

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

КРЮЧКОВ НИКИТА РОМАНОВИЧ

**АНАЛИЗ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ МЕТОДАМИ
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭРОЗИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Специальность 1.5.15 (03.02.08) – Экология (биологические науки)
1.5.19 (03.02.13) – Почвоведение (биологические науки)**

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук
Макаров Олег Анатольевич

г. Москва, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ	8
1.1. Деградация почв и земель. Основные понятия и определения	8
1.2. Эколого-экономическая оценка деградации почв и земель	11
1.2.1. Оценка ущерба от воздействия	11
1.2.2. Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ)	16
1.2.3. Экономика деградации земель (ЭДЗ)	23
1.3. Эколого-экономическая оценка эродлируемых почв	26
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
2.1. Характеристика объектов исследования	32
2.1.1. Характеристика агрохозяйства СП «Донское»	32
2.1.2. Характеристика Калачевского района Волгоградской области	34
2.1.3. Характеристика Волгоградской области	37
2.2. Методы исследования	40
2.2.1. Полевые методы исследования	40
2.2.2. Лабораторные методы обследования	42
2.2.3. Определение ущерба от деградации почв и земель	44
2.2.4. Определение нейтрального баланса деградации земель	49
2.2.5. Определение экономики деградации земель	50
2.2.6. Моделирование эрозии почв	51
ГЛАВА 3. ФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ	61
3.1. СП «Донское»	61
3.2. Калачевский район	66
3.3. Волгоградская область	67
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТ АПРОБАЦИИ МОДЕЛИ RUSLE2 ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	69
4.1. R-фактор	69
4.1.1. СП «Донское»	69
4.1.2. Калачёвский район	72
4.1.3. Волгоградская область	75
4.2. LS-фактор	78
4.2.1. Хозяйство СП «Донское»	78
4.2.2. Калачёвский район	79
4.2.3. Волгоградская область	80
4.3. C-фактор	82
4.3.1. Хозяйство СП «Донское»	82
4.3.2. Калачёвский район	84
4.3.3. Волгоградская область	86

4.4. К-фактор	88
4.4.1. Хозяйство СП «Донское»	89
4.4.2. Калачёвский район	91
4.4.3. Волгоградская область	94
4.5. Смыв	96
4.5.1. Хозяйство СП «Донское»	96
4.5.2. Калачёвский район	97
4.5.3. Волгоградская область	99
ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ	103
5.1. Оценка ущерба от деградации почв и земель	103
5.1.1. Оценка ущерба от деградации почв и земель СП «Донское» ¹	103
5.1.2. Оценка ущерба от деградации почв и земель Калачевского района ²	107
5.1.3. Оценка ущерба от деградации почв и земель Волгоградской области	109
5.2. Оценка нейтрального баланса деградации земель	112
5.2.1. Оценка нейтрального баланса деградации земель СП «Донское»	112
5.2.2. Оценка нейтрального баланса деградации земель Калачевского района	118
5.2.3. Оценка нейтрального баланса деградации земель Волгоградской области ³	119
5.3. Оценка экономики деградации земель	122
5.3.1. Оценка экономики деградации земель СП «Донское»	123
5.3.2. Оценка экономики деградации земель Калачевского района	124
5.3.3. Оценка экономики деградации земель Волгоградской области	125
ГЛАВА 6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ К ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ДЕГРАДАЦИИ	128
ВЫВОДЫ	129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	131
Приложение А	140
Приложение Б	144
Приложение В	152
Приложение Г	156
Приложение Д	157
Приложение Е	162
Приложение Ё	165
Приложение Ж	210
Приложение З	263

ВВЕДЕНИЕ

«Деградация почв – это тихий кризис планеты»

академик Г. В. Добровольский

Актуальность проблемы.

В эпоху антропоцена (Hamilton, 2019), особенно интенсивно происходит деградация почвенного покрова и земельных ресурсов. По оценкам специалистов, три четверти почвенно-земельных ресурсов подвержены различным деградационным процессам, и к 2050 году, этот показатель может составить 90 % от общего земельного фонда планеты (Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)», 2019). Особенно интенсивно процессы деградации почв и земель протекают в условиях засушливого климата – в аридных регионах. Для таких территорий характерны такие деградационные процессы, как опустынивание, агроистощение, эрозия, засоление, осолонцевание почв и др. (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996).

Специалисты связывают нарастающую деградацию почв аридных территорий как с дальнейшей аридизацией климата (International Food Policy Research Institute, 2019), так и с нерациональными системами землепользования в условиях резкого дефицита осадков (Андреева и др., 2004). В этой связи, особую актуальность представляют эколого-экономические исследования деградации почв в аридных регионах Российской Федерации, позволяющие оценить ущерб, нанесенный их почвенному покрову деградационными процессами, и определить основные направления и стоимость восстановительных (рекультивационных) работ здесь (Молчанов и др., 2017; Яковлев, 2016).

Одним из таких регионов, без сомнения, является Волгоградская область – важная аграрная территория юга России, 80% площади которой занимают земли сельскохозяйственного назначения. Климат региона засушливый, с резко выраженной континентальностью. Волгоградская область расположена в пределах двух почвенных зон - черноземной и каштановой: различные варианты чернозёмов занимают здесь 31,5% от общей площади региона, а каштановых почв – 31,2% (Минсельхоз, Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2019). Для почв области характерны процессы деградации, типичные для аридных территорий – осолонцевание, засоление, эрозия, агроистощение и др.

Цель. провести анализ процессов деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области при помощи различных методов эколого-экономической оценки и моделирования эрозионных процессов.

Поставленная цель определила следующие **задачи**:

1. Осуществить моделирование эрозионных процессов в почвах Волгоградской области при помощи модели RUSLE2 (Revised Universal Soil Loss Equation 2).
2. На основе изучения эродированности, физико-химических и химических свойств оценить деградированность почв и земель агрохозяйства СП «Донское», Калачевского муниципального района и Волгоградской области в целом.
3. Провести апробацию различных методологических подходов к эколого-экономической оценке почв и земель сельскохозяйственного назначения объектов исследования – определения величины ущерба/вреда, нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) и экономики деградации земель (ЭДЗ).
4. Провести сравнительный анализ результатов исследований, полученных при помощи различных подходов к эколого-экономической оценке деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области.

Научная новизна.

На примере Волгоградской области разработана и апробирована для субъекта Российской Федерации принципиальная комплексная схема эколого–экономической оценки деградации почв и земель, включающая в себя применение нескольких методологических подходов – а) расчет величины ущерба/вреда, позволяющий оценить деградацию в настоящий момент времени, б) определение показателя нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), отражающий развитие деградационных процессов в динамике, и в) оценка соотношения цены «бездействия» и цены «действия» по отношению к восстановлению деградированных земель, демонстрирующая перспективы текущего землепользования и прогнозирующая рентабельность проектов по восстановлению территории.

