако-солонцы луговые	Солончако-солонцы	-	-
36	Солонцы	Солонцы автоморфные, Солонцы полугидроморфные, Солонцы гидроморфные	-	-
37	Солонцы черноземные	Солонцы автоморфные	Солонцы черноземные	-
38	Солонцы каштановые	Солонцы автоморфные	Солонцы каштановые	-
39	Солонцы лугово-черноземные	Солонцы полугидроморфные	Солонцы лугово-черноземные	-
40	Солонцы лугово-каштановые	Солонцы полугидроморфные	Солонцы лугово-каштановые	-
41	Солонцы каштаново-луговые	Солонцы гидроморфные	Солонцы каштаново-луговые	-
42	Солонцы лугово-степные	Солонцы гидроморфные	Солонцы луговые	-
43	Солонцы луговые	Солонцы гидроморфные	Солонцы луговые	-
44	Солоди	Солоди	Солоди лугово-степные, солоди луговые, солоди лугово-болотные	-
45	Недоразвитые почвы черноземного типа	Неполноразвитые почвы	-	-
46	Неполноразвитые песчаные почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
47	Неполноразвитые почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
48	Неполноразвитые почвы черноземного типа	Неполноразвитые почвы	-	-

Продолжение приложения 2

49	Неразвитые почвы черноземного типа	Неполноразвитые почвы	-	-
50	Примитивные почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
51	Примитивные черноземы	Неполноразвитые почвы	-	-
52	Черноземы недоразвитые	Неполноразвитые почвы	-	-
53	Черноземы неполноразвитые	Неполноразвитые почвы	-	-
54	Черноземы примитивные	Неполноразвитые почвы	-	-
55	Аллювиальные слаборазвитые почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
56	Аллювиальные малоразвитые почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
57	Малоразвитые аллювиальные почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
58	Малоразвитые щебенчатые почвы	Неполноразвитые почвы	-	-
59	Аллювиальные почвы	Аллювиальные почвы	-	-
60	Аллювиальные луговые почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	-
61	Лугово-аллювиальные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	-
62	Луговые аллювиальные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	-
63	Луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	-
64	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	-

Продолжение приложения 2

65	Аллювиальные луговые насыщенные карбонатные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	-
66	Аллювиальные луговые насыщенные слоистые почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные слоистые почвы	-
67	Аллювиальные луговые насыщенные слоистые примитивные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные слоистые почвы; Аллювиальные луговые насыщенные примитивные почвы	-
68	Аллювиальные луговые насыщенные темноцветные почвы	Аллювиальные луговые Насыщенные почвы	Аллювиальные луговые насыщенные темноцветные почвы	-
69	Аллювиальные луговые карбонатные почвы	Аллювиальные луговые карбонатные почвы	Аллювиальные луговые карбонатные почвы	-
70	Аллювиальные луговые карбонатные слоистые почвы	Аллювиальные луговые карбонатные почвы	Аллювиальные луговые карбонатные слоистые почвы	-
71	Аллювиальные карбонатные почвы	Аллювиальные луговые карбонатные почвы	Аллювиальные луговые карбонатные почвы	-
72	Аллювиальные дерновые насыщенные почвы	Аллювиальные дерновые насыщенные почвы	Аллювиальные дерновые насыщенные почвы	-
73	Аллювиальные дерновые слоистые насыщенные почвы	Аллювиальные дерновые насыщенные почвы	Аллювиальные дерновые насыщенные слоистые	-
74	Аллювиально-болотные иловато-перегнойно-глеевые почвы	Аллювиально-болотные иловато-перегнойно-глеевые почвы	-	-

Продолжение приложения 2

75	Аллювиально-лугово-болотные почвы	Аллювиально-болотные иловато-перегнойно- глеевые почвы	-	-
76	Аллювиальные болотные иловато-перегнойно- глеевые почвы	Аллювиально-болотные иловато-перегнойно- глеевые почвы	Аллювиальные болотные иловато- глеевые почвы	-
77	Аллювиальные болотные перегнойно-глеевые почвы	Аллювиально-болотные иловато-перегнойно- глеевые почвы	Аллювиальные болотные перегнойно- глеевые почвы	-
78	Аллювиальные болотные почвы	Аллювиальные лугово-болотные почвы	Аллювиальные лугово- болотные почвы	-
79	Аллювиальные лугово-болотные почвы	Аллювиальные лугово-болотные почвы	Аллювиальные лугово-болотные почвы	-
80	Аллювиальные луговые болотные почвы	Аллювиальные лугово-болотные почвы	Аллювиальные лугово-болотные почвы	-
81	Луговато-болотные почвы	Луговато-болотные почвы	-	-
82	Иловато-болотные почвы	Луговато-болотные почвы	Лугово-болотные иловатые почвы	-
83	Лугово-болотные иловатые почвы	Луговато-болотные почвы	Лугово- болотные иловатые почвы	-
84	Болотные почвы	Болотные почвы	-	-
85	Болотные иловатые почвы	Болотные почвы	-	-
86	Серопесчаные почвы	Серопески	-	-