При этом впервые показано, что различные методы эколого-экономической оценки позволяют рассчитать сопоставимые площади деградированных контуров на разных иерархических уровнях административно-хозяйственного устройства территории Волгоградского региона: агрохозяйства, муниципального района и области в целом.

Впервые результаты моделирования эрозионных процессов при помощи модели RUSLE2 (показатель «смыв почв») использовались для оценки ущерба/вреда от деградации почв и земель для агрохозяйства, муниципального района и области.

Продемонстрирована ключевая роль процессов дегумификации почв в увеличении эрозионной нагрузки на почвы на территории Волгоградской области на фоне растущей аридизации климата и зарастания сельскохозяйственных угодий.

В соответствии с результатами исследований сформулированы следующие **защищаемые положения:**

1. Оригинальность предложенной комплексной схемы эколого – экономической оценки деградации почв и земель (последовательно включает расчет величины ущерба/вреда, определение показателя НБДЗ, оценка соотношения цены «бездействия» и цены «действия») определяется возможностью одновременного детального анализа деградационных процессов в почвах и землях в ретроспективе и в настоящий момент времени, а также прогнозирования их в будущем.
2. Значительная степень дегумификации почв агрохозяйства, муниципального района и Волгоградской области в целом не соответствует тенденции к снижению потенциальной величины смыва почвы, рассчитанной с использованием модели RUSLE2, за период 1980–2010 гг. Указанное противоречие объясняется различием в методиках оценки деградации и величины смыва: степень деградации определяется путем сопоставления с эталонами (недеградированными аналогами), потенциальная величина смыва – учетом выпадаемых осадков, рельефа, устойчивости почвы к эрозии, характера землепользования и перечня проводимых почвозащитных мероприятий.
3. Дегумификация почв Волгоградской области в целом идет на фоне растущей аридизации климата, снижения количества и интенсивности выпадения осадков, зарастания сельскохозяйственных угодий, а также увеличения эрозионной нагрузки на почвы вследствие снижения противоэрозионной устойчивости почвы.

Практическая значимость.

Предложенная комплексная схема эколого – экономической оценки деградации почв и земель должна явиться реальным механизмом разработки систем устойчивого землепользования на различных уровнях административного устройства субъекта Российской Федерации.

Апробация работы.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на IV Молодежной конференции «Почвоведение: Горизонты будущего» (Москва, 2020), международной научной конференции XXIII Докучаевские молодежные чтения (Санкт-Петербург, 2020), международной научной конференции XXIV «Докучаевские молодежные чтения» (Санкт-Петербург, 2021), международном симпозиуме «International Soil Science Symposium on Soil Science & Plant Nutrition (6th International Scientific Meeting)» (Samsun, 2021), на заседаниях кафедры эрозии и охраны почв (2018-2022).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, из них 1 статья, индексируемая в Web of Science и Scopus; 2 статьи в журналах RSCI Web of Science.

Личный вклад автора

Автор собрал и обобщил литературные данные, организовал и провел полевой выезд на объект исследований, выполнил основную часть лабораторных работ, провел обработку данных, собрал и подготовил материалы для моделирования, адаптировал модель и оценил точность полученных результатов, участвовал в подготовке публикаций по теме исследования. В работе [2], написанной в соавторстве, автором внесен основополагающий вклад. В работе [1] вклад автора составил 0,13 п.л. из 0,64 п.л., в работе [3] 0,18 п.л. из 0,73 п.л., а в работе [4] – 0,26 п.л. из 0,87 п.л.

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложений. Материалы работы изложены на 139-ти страницах, содержат 78 таблиц, 65 рисунков, 9 приложений на 145 страницах. Список литературы включает 164 источника, в том числе 113 – на иностранном языке.

Благодарности.

Автор работы глубоко признателен руководителю д.б.н., профессору О. А. Макарову за неоценимую помощь в подготовке данной работы, ценные советы и поддержку. Отдельную благодарность автор работы выражает д.б.н., профессору В. В. Демидову, к.э.н. А. С. Строкову, к.б.н. Е. В. Цветнову, к.б.н. М. М. Карпухину, к.г.н. П. Н. Михайлюковой, Н. А. Мараховой, Е. Н. Есафовой, Д. Р. Абдулхановой, Л. Т. Трофименко, Т. М. Гизатуллину, Э. Б. Ашкатову за помощь в подготовке работы. Автор выражает благодарность сотрудникам кафедры эрозии и охраны почв за ценные советы при подготовке диссертации. Автор благодарен к.б.н. А. В. Юдиной, к.б.н. Д. С. Фомину за предоставленную возможность и помощь в организации проведения гранулометрического анализа почв. Автор выражает благодарность к.ф.-м.н. М. Е. Боздагян и к.б.н. Ф. С. Орехову за ценные советы при подготовке диссертации. Автор работы также выражает благодарность членам своей семьи за помощь при подготовке работы и проведения полевых работ, а также за моральную поддержку.

Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ № 20–34–90164 Аспиранты и РФФИ № 19–29–05021 мк.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

1.1. Деградация почв и земель. Основные понятия и определения

Земля, согласно определению ООН, «определенная область земной поверхности, охватывающая все атрибуты биосферы непосредственно над или под этой поверхностью, включая характеристики приповерхностного климата, формы рельефа, почвы, поверхностные водные объекты (включая мелкие озера, реки, болота), приповерхностные осадочные слои и связанные с ними запасы подземных вод, популяции растений и животных, структуру расселения людей и результаты деятельности человека сейчас и в прошлом» (UNCCD, 2016).

Деградация земель – это ухудшение экосистемных функций земли, в результате нерационального землепользования (UNCCD, 2016). Деградация земель, является широко распространенной проблемой – ей подвержено примерно 25% от земной поверхности (Lal, 2013). Глобальной проблемой, деградация земель стала начиная со второй половины 20-го века (Nkonya et al., 2011).

Согласно Gebreselassie (Gebreselassie, Kirui, Mirzabaev, 2016) выделяются следующие виды деградации земель:

- 1) Деградация природной составляющей (почв, растительного покрова, снижение биоразнообразия и др.);
- 2) Социально-экономическая (снижение стоимости земли, сельскохозяйственной продукции и др.).

Деградация почв – это совокупность процессов, приводящих к ухудшению предоставляемых почвой экосистемных услуг (Potschin, Haines-Young, 2011). «Экосистемные услуги – функции экосистем, обеспечивающих стабильность биосферы, которые могут быть полезны для человека» (Бобылёв и др., 2016). Стоит отметить, что понятие «экосистемные услуги» уже, чем понятие «экосистемной функции», т. к. оно ограничено потенциальной полезностью для человека. Это является спорным т. к. экосистема едина, и все её функции так или иначе влияют на человека, как часть данной экосистемы. Исходя из этого, со временем развития подходов к оценке, любая экосистемная функция станет экосистемной услугой (Potschin, Haines-Young, 2011).

Деградация почв и деградация земель понятия не тождественные. Деградация земель имеет более широкое определение, чем деградация почв, поскольку учитывает все негативные изменения в способности экосистемы предоставлять товары и услуги, связанные с биологическими и водными ресурсами, а согласно UNCCD (UNCCD, 2016) связанные с землей социальные и экономические товары и услуги. Сама деградация почв,

является частью деградации земель. Несмотря на широкое распространение данной проблемы, на данный момент отсутствует единое определение процесса деградации почв и земель. В настоящее время существует огромное количество терминов, определяющих процесс «деградации почв». К примеру, в работе Добровольского (Добровольский, 2002), приведено более 8 различных определений деградации почв.

В отечественной школе почвоведения принято выделять виды деградации почв в зависимости от свойства которое подвержено деградации (Добровольский, 2002; Молчанов и др., 2015):

- 1) Физическая и механическая деградация почв (иногда – просто физическая) – ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля;
- 2) Химическая деградация – ухудшение химических свойств почв: истощение запасов питательных элементов, вторичное засоление и осолонцевание, загрязнение токсикантами;
- 3) Биологическая деградация – ухудшение биологических свойств почв: сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей;
- 4) Гидрологическая деградация почв – трансформация водного режима почвы, в следствие антропогенного воздействия.

Отдельно выделяют гидрологическую деградацию почв, как особый вид деградации, одновременно затрагивающий все свойства почвы. Стоит отметить, что в природе невозможно встретить почву, на которой можно выделить только один из вышеописанных типов деградации, из-за того, что почва – сложная система, и изменение одного из компонентов, неминуемо приведет к изменению системы в целом. К примеру, осолонцевание (химическая деградация) неминуемо будет вести к уплотнению (физическая деградация).

В западной научной традиции (Graves и др., 2015; Lal, 2015; Lumb, 1994) как и в отечественной, выделяется 4 основных типа деградации:

- 1) Физическую деградацию – результат ухудшения почвенной структуры, включая изменения порового пространства, что приводит к уплотнению, образованию корки, снижению водной инфильтрации, увеличению поверхностного стока, ветровой и водной эрозии, большим колебаниям температуры в почве, а также увеличение вероятности опустынивания;

- 2) Химическая деградация – химическая деградация характеризуется подкислением, засолением, истощением минеральными веществами, снижением ЕКО, повышенная токсичность Al или Mn, дефицит Ca или Mg, выщелачивание нитратов или других основных элементов питания растений, загрязнение промышленными отходами или их продуктами;
- 3) Биологическая деградация – отражает истощение пула органического углерода, снижение почвенного биоразнообразия, снижение способности по секвестрированию углерода, и увеличение эмиссии парниковых газов с поверхности почвы. Главным последствием биологической деградации является тот факт, что почва становится источником парниковых газов, больше, чем поглотителем;
- 4) Экологическую деградацию- сочетание всех трех предыдущих типов, ведущих к нарушению экосистемных функций таких как круговорот веществ, очищение и инфильтрация воды, пертурбации (изменение) в гидрологическом режиме и снижение чистой продуктивности (Lal, 2015).

Как мы видим, отдельно выделяется «экологическая деградация», которая рассматривается как нарушение выполнения почвой экосистемных функций, и является производной от 3-х остальных видов деградаций. Однако, отечественный и зарубежный подход к классификации деградации почв сходен, и не имеет больших различий. Поэтому особенно интересно смотрится китайский подход к классификации деградации почв (Jie и др., 2002). Согласно ему, деградация почв подразделяется на два типа:

1) Количественное уменьшение почв или изымание почвы из экосистем. В данном типе деградации почв выделяется 3 подвида:

- 1.1. Почвы под городами;
- 1.2. Почвы на территориях добычи полезных ископаемых;
- 1.3. Почвы под свалками.

2) Качественное уменьшение – подразумевает изменение качественных показателей почвы. В данном типе выделяют также выделяют три подтипа деградации:

- 2.1. Потери почвы – уменьшение мощности почвенного слоя. Ведущие процессы – эрозия (водная, ветровая), опустынивание;
- 2.2. Нарушение протекания почвенных процессов, которое проявляется в нарушении круговорота питательных веществ, уплотнении и коркообразовании, подкислении, засолении и т. д.;

2.3. Загрязнение почв различными поллютантами. Сюда относят загрязнение пестицидами, тяжелыми металлами, радиоактивное загрязнение.

Ключевым отличием китайской классификации деградации почв, является «количественно-качественный» подход к деградации, а не «свойственный», как в западной и отечественной классификациях. В количественном типе деградации, учитываются процессы, ведущие к уменьшению площади почвенного покрова или его изыманию. А в качественном, объединены физические и химические процессы деградации почв. Также, интересной особенностью данной классификации, является отсутствие «биологической деградации» как таковой.

1.2. Эколого-экономическая оценка деградации почв и земель

Эколого-экономическую оценку земель можно определить «как установление убытков или прибылей, рассчитанных на основе оценки качества отдельных природных компонентов и ОС в целом, а также – на основе оценки эффективности применения природоохранных и природосберегающих технологий» (Яковлев, 2016).

В свою очередь, эколого-экономическая оценка земель, включает в себя и эколого-экономическую оценку почв, как неотъемлемого компонента «земли».

В настоящее время, существует большое количество подходов к проведению эколого-экономической оценки деградации почв и земель. Если их обобщить, то можно выделить три основных подхода к проведению эколого-экономической оценки (Яковлев, 2016):

1) Оценка степени деградации и ущерба/вреда от деградации земель через сравнение деградированных и эталонных почв (оценка ущерба от воздействия) (Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, 1993) ;

2) Оценка степени деградации по расчету баланса деградации относительно предыдущего уровня (Нейтральный баланс деградации земель) (Kust, Andreeva, Cowie, 2017) ;

3) Оценка степени деградации путем сопоставления различных экономических сценариев развития землепользования (Braun et al., 2013).

1.2.1. Оценка ущерба от воздействия

1. Экономическая оценка ущерба/вреда от деградации земель через сравнение деградированных и эталонных почв.

Этот подход, разработанный в России, основан на представлении о том, что устойчивость экосистем к внешней нагрузке зависит от уровня изменения качества

окружающей среды и ее составляющих. Для определения деградации используются «шкалы деградации и загрязнения почв и земель». (Методические рекомендации..., 1996; (Макаров и др., 2014; Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996; Яковлев, 2016; Яковлев, Евдокимова, 2011);

Существует два основных способа исчисления размеров ущерба/вреда, нанесенного почвам и землям (Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, 1993):

1) В соответствии с затратами на проведение полного комплекса работ по очистке загрязненных земель и восстановлению деградированных земель, изъятии отходов с захламленных участков;

2) В случаях отсутствия возможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнений земель рассчитываются с учетом площади, глубины и степени загрязнения, деградации и захламленности, специальных земельных такс, которые устанавливаются нормативным путем.