Продолжение приложения 2

87	Пески слабоволнистые мощные гумусированные	Серопески	-	-
88	Серопески	Серопески	-	-
89	Серопесчаные почвы	Серопески	-	-
90	Черноземовидные песчаные почвы	Серопески	-	-
91	Черноземовидные почвы	Серопески	-	-
92	Черноземовидные почвы (серопески)	Серопески	-	-
93	Черноземовидные супесчаные и песчаные почвы	Серопески	-	-
94	Черноземовидные супесчаные почвы	Серопески	-	-
95	Черноземовидные почвы (типа южных черноземов)	Серопески	-	-
96	Пески слабогумусированные	Песчаные почвы	-	-
97	Пески слабогумусированные развешенные	Песчаные почвы	-	-
98	Пески слабогумусированные слабозаросшие	Песчаные почвы	-	-
99	Пески слабозаросшие	Песчаные почвы	-	-
100	Пески слабозаросшие бугристые	Песчаные почвы	-	-
101	Пески слабозаросшие слабогумусированные	Песчаные почвы	-	-
102	Пески среднебугристые слаборазвитые слабогумусированные слабо- и средне закрепленные	Песчаные почвы	-	-
103	Пески, заросшие	Песчаные почвы среднегумусированные	-	-

104	Пески мелкобугристые заросшие среднеразмываемые	Песчаные почвы среднегумусирован- ные	-	-
105	Пески гумусированные заросшие	Песчаные примитивные почвы	-	-
106	Песчаные примитивные почвы	Песчаные примитивные почвы	-	-
107	Примитивные влажно- луговые песчаные почвы	Песчаные примитивные почвы	-	-
108	Примитивные песчаные почвы	Песчаные примитивные почвы	-	-
109	Пески закрепленные бугристые слабогумусированные	Песчаные примитивные почвы	-	-
110	Аллювиальные(пляжные) пески	Пески	-	-
111	Аллювиальные пески	Пески	-	-
112	Аллювиальные пески морского пляжа	Пески	-	-
113	Аллювиальные пески пляжные	Пески	-	-
114	Грядовые пески развеваемые	Пески	-	-
115	Грядовые развеваемые пески	Пески	-	-
116	Ергенинские пески мелкобугристые развеваемые	Пески	-	-
117	Мелкобугристые пески развеваемые	Пески	-	-
118	Мелкобугристые развеваемые пески	Пески	-	-

Продолжение приложения 2

119	Обнажения песков (серых подстилаемых пестроцветными глинами)	Пески	-	-
120	Пески аллювиальные (голые)	Пески	-	-
121	Пески аллювиальные	Пески	-	-
122	Пески аллювиальные карбонатные	Пески	-	-
123	Пески мелкобугристые аллювиальные	Пески	-	-
124	Пески мелкобугристые развеваемые	Пески	-	-
125	Пески пляжные	Пески	-	-
126	Пески развеваемые	Пески	-	-
127	Пески развеваемые сильно размываемые	Пески	-	-
128	Пески сильно развеваемые	Пески	-	-
129	Аллювиально-делювиальные почвы	Делювиальные почвы	-	-
130	Аллювиально-делювиальные слоистые почвы	Делювиальные почвы	-	-
131	Делювиально-аллювиальные почвы	Делювиальные почвы	-	-
132	Делювиальные наносные почвы	Делювиальные почвы	-	-
133	Делювиальные почвы	Делювиальные почвы	-	-
134	Мощный делювиальный намыв	Делювиальные почвы	-	-
135	Дерново-намытые почвы	Дерново-намытые почвы	-	-
136	Почвы балок	Почвы балок	-	-
137	Почвы глубоких балок	Почвы балок	-	-

Окончание приложения 2

138	Почвы глубоких потяжин	Почвы балок	-	-
139	Почвы неглубоких балок	Почвы балок	-	-
140	Обнажение рыхлых пород	Обнажения рыхлых пород	-	-
141	Обнажения коренных пород	Обнажения коренных пород	-	-
142	Обнажения плотных и рыхлых пород	Обнажения плотных и рыхлых пород	-	-
143	Обнажения пород	Обнажения плотных и рыхлых пород	-	-
144	Обнажения твердых и рыхлых пород, и овраги	Обнажения плотных и рыхлых пород	-	-
145	Овраги (обнажения плотных и рыхлых пород)	Обнажения плотных и рыхлых пород	-	-
146	Обнажения плотных пород	Обнажения плотных пород	-	-
147	Обнажения рыхлых и плотных пород (овраги)	Обнажения рыхлых и плотных пород	-	-
148	Овраги (обнажения рыхлых и плотных пород)	Обнажения рыхлых и плотных пород	-	-
149	Овраги	Овраги	-	-
150	Овраги (обнажения рыхлых пород)	Овраги	-	-
151	Овражно-балочный комплекс	Овраги	-	-
152	Нарушенные земли	Нарушенные земли	-	-
153	Обнажение рыхлых пород (нарушенные земли)	Нарушенные земли	-	-

**Приложение 3 – Корреляционная таблица наименований
почвообразующих пород**

№	Наименование почвообразующей породы из легенд крупно- и среднемасштабных карт (укрупненные наименования)	Наименование почвообразующей породы в списке-классификаторе
1	Аллювиально-делювиальные отложения различного гранулометрического состава, Делювиально-аллювиальные отложения	Аллювиально-делювиальные отложения
2	Аллювиальные отложения различного гранулометрического состава, Аллювиальные наносы, двухфазные аллювиальные отложения (глинистые-суглинистые), многофазные аллювиальные отложения, морские аллювиальные отложения, разнофазный аллювий, современные аллювиальные отложения	Аллювиальные отложения
3	Гидрогенизированные глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Гидрогенизированные глины и суглинки
4	Гипергенизированные глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые), гипергенизированные лессовидные глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Гипергенизированные глины и суглинки
5	Глины и суглинки без дифференциации, в том числе опесчаненные	Глины и суглинки
6	Делювиальные отложения различного гранулометрического состава	Делювиальные отложения
7	Древнеаллювиальные отложения различного гранулометрического состава и степени засоления, древнеаллювиальные наносы, древне- аллювиальные желто-бурые глины и суглинки, Древне-аллювиальные лессовидные глины и суглинки, Древнеаллювиальные отложения лессовидного характера	Древнеаллювиальные отложения

8	Желто-бурые глины (легкие, средние,тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые), в том числе опесчаненные. Желто-бурые скифские глины	Желто-бурые глины и суглинки
9	Желто-бурые засоленные глины (легкие,средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые), в том числе опесчаненные	Желто-бурые засоленныеглины и суглинки
10	Желто-бурые щебенчатые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые), в том числе опесчаненные	Желто-бурые щебенчатыеглины и суглинки
11	Глины отложения различной степени засоления	Засоленные аллювиальные отложения
12	Глины и суглинки засоленные, в том числе опесчаненные	Засоленные глины и суглинки
13	Зелено-бурые скифские глины (легкие,средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Зелено-бурые скифскиеглины и суглинки
14	Зеленовато-бурые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Зеленовато-бурые глины и суглинки
15	Зеленовато-серые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые). Зеленовато-серые оглеенные гипергенезированные глины, зеленовато- серые оглеенные глины. Серо-зеленые глины и суглинки	Зеленовато-серые глины и суглинки
16	зеленовато-серые щебнистые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Зеленовато-серые щебнистыеглины и суглинки
17	Зеленоватые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние,тяжелые). Зеленоватые скифские глины	Зеленоватые глины и суглинки
18	Зеленые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние,тяжелые)	Зеленые глины и суглинки

19	Красно-бурые глины (легкие, средние,тяжелые) и суглинки (легкие, средние,тяжелые), в том числе опесчаненные. Скифские глины и суглинки. Красно-бурые структурные глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Красно-бурые глины и суглинки
20	Лессовидные глины (легкие, средние, тяжелые), суглинки (легкие, средние, тяжелые), в том числе опесчаненные.	Лессовидные глины и суглинки
21	Лессовидные засоленные глины (легкие,средние, тяжелые), суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Лессовидные засоленныеглины и суглинки
22	Лессовидные щебенчатые глины (легкие, средние, тяжелые), суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Лессовидные щебенчатыеглины и суглинки
23	Лиманно-озерные отложения различного гранулометрического состава	Лиманно-озерные отложения
24	Оливково-бурые глины (легкие, средние, тяжелые)и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Оливково-бурые глины и суглинки
25	Оливково-зеленые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Оливково-бурые глины и суглинки
26	Охристые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние,тяжелые)	Охристые глины и суглинки
27	Охристые засоленные глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие,средние, тяжелые)	Охристые засоленныеглины и суглинки
28	Охристые щебенчатые глины (легкие,средние, тяжелые) и суглинки (легкие,средние, тяжелые)	Охристые щебенчатыеглины и суглинки
29	Пестроцветные глины (легкие, средние,тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Пестроцветные глины и суглинки
30	Пестроцветные засоленные глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Пестроцветные засоленныеглины и суглинки