Первый способ можно назвать «рекультивационным», т. к. величина ущерба в данном случае выступает величиной стоимости рекультивации. Данный подход активно применяется в строительстве (к примеру, при проведении инженерно-экологических изысканий), в рекультивации нефтезагрязненных территорий. Предварительно составляется план производства работ (или восстановления/рекультивации) с подробным описанием операций по восстановлению. Далее, при помощи сметных программ, рассчитывается величина стоимости рекультивационных работ которая и будет величиной ущерба. К сожалению, несмотря на удобство данного метода, у него есть один недостаток: он недостаточно полно учитывает биоценотические связи и снижение качества экосистемных функций. К примеру, в работах (Бондаренко, 2016; Цветнов и др., 2016; Яковлев, 2016); предлагается использовать при данном подходе не только «упущенную выгоду» (как правило, потерянная прибыль от реализации недополученного урожая), но и учитывать нарушение других функций почв в экосистемах (Добровольский, Никитин, 2012). С другой стороны, расчет рекультивационных работ для восстановления биоценотических связей, представляет собой нетривиальную задачу.

Второй способ можно охарактеризовать как «стандартизированный метод экспертной оценки» т. к. в данном случае, используются земельные таксы, коэффициенты, установленные экспертами, что с одной стороны делает его более удобным, по сравнению с первым методом, а с другой стороны, более дискуссионным.

Наиболее распространенными методиками оценки ущерба/вреда являются (Бондаренко, 2016; Яковлев, 2016):

1. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Утверждена Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприродой РФ 18 ноября 1993 г.). Статус – действующий (Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, 1993);

2. «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Утверждена приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.). Статус – действующий (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996);

3. «Методика исчисления размера ущерба, вызванного захламливанием, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы» (Утверждена Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП). Статус – недействующий;

4. «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (Утверждена приказом Минприроды России от 8 июля 2010 № 238). Статус – действующий.

Методики №4 и №1 не предоставляется такой удобной, как методика № 2 в силу того, что она учитывает только ущерб, нанесенный химическими веществами (поллютантами), и захламленность территории. Но согласно ей, невозможно учесть ущерб от таких широко распространённых процессов деградации как эрозия, осолонцевание и др. Методика №2 используется за счет хорошей проработанности шкал деградации: легкости в использовании, проработанности критериев определения степени деградации. Согласно данной методике, можно оценить степень деградации почв по 30 индикаторным показателям. Такой широкий выбор индикаторных показателей способствует большей популярности данной методики, по сравнению с другими. Данная методика активно используется при обследовании нефтезагрязненных участков, при проведения экологического мониторинга. Поэтому остановимся на данной методике поподробнее. Ущерб от деградации почв по данной методике рассчитывается согласно формуле (1):

$$\text{Ущ} = \text{Нс} \times S \times \text{Кэ} \times \text{Кс} \times \text{Кп} + \text{Дх} \times S \times \text{Кв}, \quad (1)$$

где:

Нс – нормативная стоимость участка, руб./га **Дх** - годовой доход с единицы площади, руб./га **S** - площадь деградированных почв и земель (га); **Кэ** - коэффициент экологической ситуации территории; **Кв** - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель; **Кс** - коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; **Кп** - коэффициент для особо охраняемых территорий.

Одним из недостатков данной методики является то, что нормативная стоимость участка, на данный момент уже не определяется на территории РФ в связи с изменением ФЗ о земле. В таблицах 1.2–1–1.2–5 приведены значения показателей, согласно «Методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель» (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996).

Таблица. 1.2 - 1. Коэффициенты экологической ситуации территории (Кэ)

Экономические районы РФ	Кэ
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Чернозёмный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Таблица. 1.2 - 2. Повышающие коэффициенты (Кп) к нормативам стоимости при деградации почв и земель в пределах ООПТ

Земли особо охраняемых территорий	Кп
на земли природно-заповедного фонда	3
на земли природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения	2
на земли рекреационного назначения	1,5
на прочие земли	1

Таблица. 1.2 - 3. Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель (Кс)

Степень деградации по данным предыдущих обследований	Степень деградации почв по данным контрольных обследований				
	0	1	2	3	4
0	0	0,2	0,5	0,8	1
1	-	0	0,3	0,6	0,8
2	-	-	0	0,3	0,5
3	-	-	-	0	0,2
4	-	-	-	-	0

Таблица. 1.2 - 4. Значения коэффициента пересчета (Кв) дохода с с/х земель в зависимости от периода времени их восстановления

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8–10 лет	5,6
2 года	1,7	11–15 лет	7,0
3 года	2,5	16–20 лет	8,2
4 года	3,2	21–25 лет	8,9
5 лет	3,8	26–30 лет	9,3
6–7 лет	4,6	31 и более лет	10

Таблица. 1.2 - 5. Коэффициенты пересчета для отдельных случаев деградации почв и земель (Кс)

Тип деградации	Коэффициент пересчета
Образование солончаков	1,5
Поднятие уровня минерализованных (>3 г/л) грунтовых вод выше 2 м	2,0
Образование оврагов и рост существующих	3,0

В 30 индикаторных показателей деградации, согласно данной методике, входят различные свойства почв и земель: показатели агроистощения (уменьшение содержания

обменного калия и подвижного фосфора, уменьшение содержания и запасов гумуса), физические свойства почвы (увеличение плотности, уменьшение содержания физ.глины и др.), химические свойства почвы (содержание и увеличение содержания токсичных солей, увеличение содержания доли Na^+ от суммы обменных катионов и др), потери почвенной массы, снижения проективного покрытия, расчлененность территории оврагами и др. (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996).

Степень деградации по данной методике определяется по изменению индикаторного параметра в % от исходного уровня (т. н. «недеградированного аналога» или «эталона») или по качественному значению того или иного показателя. Выбор эталонов для определения степени деградации почв, наверное, является самым спорным местом данной методики. Это связано с двумя причинами.

Во-первых, сложно подобрать эталон для каждой почвы. (Фрид и др., 2010). Как правило, эталонные значения хорошо проработаны для почв, которые активно вовлечены в сельское хозяйство – дерново-подзолистые, чернозёмы и т. д. Для остальных же почв эталонные значения почти не встречаются.

Во-вторых, применение эталонного значения для почвы, не учитывает главного – пространственную вариабельность почв. Свойства почв, как известно, обладают высокой пространственной вариабельностью. Использование эталонного значения, для определения степени деградации, не учитывает данную особенность, что потенциально ведет к завышению степени деградации, и как вследствие ущерба от неё.

Но несмотря на вышеперечисленные недостатки, данная методика широко применяется в различных исследованиях (Макаров и др., 2020, 2014; Яковлев, 2016) из-за хорошей проработанности шкал определения степени деградации почв.