продолжение приложения 3

31	Пестроцветные щебнистые глины (легкие, средние, тяжелые) и суглинки (легкие, средние, тяжелые)	Пестроцветные щебнистые глины и суглинки
32	Пески различного генезиса	Песчаные отложения
33	Пески щебнистые различного генезиса	Песчаные щебнистые отложения
34	Структурные глины (легкие, средние, тяжелые)	Структурные глины
35	Супеси различного генезиса	Супесчаные отложения
36	Супеси щебнистые различного генезиса	Супесчаные щебнистые отложения
37	Глины и суглинки щебнистые, в том числе опесчаненные	Щебнистые глины и суглинки
38	Элювий аргиллитов, аргиллиты	Элювий аргиллитов
39	Элювий известняков, известняки	Элювий известняков
40	Элювий мела, мел	Элювий мела
41	Элювий мергеля, мергель	Элювий мергеля
42	Элювий опока, опока	Элювий опока
43	Элювий песчаников, песчаники	Элювий песчаников
44	Элювий плотных пород, плотные породы	Элювий плотных пород
45	Элювий ракушечников, ракушечники	Элювий ракушечников
46	Элювий сланцев, сланцы, элювий глинистых сланцев, элювий опесчаненных глинистых сланцев, опесчаненные сланцы, элювием песчано-глинистых сланцев	Элювий сланцев
47	Элювий трепела, трепел	Элювий трепела
48	Эолово-делювиальные отложения	Эолово-делювиальные отложения

Приложение 4 – Универсальный список-классификатор почв Ростовской области

№	Наименование группы информации
	Тип почв
1	Черноземы
2	Каштановые почвы
3	Лугово-черноземные почвы
4	Луговые почвы
5	Солончаки
6	Солончаки гидроморфные
7	Солончаки автоморфные
8	Солончако-солонцы
9	Солонцы
10	Солонцы автоморфные
11	Солонцы полугидроморфные
12	Солонцы гидроморфные
13	Солоди
14	Неполноразвитые почвы
15	Аллювиальные почвы
16	Аллювиальные луговые насыщенные почвы
17	Аллювиальные луговые карбонатные почвы
18	Аллювиальные дерновые насыщенные почвы
19	Аллювиально-болотные иловато-перегнойно-глеевые почвы
20	Аллювиальные лугово-болотные почвы
21	Луговато-болотные почвы
22	Болотные почвы
23	Серопески
24	Песчаные почвы
25	Песчаные почвы среднегумусированные
26	Песчаные примитивные почвы
27	Пески
28	Делювиальные почвы
29	Дерново-намытые почвы

30	Почвы балок
31	Обнажение рыхлых пород
32	Обнажения коренных пород
33	Обнажения плотных и рыхлых пород
34	Обнажения плотных пород
35	Обнажения рыхлых и плотных пород
36	Овраги
37	Нарушенные земли
Подтип почв	
38	Черноземы обыкновенные
39	Черноземы южные
40	Темно-каштановые почвы
41	Каштановые почвы
42	Светло-каштановые почвы
43	Лугово-черноземные почвы
44	Луговато-черноземные почвы
45	Луговые почвы
46	Влажно-луговые почвы
47	Солончаки луговые
48	Солончаки соровые
49	Солончаки болотные
50	Солончаки автоморфные типичные
51	Солонцы черноземные
52	Солонцы каштановые
53	Солонцы лугово-черноземные
54	Солонцы лугово-каштановые
55	Солонцы каштаново-луговые
56	Солонцы луговые
57	Солоди лугово-степные
58	Солоди луговые
59	Солоди лугово-болотные
60	Аллювиальные луговые насыщенные почвы
61	Аллювиальные луговые насыщенные слоистые почвы
62	Аллювиальные луговые насыщенные темноцветные почвы
63	Аллювиальные луговые карбонатные почвы
64	Аллювиальные луговые карбонатные слоистые почвы
65	Аллювиальные дерновые насыщенные почвы

66	Аллювиальные дерновые насыщенные слоистые
67	Аллювиальные болотные иловато-глеевые почвы
68	Аллювиальные болотные перегнойно-глеевые почвы
69	Аллювиальные лугово-болотные почвы
70	Лугово-болотные иловатые почвы
Род	
71	карбонатные
72	вторично-луговые
73	выщелоченные
74	заболоченные
75	засоленные
76	каменистые
77	карбонатные, неполноразвитые
78	контактно-луговатые
79	контактно-луговатые, карбонатные
80	контактно-луговые
81	некарбонатные
82	неполноразвитые
83	неполноразвитые, карбонатные
84	несолонцеватые
85	обычные
86	опесчаненные
87	осолодевающие
88	осолоделые
89	остаточно-луговатые
90	остаточно-луговатые, карбонатные
91	остаточно-луговатые, слабодифференцированные
92	остаточно-луговые
93	поверхностно-карбонатные
94	промытые
95	слабодифференцированные
96	слитые
97	слитые, осолоделые
98	солонцеватые
99	щебенчатые
Мощность гумусовых горизонтов A+B	
100	очень маломощные
101	маломощные
102	среднемощные
103	мощные

104	сверхмощные
105	очень маломощные, маломощные
106	маломощные, среднемощные
107	среднемощные, мощные
108	мощные, сверхмощные
Содержание гумуса	
109	слабогумусированные
110	малогумусные
111	среднегумусные
112	слабогумусированные, малогумусные
113	малогумусные, среднегумусные
114	слабогумусные
115	малогумусированные
116	низкогумусированные
117	укороченные микрогумусные
118	гумусированные
Глубина залегания легкорастворимых солей	
119	солончаковые
120	солончаковатые
121	глубокосолончаковатые
122	глубокозасоленные
123	солончаковые, солончаковатые
124	солончаковатые, глубокосолончаковатые
125	глубокосолончаковатые, глубокозасоленные
126	высокосолончаковые
127	высокосолончаковатые
128	высокосреднесолончаковые
129	сильносолончаковые
130	глубокослабозасоленные
131	глубокосреднезасоленные
132	глубокосильнозасоленные
133	глубокосолончаковые
134	вторично солончаковатые
Заболоченность, наличие признаков оглеения	
135	заболоченные
136	заболачивающиеся
137	слабозаболоченные
138	среднезаболоченные
139	сильнозаболоченные
140	вторично-заболоченные
141	глееватые

Мощность и характер намытой толщи	
142	намытые
143	слабонамытые
144	маломощный нанос
145	среднемощный нанос
146	мощный нанос
147	среднемощный намыв
148	маломощный делювиальный нанос
149	среднемощный делювиальный нанос
150	аллювиально-делювиальный нанос
151	аллювиальный нанос
152	песчаный нанос
153	среднемощный песчаный нанос
Направление трансформации ландшафта	
154	орошаемые
155	осушенные
156	плантажированные
157	спланированные
Степень засоления	
158	слабозасоленные
159	среднезасоленные
160	сильнозасоленные
161	очень сильнозасоленные
162	слабозасоленные, среднезасоленные
163	среднезасоленные, сильнозасоленные
164	сильнозасоленные, очень сильнозасоленные
165	поверхностно-слабозасоленные
166	поверхностно-среднезасоленные
167	глубокосреднезасоленные
168	глубокосильнозасоленные
169	вторично-засоленные
Ветровая эрозия	
170	дефлированные
171	развеянные
172	развеваемые
173	слабодефлированные
174	среднедефлированные
175	сильнодефлированные
176	слабодефлированные, среднедефлированные
177	среднедефлированные, сильнодефлированные
178	слаборазвеваемые

179	Среднеразвечаемые
180	сильноразвечаемые
181	слаборазвечаемые, среднеразвечаемые
182	среднеразвечаемые, сильноразвечаемые
Солонцеватость	
183	несолонцеватые
184	слабосолонцеватые
185	среднесолонцеватые
186	сильносолонцеватые
187	слабосолонцеватые, среднесолонцеватые
188	среднесолонцеватые, сильносолонцеватые
189	глубокосолонцеватые
190	остаточно-солонцеватые
Погребенные почвы	
191	на погребенных луговых почвах
192	на погребенных лугово-черноземных и луговых почвах тяжелого механического состава
Линейная водная эрозия	
193	слаборазмываемые
194	среднеразмываемые
195	сильноразмываемые
196	очень сильноразмываемые
197	слаборазмываемые, среднеразмываемые
198	среднеразмываемые, сильноразмываемые
199	сильноразмываемые, очень сильноразмываемые
200	размытые
201	размываемые
202	сильноразмытые
Каменистость/щебнистость	
203	слабокаменистые
204	среднекаменистые
205	сильнокаменистые
206	слабокаменистые, среднекаменистые
207	среднекаменистые, сильнокаменистые
208	слабощебенчатые
209	среднещебенчатые
210	сильнощебенчатые
211	слабощебенчатые, среднещебенчатые
212	среднещебенчатые, сильнощебенчатые
213	слабощебнистые
214	слабощебневатые