1.2.2. Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ)

Впервые концепция нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) обсуждалась на конференции РИО+20, и была включена в финальное коммюнике «Будущее, которое мы хотим» (Kust, Andreeva, Cowie, 2017). В последующем она была закреплена в финальном документе «Повестка в области устойчивого развития до 2030 г» (Kust et al., 2018). В данном документе, подготовленным под эгидой ООН, были зафиксированы цели устойчивого развития и пути их достижения. Цель устойчивого развития (ЦУР) №15 заключается в «Защите, восстановлении и поощрении устойчивого использования наземных экосистем, борьба с опустыниванием, приостановление и оборачивание вспять деградации земель и утраты биоразнообразия» (Cowie et al., 2018; Ifejika, Adenle, Boillat,

2019). Каждая ЦУР ставит перед собой задачи, затрагивающие различные компоненты окружающей среды, в данном случае - «жизни на суше» (Baumber, Berry, Metternicht, 2019; Chasek et al., 2019; Debonne et al., 2021; Kust et al., 2018). Задача 15.3 гласит: «К 2030 году бороться с опустыниванием, восстанавливать деградированные почвы и земли, в том числе земли, пострадавшие от опустынивания, засухи и наводнений, и стремиться к достижению нейтрального-деградированного мира» (Albaladejo, Díaz-Pereira, Vente de, 2021; Gilbey, 2018; Gilbey et al., 2019; Pereira, Bogunovic, 2019). Выполнение достижения данной задачи, будет оцениваться с использованием показателя 15.3.1 – «доля деградированных земель от общей площади земель» (Collantes et al., 2018; Tóth et al., 2018; Wunder, Kaphengst, Freligh-Larsen, 2018). Смысл идеи НБДЗ заключается в том, что «нейтрализация деградации земель должна произойти за счет глобальных изменений в управлении земельными ресурсами, что позволит избежать деградации новых земель, а неизбежная деградация, компенсируется восстановлением эквивалентного количества уже деградированных земель (Chotte et al., 2019; Dooley, Roberts, Wunder, 2015; Kiani-Harchegani, Sadeghi, 2020; Kust et al., 2018; UNCCD, 2016). Т. е. получается, что НБДЗ ставит перед собой 2 цели: 1) снижение темпов деградации недеградированных земель; 2) увеличение темпов восстановления деградированных территорий (Kust, Andreeva, Cowie, 2017).

В целях достижения целей устойчивого развития UNCCD разработала руководство по эффективной практике (Good Practice Guidance), в котором предоставлены рекомендации по расчету НБДЗ (Sims, N.C. et al, 2017). Для обеспечения сравнимости результатов исследований, согласно данному руководству, был разработан специальный модуль Trends.Earth (Тренды.Земля), который анализирует несколько глобальных спутниковых наборов данных и может включать доступные данные национального уровня, а затем интегрирует их в удобный интерфейс, имеющий ГИС-подоснову (к примеру, в QGIS). В качестве основных индикаторов деградации, согласно данному руководству, предлагается использовать 3 показателя: изменение землепользования, запасы почвенного органического углерода (ПОУ) и продуктивность земель. Данные 3 показателя были предложены и утверждены КБО ООН (Baumber, Berry, Metternicht, 2019; Cowie et al., 2019; Kust, Andreeva, Cowie, 2017).

Рассмотрим подробнее данные показатели.

Продуктивность земель – это биологическая продуктивная способность земли, источник всех продуктов питания, клетчатки и топлива, которые поддерживают существование человечества (Akhtar-Schuster et al., 2017; Oldeman, 1992; Sims et al., 2017). Чистая первичная продуктивность (Net Primary Productivity – NPP), представляет собой чистое количество углерода, усвоенное после фотосинтеза и автотрофного дыхания за

определенный период времени (Clark и др., 2001) и обычно изменяется как кг/га/год. NPP сложный для оценки параметр, поэтому при его расчете используются данные дистанционного зондирования (ДДЗ). Для оценки продуктивности используется показатель NDVI – нормализованного разностного вегетационного индекса (Normalized Difference Vegetation Index). NDVI рассчитывается как отношение разницы отражения в ближнеинфракрасной и красной частей электромагнитного спектра к их сумме. Считается, что NDVI является показателем фотосинтетически активной биомассы, и как следствие, он используется для оценки продуктивности и динамики экосистем. Также данный показатель очень чутко реагирует на изменения экосистемы и может отображать биологический отклик на изменения, протекающие в экосистеме. Поэтому данный показатель давно используется как индикатор развития деградационных процессов (Bai et al., 2008; Gichenje, Godinho, 2018; Higginbottom, Symeonakis, 2014; Pettorelli et al., 2005; Xie et al., 2020). В модуле «Trends.Earth» каждые 2 недели используются снимки MODIS и AVHRR для расчета среднегодового значения NDVI. Продуктивность же земель, оценивается с учетом 3-х параметров изменения NDVI – тренда, производительности и состояния. Параметр «тренда» измеряет скорость изменения первичной продукции с течением времени. Для этого вычисляется линейная регрессия, чтобы определить области, в которых есть изменения в первичной продуктивности в анализируемый промежуток времени. Затем, при помощи непараметрического критерия значимости Манна-Кендалла, учитываются только существенные изменения $p=0,05$. Положительные значительные тренды в изменении NDVI будут указывать на потенциальное улучшение земель (проградацию), а отрицательные – на потенциальную деградацию. При учете продуктивности данные анализируются так, чтобы отделить климатические причины изменений продуктивности от тех, которые являются следствием нерационального землепользования (Sims et al., 2020, 2017).

Параметр «состояния» позволяет определять последние изменения в NPP по сравнению с базовым периодом (исторический период, с которым можно сравнить последние данные по NPP). Данный параметр рассчитывается путем сравнения базового периода с последними данными по NPP (рекомендуется использовать 3-летний период во избежание влияния климата). Для каждого пикселя рассчитывается годовое значение NDVI за базовый период. После этого строится кривая распределения частот для определения значений 10 процентильных классов. Далее, каждому пикселю, согласно его среднему значению NDVI за базовый период, присваивается значение процентильного класса (от 1 до 10). Аналогичная операция проделывается и для последних данных по NPP. После этого, из раstra с классами за последний период вычитают растр с классами за базовый период.

Если разница между ними составляет меньше либо равно 2, то данный пиксель обладает «потенциальным ухудшением». Если же больше либо равно двум – то это интерпретируется как «потенциальное улучшение». Пиксели с небольшими изменениями интерпретируются как «без изменений» (Sims et al., 2020, 2017) .