215	Слабощебенистые
216	среднещебенчатые
217	среднещебнистые
218	среднещебневатые
219	среднещебенистые
220	сильнощебенчатые
221	сильнощебнистые
222	слабощебенчато-каменистые
223	среднещебенчато-каменистые
224	среднещебнистые-сильнокаменистые
225	среднекаменисто-щебенчатые
226	слабохрящеватые
227	среднехрящеватые
Плоскостная водная эрозия	
228	смытые
229	слабосмытые
230	среднесмытые
231	сильносмытые
232	очень сильносмытые
233	слабосмытые, среднесмытые
234	среднесмытые, сильносмытые
235	сильносмытые, очень сильносмытые
Степень осолодения	
236	слабоосолоделые
237	среднеосолоделые
238	сильноосолоделые
239	слабоосолоделые, среднеосолоделые
240	среднеосолоделые, сильноосолоделые
Гранулометрический состав	
241	глинистый
242	среднеглинистый
243	среднеглинистый, тяжелосуглинистый
244	легкоглинистый
245	легкоглинистый, тяжелосуглинистый
246	легкоглинистый, среднесуглинистый
247	легкоглинистый, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый
248	глинистый, суглинистый
249	глинистый, тяжелосуглинистый
250	глинистый, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый

251	глинистый, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, легкосуглинистый
252	глинистый, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, легкосуглинистый, супесчаный, песчаный
253	глинистый, среднесуглинистый
254	суглинистый
255	суглинистый, тяжелосуглинистый
256	суглинистый, супесчаный
257	суглинистый, супесчаный, песчаный
258	тяжелосуглинистый
259	тяжелосуглинистый, среднесуглинистый
260	тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, легкосуглинистый
261	тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, песчаный
262	тяжелосуглинистый, супесчаный
263	тяжелосуглинистый, песчаный
264	среднесуглинистый
265	среднесуглинистый, легкосуглинистый
266	среднесуглинистый, легкосуглинистый, супесчаный
267	среднесуглинистый, супесчаный
268	легкосуглинистый
269	легкосуглинистый, суглинистый
270	легкосуглинистый, супесчаный
271	супесчаный
272	супесчаный, песчаный
273	песчаный
Почвообразующие и подстилающие породы	
274	Аллювиально-делювиальные отложения
275	Аллювиальные отложения
276	Гидрогенезированные глины и суглинки
277	Гипергенезированные глины и суглинки
278	Глины и суглинки
279	Делювиальные отложения
280	Древнеаллювиальные отложения
281	Желто-бурые глины и суглинки
282	Желто-бурые засоленные глины и суглинки
283	Желто-бурые щебенчатые глины и суглинки
284	Засоленные аллювиальные отложения
285	Засоленные глины и суглинки
286	Зелено-бурые скифские глины и суглинки
287	Зеленовато-бурые глины и суглинки
288	Зеленовато-серые глины и суглинки

289	Зеленовато-серые щебнистые глины и суглинки
290	Зеленоватые глины и суглинки
291	Зеленые глины и суглинки
292	Красно-бурые глины и суглинки
293	Лессовидные глины и суглинки
294	Лессовидные засоленные глины и суглинки
295	Лессовидные щебенчатые глины и суглинки
296	Лиманно-озерные отложения
297	Оливково-бурые глины и суглинки
298	Охристые глины и суглинки
299	Охристые засоленные глины и суглинки
300	Охристые щебенчатые глины и суглинки
301	Пестроцветные глины и суглинки
302	Пестроцветные засоленные глины и суглинки
303	Пестроцветные щебнистые глины и суглинки
304	Песчаные отложения
305	Песчаные щебнистые отложения
306	Структурные глины
307	Супесчаные отложения
308	Супесчаные щебнистые отложения
309	Щебнистые глины и суглинки
310	Элювий аргиллитов
311	Элювий известняков
312	Элювий мела
313	Элювий мергеля
314	Элювий опока
315	Элювий песчаников
316	Элювий плотных пород
317	Элювий ракушечников
318	Элювий сланцев
319	Элювий трепела
320	Эолово-делювиальные отложения