Параметр «производительности» измеряет локальную продуктивность по сравнению с другими, аналогичными типами растительности, почвами и биоклиматическими условиями. Для оценки данного параметра рассчитывается средняя величина NDVI для каждого пикселя. Далее происходит определение экологически сходных территорий путем пересечения растительного покрова и типа почвы. После, для данных районов, извлекаются средние значения NDVI и строится кривая распределения частот аналогично расчету для параметра «состояния». Значение, представляющее 90-й процентиль считается максимальной «производительностью» для данного биома. Далее, рассчитывается соотношение среднего NDVI на нашей территории к максимальной производительности. Если средний NDVI меньше максимальной производительности более чем на 50%, то это расценивается как потенциальная деградация (Sims et al., 2017).

Далее, по соотношению 3-х параметров, строится матрица перехода и определяется статус пикселя. Матрица перехода приведена в Таблице 1.2–6.

Таблица. 1.2 - 6. Матрица перехода для показателя «Продуктивности»

Тренд	Состояние	Производительность	Финальный статус
Проградация	Проградация	Без изменений	Проградация
Проградация	Проградация	Деградация	Проградация
Проградация	Без изменений	Без изменений	Проградация
Проградация	Без изменений	Деградация	Проградация
Проградация	Деградация	Без изменений	Проградация
Проградация	Деградация	Деградация	Деградация
Без изменений	Проградация	Без изменений	Без изменений
Без изменений	Проградация	Деградация	Без изменений
Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений
Без изменений	Без изменений	Деградация	Деградация
Без изменений	Деградация	Без изменений	Деградация
Без изменений	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Проградация	Без изменений	Деградация
Деградация	Проградация	Деградация	Деградация

Тренд	Состояние	Производительность	Финальный статус
Деградация	Без изменений	Без изменений	Деградация
Деградация	Без изменений	Деградация	Деградация
Деградация	Деградация	Без изменений	Деградация
Деградация	Деградация	Деградация	Деградация

Изменения в растительном покрове рассчитываются при помощи данных ESA CCI. Используются две карты за исследуемый период. На них выделяется 7 классов земли согласно UNCCD: леса, луга, пахотные земли, водно-болотные угодья, городские территории, открытые участки, вода (Sims et al, 2017). Далее, полученные данные сравниваются согласно матрице перехода. Матрица перехода приведена в Таблице 1.2–7.

Таблица. 1.2 - 7. Матрица перехода при смене землепользования

	Лес	Луг	Пахотные земли	Водно-болотные угодья	Городские территории	Открытые участки	Вода
Лес	0	-	-	-	-	-	0
Луг	+	0	+	-	-	-	0
Пахотные земли	+	-	0	-	-	-	0
Водно-болотные угодья	-	-	-	0	-	-	0
Городские территории	+	+	+	+	0	+	0
Открытые участки	+	+	+	+	-	0	0
Вода	0	0	0	0	0	0	0
Легенда	Деградация		Проградация		Без изменений		

Третий субиндикатор, согласно ЦУР, запасы почвенного органического углерода (ПОУ) за исследуемый период (Chotte et al., 2019; Kust, Andreeva, Cowie, 2017; Wunder, Kaphengst, Frelih-Larsen, 2018). Изменения ПОУ особенно трудно оценить в силу высокой пространственной неоднородности и изменчивости свойств почвы, а также высокой трудоемкости и стоимости проведения работ для получения репрезентативных данных почвенных обследований. Поэтому для определения данного показателя используются международные данные SoilGrids с разрешением в 250 м (Chotte et al., 2019). Далее, для оценки изменений запасов ПОУ за исследуемый период, согласно КБОООН, используются

коэффициенты пересчета. Данные коэффициенты взяты из литературных источников и отображают как меняется запасы углерода при изменении землепользования. Коэффициенты приведены в Таблице 1.2–8

Таблица. 1.2 - 8. Матрица перехода для изменения запасов ПОУ

	Лес	Луг	Пахотные земли	Водно-болотные угодья	Городские территории	Открытые участки	Вода
Лес	1	1	0,8	1	0,1	0,1	1
Луг	1	1	0,8	1	0,1	0,1	1
Пахотные земли	1/f	1/f	1	1/0,71	0,1	0,1	1
Водно-болотные	1	1	0,71	1	0,1	0,1	1
Городские	2	2	2	2	1	1	1
Открытые участки	2	2	2	2	1	1	1
Вода	1	1	1	1	1	1	1
Легенда	Деградация		Проградация		Без изменений		

После расчета относительной разницы между базовым и целевым уровнем, контура почв, где отмечается потеря ПОУ на 10% и более процентов, рассматриваются как потенциально деградированные, и наоборот – где произошло увеличение запасов ПОУ на 10% и более, эти участки рассматриваются как потенциально проградированные (Sims et al., 2017).

После расчета всех показателей, рассчитывается финальная значение для каждого пикселя согласно матрице перехода. Смысл матрицы прост: если по одному из показателей зафиксирована деградация, то территория считается деградированной. Матрица перехода представлена в таблице 1.2–9.

Таблица. 1.2 - 9. Матрица перехода

Продуктивность	Землепользование	Запасы ПОУ	Финальный статус
Проградация	Проградация	Проградация	Проградация
Проградация	Проградация	Без изменений	Проградация
Проградация	Проградация	Деградация	Деградация
Проградация	Без изменений	Проградация	Проградация
Проградация	Без изменений	Без изменений	Проградация
Проградация	Без изменений	Деградация	Деградация

Продуктивность	Землепользование	Запасы ПОУ	Финальный статус
Проградация	Деградация	Проградация	Деградация
Проградация	Деградация	Без изменений	Деградация
Проградация	Деградация	Деградация	Деградация
Без изменений	Проградация	Проградация	Проградация
Без изменений	Проградация	Без изменений	Проградация
Без изменений	Проградация	Деградация	Деградация
Без изменений	Без изменений	Проградация	Проградация
Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений
Без изменений	Без изменений	Деградация	Деградация
Без изменений	Деградация	Проградация	Деградация
Без изменений	Деградация	Без изменений	Деградация
Без изменений	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Проградация	Проградация	Деградация
Деградация	Проградация	Без изменений	Деградация
Деградация	Проградация	Деградация	Деградация
Деградация	Без изменений	Проградация	Деградация
Деградация	Без изменений	Без изменений	Деградация
Деградация	Без изменений	Деградация	Деградация
Деградация	Деградация	Проградация	Деградация
Деградация	Деградация	Без изменений	Деградация
Деградация	Деградация	Деградация	Деградация

На данный момент идет активное обсуждение и предложение т. н. «региональных индикаторов» или «национальных индикаторов» (или «индикаторов целей устойчивого развития»), других показателей для расчета величины НБДЗ. Их выбор зависит от особенностей того или иного региона, или, как правило, от наличия данных длительных наблюдений (Antunes Daldegan и др., 2020; Gilbey, 2018). К примеру, успешно применен показатель «эрозии почвы» как одного из главных индикаторов деградации земель (Kiani-Harchegani, Sadeghi, 2020; Tsymbarovich et al., 2020).

Основная проблема, внедрения региональных параметров на территории РФ – отсутствие многолетних данных мониторинга других индикаторных показателей. К примеру, на ряд регионов отсутствует картографический почвенный материал (Сапожников, 2019; Сапожников, Рыбальский, 2019). Современная наука располагает

хорошим инструментарием для работы с большими данными: от уже ставшей «классической» геостатистики до «неофитных» методов машинного обучения. Но в масштабах России, получить большие данные, не так уж и просто. К примеру, в соответствии со статьей 15 ФЗ N 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», агрохимслужбы, обязаны проводить почвенные обследования на землях сельскохозяйственного назначения каждые 15 лет. На первый взгляд период в 15 лет достаточен для сбора большого количества данных. Но качество полученных данных крайне низкое: они могут не содержать пространственной привязки, могут усредняться по типам почв и т. д. Но даже если предположить, что существуют данные нормального качества, получить их практически невозможно. К примеру, в РФ по инициативе Минсельхоза внедрена система Единая Федеральная Информационная Система Земель Сельхоз Назначения (ЕФИС ЗСН) (Минсельхоз, 2020), куда вносятся все данные о состоянии земель сельскохозяйственного назначения на территории РФ: начиная от данных физико-химического обследования, заканчивая севооборотом. Но, к сожалению, данные из этой системы или предоставляются в формате «среднее значение по муниципальному образованию» (что равнозначно данным, которые можно получить по прямому запросу в агрохимслужбы) или не предоставляются вовсе. К примеру, автор диссертации обращался к представителям системы, чтобы получить современные данные о пашне на территории Волгоградской области и получил немотивированный отказ. Стоит отметить, что в некоторых региональных агрохимслужбах, к примеру в Белгородской, Московской областях получить искомые данные вполне реально, что оставляет пространство для оптимизма.

1.2.3. Экономика деградации земель (ЭДЗ)

Данный подход, по сравнению с предыдущими, является больше экономико-экологическим, нежели наоборот. Это связано с тем, что он преимущественно разработан экономистами, нежели экологами. Инициатива «Экономики деградации земель» прежде всего направлена на создание научной основы для политических действия по борьбе с деградацией земель (Gebreselassie, Kirui, Mirzabaev, 2016). Как пишут сами авторы данной концепции «... целью исследований является укрепление основ экологических и экономических знаний, которые могут стимулировать включение вопросов устойчивости земель и почв в политические повестки» (Nkonya et al., 2011). Авторы исходят из того, что хорошо функционирующие наземные экосистемы (или просто «земли») обычно воспринимаются в обществе как само собой разумеющееся, и их истинная стоимость все время недооценивается (Nkonya et al., 2012). И несмотря на то, что со временем осознание

ценности данных экосистем росло, и как вследствие, осознание пагубности деградации данных экосистем, политические действия для устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР) остаются непоследовательными, и часто весьма неэффективными (Gebreselassie, Kirui, Mirzabaev, 2016; Nkonya et al., 2011). Ранние работы по изучению деградации земель, сыграли большую роль в популяризации данной проблемы, но большинство из них исследовало простые взаимосвязи: снижение урожайности в следствие эрозии почв, упуская из виду снижения качества других экосистемных услуг. К примеру, в случае эрозии почв- снижения биоразнообразия, загрязнение воды, заиливание водоёмов (Керженцев и др., 2006; Foley et al., 2005; Nkonya et al., 2012b). Конечно, необычайно сложно учесть все издержки, связанные с деградацией земель, но и оценка деградации и проградации земель не должна ограничиваться только прямыми издержками данных процессов. Важность учета косвенных издержек вытекает из одного классических законов экологии, сформулированных Б. Коммонером: «Все связано со всем» (Commoner, 1972). Т. е. деградация экосистемы найдет массовый отклик во всех её компонентах и т. д. Следовательно, новый подход к оценки деградации земель, должен учитывать как краткосрочные так и долгосрочные прямые и косвенные выгоды от устойчивого землепользования на месте и за его пределами по сравнению с соответствующими издержками деградации земель (Braun et al., 2013; Nkonya, Mirzabaev, Braun von, 2015). Отсюда и вытекает главная идея, заложенная в основу данного метода: сравнение нескольких сценариев землепользования, с учетом прямых и косвенных издержек данных сценариев. Один из сценариев, «упрощенный», подразумевает «борьбу против деградации земель». Как правило это смена типа землепользования, смена растительности на более продуктивную. Второй сценарий же предполагает отсутствие изменений в землепользовании, сохранении статус-кво. Определяется горизонт событий, т. е. временные рамки для расчета сценария (Gebreselassie, Kirui, Mirzabaev, 2016; Nkonya et al., 2012a). После этого, определяется т. н. «цена действия» т. е. стоимость смены типа землепользования или растительного покрова, и «цена бездействия» - т. е. стоимость пассивного ожидания без внедрения практик УУЗР, сохранения статус-кво. Для оценки экосистемных услуг, как правило используется справочник TEEB (Häyhä, Franzese, 2014; MEA, 2004) в котором приведены данные, полученные методом экспертной оценки для большинства услуг, но в настоящее время, существует много и других работ, где приводятся данные по услугам (Бондаренко, 2016; Grunewald, Bastian, 2015; Häyhä, Franzese, 2014; Pisani et al., 2021; Wen, Théau, 2020).

Снижение стоимости земли и является деградацией. Согласно Gebreselassie (Gebreselassie, Kirui, Mirzabaev, 2016), цена действия рассчитывается по формуле (2):

$$CTA_i = A_i \frac{1}{p^t} \{z_i + \sum_{t=1}^T (x_i + p_j x_j)\} \quad (2)$$

Где CTA_i – стоимость восстановления ландшафта/биома i , p^t – ставка дисконтирования землепользования (т. е. банковская ставка по кредиту или упущенная выгода в размере ставки начислений по вкладу, если для восстановления земли используются свои средства); A_i – площадь биома i который деградировал; z_i – стоимость восстановления биома i ; x_i – стоимость ухода за биомом i , пока он не достигнет зрелости (т.е. воспроизводить семена для поддержания устойчивости); x_j – продуктивность деградированного биома j на гектар; p_j = стоимость биома j на единицу (на тонну); t = время (в годах) и T = горизонт планирования при принятии решений по деградации земель. Величина $p_j x_j$ рассчитывается как цена упущенной выгоды от использования биома j при его замещении (Nkonya et al., 2013; Nkonya, Mirzabaev, Braun von, 2015).

Стоимость бездействия же будет представлять собой сумму ежегодных потерь от деградации земель (формула (3)):

$$CI_i = \sum_{t=1}^T C_{LUCC}^i, \quad (3)$$

Где C_{LUCC}^i – ущерб от деградации земель из-за нерационального землепользования для биома i , а CI_i – цена бездействия (непринятия мер против деградации биома).