**Приложение 5. Распределение площадей, подверженных водной эрозии
по административным районам РО**

№	Район	Почвы, подверженные эрозии	
		% (от площади района)	га
1	Азовский	13,68	16969,05
2	Аксайский	24,24	34051,48
3	Багаевский	7,51	10068,45
4	Белокалитвенский	46,75	157597,93
5	Боковский	31,67	85953,82
6	Верхнедонской	38,96	99858,24
7	Веселовский	16,98	31795,26
8	Волгодонский	11	12330,93
9	Дубовский	28,14	106717,18
10	Егорлыкский	19,27	36030,82
11	Заветинский	7,63	33890,25
12	Зерноградский	21,35	72378,08
13	Зимовниковский	21,62	47573,15
14	Кагальницкий	33,57	47089,66
15	Каменский	30,05	94283,75
16	Кашарский	55,11	63686,78
17	Константиновский	33,66	58551,48
18	Красносулинский	49,75	119831,39
19	Куйбышевский	34,91	42194,53
20	Мартыновский	18,27	34519,81
21	Матвеево-Курганский	39,41	75064,77
22	Миллеровский	35,53	89332,23
23	Милютинский	47,47	120172,04
24	Морозовский	48,35	103956,83
25	Мясниковский	39,50	39838,55
26	Неклиновский	28,39	62377,34
27	Обливский	34,96	42586,58
28	Октябрьский	34,11	77065,11
29	Орловский	15,03	25488,14
30	Песчанокопский	31,39	66577,53
31	Пролетарский	19,03	40762,06
32	Ремонтненский	17,35	62955,90
33	Родионово-Несветайский	32,03	66941,99
34	Сальский	26,37	90807,44
35	Семикаракорский	6,68	9158,86
36	Советский	41,53	41949,47
37	Тарасовский	34,78	82196,58
38	Тагинский	36,01	61561,64
39	Усть-Донецкий	15,47	17,423,11
40	Целинский	38,35	120525,10
41	Цимлянский	14,68	23422,42
42	Чертковский	31,74	87579,59
43	Шолоховский	42,81	83338,15

**Приложение 6. Распределение площадей, подверженных каменистости
по административным районам РО**

№	Район	Каменистые почвы	
		%	га
1	Азовский	0,02	23,46
2	Аксайский	0,98	1379,17
3	Багаевский	-	-
4	Белокалитвенский	7,22	24322,35
5	Боковский	2,52	5199,66
6	Верхнедонской	2,37	6083,88
7	Веселовский	-	-
8	Волгодонский	0,01	12,26
9	Дубовский	0,12	461,18
10	Егорлыкский	-	-
11	Заветинский	-	-
12	Зерноградский	0,09	290,38
13	Зимовниковский	-	-
14	Кагальницкий	0,16	218,50
15	Каменский	16,48	51703,66
16	Кашарский	2,83	3273,84
17	Константиновский	2,44	4240,37
18	Красносулинский	29,59	71268,03
19	Куйбышевский	18,32	20941,68
20	Мартыновский	0,08	151,70
21	Матвеево-Курганский	6,47	12322,11
22	Миллеровский	3,78	13121,19
23	Милютинский	0,18	448,01
24	Морозовский	0,61	1312,21
25	Мясниковский	3,55	3579,72
26	Неклиновский	4,78	10513,57
27	Обливский	0,08	126,40
28	Октябрьский	3,01	6790,49
29	Орловский	0,07	116,36
30	Песчанокопский	-	-
31	Пролетарский	0,8	1712,67
32	Ремонтненский	0,01	24,81
33	Родионово-Несветайский	5,88	12286,03
34	Сальский	-	-
35	Семикаракорский	-	-
36	Советский	0,09	92,16
37	Тарасовский	2,23	5279,14
38	Тацинский	1,89	4546,56
39	Усть-Донецкий	1,78	2005,61
40	Целинский	-	-
41	Цимлянский	0,02	24,47
42	Чертковский	4,70	12963,59
43	Шолоховский	5,99	11662,44

**Приложение 7. Распределение площадей, подверженных ветровой эрозии
по административным районам РО**

№	Район	Почвы, подверженные эрозии	
		%	га
1	Азовский	9,63	11944,65
2	Аксацкий	2,11	2965,11
3	Багаевский	1,95	2617,88
4	Белокалитвенский	2,74	9246,84
5	Боковский	0,15	301,60
6	Верхнедонской	2,78	7129,46
7	Веселовский	9,41	17620,24
8	Волгодонский	17,71	19851,64
9	Дубовский	31,76	120826,20
10	Егорлыкский	58,15	108756,10
11	Заветинский	14,25	63240,61
12	Зерноградский	21,33	72322,87
13	Зимовниковский	37,90	83391,33
14	Кагальницкий	26,43	37076,14
15	Каменский	1,14	3571,23
16	Кашарский	1,84	2120,80
17	Константиновский	1,33	2318,60
18	Красносулинский	0,29	699,16
19	Куйбышевский	3,80	4597,72
20	Мартыновский	1,70	3214,24
21	Матвеево-Курганский	1,36	2584,19
22	Миллеровский	1,24	4292,66
23	Милютинский	0,28	718,23
24	Морозовский	1,85	3974,14
25	Мясниковский	8,72	8796,62
26	Неклиновский	4,24	9324,08
27	Обливский	2,19	3286,87
28	Октябрьский	3,02	6826,50
29	Орловский	16,12	27325,90
30	Песчанокопский	39,61	84019,99
31	Пролетарский	5,78	12375,96
32	Ремонтненский	11,06	40153,74
33	Родионово-Несветайский	5,58	11656,98
34	Сальский	20,73	71393,25
35	Семикаракорский	0,12	171,18
36	Советский	2,33	2350,77
37	Тарасовский	1,71	4037,36
38	Тацинский	9,01	21684,61
39	Усть-Донецкий	2,71	3051,38
40	Целинский	43,75	137494,59
41	Цимлянский	0,86	1365,88
42	Чертковский	1,46	4038,16
43	Шолоховский	7,40	14409,78

Приложение 8. Расчет коэффициента корреляции Пирсона между урожайностью сельскохозяйственных культур и лесистостью хозяйств

Хозяйства: «Красный партизан», «Дубовский», «Имени Ленина», «Родина», «Заветинский», «Киселевский» (x – урожайность; y – лесистость территории хозяйства; r – коэффициент корреляции; t – статистическая значимость (надежность) связи)

Многолетние травы

№	x	y	xy	x ²	y ²
1	14.3	0.5	7.15	204.49	0.25
2	22.2	0.3	6.66	492.84	0.09
3	23.4	2.6	60.84	547.56	6.76
4	16.1	1.6	25.76	259.21	2.56
5	16.7	0.47	7.849	278.89	0.2209
6	16.5	0.06	0.99	272.25	0.0036
Итог	109.2	5.53	109.249	2055.24	9.8845

$$r = (109.249 - 109.2 \cdot 5.53 / 10) / \sqrt{((2055.24 - (109.2 \cdot 109.2 / 10)) \cdot (9.8845 - 5.53 \cdot 5.53 / 10))} = 0.6367; t = r \cdot \sqrt{n-2 / (1-r^2)} = 0.64 \cdot \sqrt{10-2} = 2.63$$

Пшеница озимая

№	x	y	xy	x ²	y ²
1	30.4	0.5	15.2	924.16	0.25
2	30.9	0.3	9.27	954.81	0.09
3	35.6	2.6	92.56	1267.36	6.76
4	25.9	1.6	41.44	670.81	2.56
5	26	0.47	12.22	676	0.2209
6	25.8	0.06	1.548	665.64	0.0036
Итог	174.6	5.53	172.238	5158.78	9.8845

$$r = (172.238 - 174.6 \cdot 5.53 / 10) / \sqrt{((5158.78 - (174.6 \cdot 174.6 / 10)) \cdot (9.8845 - 5.53 \cdot 5.53 / 10))} = 0.8044; t = 0.8044 \cdot \sqrt{10-2} = 4.22$$

Критическое значение коэффициента Пирсона для 0,05 уровня значимости 0,58.

Приложение 9. Расчет коэффициента корреляции Спирмена между урожайностью сельскохозяйственных культур и лесистостью хозяйств

Хозяйства: «Красный партизан», «Дубовский», «Имени Ленина», «Родина», «Заветинский», «Киселевский» (х – урожайность; у – лесистость территории хозяйства; r – коэффициент корреляции Спирмена)

Расчет коэффициента корреляции Спирмена между урожайностью многолетних трав и лесистостью хозяйств

№	х	у
1	14.3	0.5
2	22.2	0.3
3	23.4	2.6
4	16.1	1.06
5	16.7	0.47
6	16.5	0.06

Ранжирование признаков

№	Ранг х	Ранг у
1	1	4
2	5	2
3	6	6
4	2	5
5	4	3
6	3	1

Вычисление разницы между рангами

№	Разница между рангами х и у
1	-3
2	3
3	0
4	-3
5	1
6	2

Вычисление квадрата разности

№	Квадрат разности между рангами x и y
1	9
2	9
3	0
4	9
5	1
6	4

Вычисление суммы квадратов:

$$9+9+0+9+1+4 = 32$$

$$r = 1 - (6 \cdot 32) / (6 \cdot (36-1)) = 0.09;$$

Расчет коэффициента корреляции Спирмена между урожайностью пшеницы озимой и лесистостью хозяйств

№	x	y
1	30.4	0.5
2	30.9	0.3
3	35.6	2.6
4	25.9	1.06
5	26	0.47
6	25.8	0.06

Ранжирование признаков

№	Ранг x	Ранг y
1	4	4
2	5	2
3	6	6
4	2	5
5	3	3
6	1	1

Вычисление разности между рангами

№	Разность между рангами x и y
1	0
2	3
3	0
4	-3
5	0
6	0

Вычисление квадрата разности

№	Квадрат разности между рангами x и y
1	0
2	9
3	0
4	9
5	0
6	0

$$r = 1 - (6 \cdot 18) / (6 \cdot (36 - 1)) = 0.49;$$

Критическое значение коэффициента Спирмена для 0,05 уровня значимости 0,85.