После расчета данных величин происходит их сравнение путем соотношения цены бездействия к цене действия. Если данное соотношение больше 1 (т. е. стоимость бездействия больше, чем стоимость действия), то восстановление имеет смысл, и наоборот (Aw-Hassan et al, 2015; Gebreselassie, Kirui, Mirzabaev, 2016; Kirui, Mirzabaev, 2014).

Стоимость действия и бездействия, конечно, подразумевает, что последствия деградации земель полностью обратимы (Nkonya и др., 2012). Это бесспорно зависит от типа экосистемы, условий её формирования, а также горизонта ожидания восстановления. К примеру, восстановление биоценотических связей требует намного больше времени. Так, сравнение двух биомов, восстановленной экосистемы и аналогичной, демонстрирует низкое биоразнообразие восстановленной экосистемы, по сравнению с ненарушенной (Nkonya и др., 2012). Поэтому рекомендуется использовать большой горизонт событий, к примеру от 20–30 лет.

Ключевой особенностью данной концепции, является прогноз развития той или иной территории, с учетом деградационных процессов и ущерба, которые они могут приносить. Это в комбинации с другими подходами эколого-экономической оценки деградации почв и земель, дает полное представление о прошлом (оценке ущерба от деградации почв и земель)

настоящем (нейтральном балансе деградации земель) и будущем (экономике деградации земель).

1.3. Эколого-экономическая оценка эродлируемых почв

Водная эрозия почв является общеэкологической проблемой, приводящей не только к потерям урожая сельскохозяйственных культур и ухудшению качества других экосистемных услуг, предоставляемых почвами, но и к деградации почвенного покрова (Golosov et al., 2021; Krasilnikov et al., 2016; Керженцев и др., 2006; Ларионов, 1993; Schwegler, 2014). Наряду с этим, водная эрозия является одним из самых широко распространённых процессов деградации почв (Adhikari, Nadella, 2011; Dimotta, 2019; Jie et al., 2002; Schwegler, 2014). Тем самым, эколого-экономическая оценка масштабов и интенсивности эрозионных процессов в почвах необычайно важна для устойчивого развития территорий (Pisani и др., 2021).

Можно выделить два подхода к эколого-экономической оценке эрозии почвы: расчет затрат на проведение рекультивации деградированных почв до исходного состояния (Adhikari, Nadella, 2011; Makarov et al., 2019; Schwegler, 2014), либо оценка стоимости упущенной выгоды в результате эрозионных процессов, к примеру, снижения урожайности на территории подверженной эрозии, и как вследствие снижения дохода (Brémond, Grelot, 2013; Graaff de, 1996; Lal, 2015; Pande et al., 2013; Telles et al., 2013).

Основную сложность при проведении эколого-экономической оценки, представляет расчет величины смыва на исследуемую территорию. Данные по стоковым площадкам, слишком ограничены территорией, на которой они получены. Из-за этого провести интерполяцию данных современными геостатистическими методами на искомую территорию не предоставляется возможным. Поэтому одним из решением данной проблемы, является проведение моделирования потенциальной эрозии почвы, с последующей верификацией полученных данных.

Существует множество различных моделей, позволяющих рассчитать потенциальную величину смыва: USLE, MUSLE, WEPP, RUSLE, CREASM, модель ГТИ и т. д. (Ghosal, Bhattacharya Das, 2020; Pandey et al., 2016; Renard, 2013; Sadeghi et al., 2014; Ларионов, 1993). Одной из самых удобных и широко распространённых моделей является модель RUSLE2 (Revised Universal Soil Loss Equation) разработанная в 2008 г. Данная модель является модифицированной версией модели USLE (Universal Soil Loss Equation), разработанной в 60-х годах прошлого столетия в США. Согласно данной модели, уравнение смыва почвы в результате эрозии имеет следующий вид (формула (4)):

$$a_i = r_i \times k_i \times L_i \times S_i \times c_i \times p_i , \quad (4)$$

где a_i – величина смыва почвы (average soil loss), r_i – фактор эрозионного потенциала осадков (rainfall erosivity factor), k_i – фактор эрозионной податливости почв (soil erodibility factor), L_i – фактор длины склона (slope length factor), S_i – фактор крутизны склона (slope steepness factor), c_i – фактор землепользования (cover management factor), p_i – фактор почвозащитных мероприятий (supporting practices factor), в i -ый промежуток времени.

Фактор эрозионного потенциала осадков (R-фактор) и LS-фактор (произведение L и S факторов, как правило, рассматривается единой величиной и называется фактором эрозионного потенциала рельефа) в данной модели, выступают основными «источниками» эрозии почв. Остальные же параметры модели, выступают «защитниками», компенсирующими эрозионное воздействие факторами. Одним из основных преимуществ данной модели, является существование множество различных подходов для расчёта того или иного параметра данной модели, что позволяет исследователям, использовать формулу расчета, в зависимости от данных, которыми они располагают. К примеру, известно более 19 различных подходов к расчету R-фактора (Rubianca et al., 2018), 7 подходов к расчету K-фактора (Majhi et al., 2021).

R-фактор – чрезвычайно важный параметр, который учитывает количество и интенсивность выпадающих осадков и тем самым измеряет кинетическую энергию дождевых потоков, которая показывает влияние осадков на проявление эрозионных процессов (Panagos et al., 2015a). Осадки являются движущей силой эрозии и оказывают непосредственное влияние на отделение частиц почвы, разрушение агрегатов и перенос размывших частиц при помощи стока. Иногда, к данной величине добавляют модуль талого стока, чтобы учесть и воздействие снеготаяния на развитие эрозионных процессов (Керженцев и др., 2006; Li, Fang, 2016; Maltsev, Yermolaev, 2020; Panagos et al., 2017). Количество осадков – показатель климатический, поэтому R-фактор рекомендуется рассчитывать, основываясь на данных как минимум за 15–20-летний период. Основная проблема расчета R-фактора – недостаточное количество плювиографов на регулярных постах наблюдений. Плювиограф – прибор для измерения продолжительности и интенсивности осадков, показателей, необычайно важных для расчета величины R-фактора. В классической формуле расчета R-фактора высчитывается кинетическая энергия дождя за 30 минутный период (Renard, 2013). Без данных, полученных при помощи плювиографа, расчет R-фактора по классической формуле невозможен. В настоящее время, существует множество решений данной проблемы. В ряде работ (Borrelli et al., 2021; Borrelli, Diodato, Panagos, 2016; Ghosal, Bhattacharya Das, 2020; Meusburger et al., 2012;

Panagos et al., 2017, 2015c; Renard, Freimund, 1994; Yang, Lu, 2015) предлагают уравнения, учитывающие взаимосвязь количества осадков и R-фактора. Стоит отметить, что в большинстве своем они рассчитаны, основываясь на локальных данных, и их применение на территориях с другим климатом - спорно. Поэтому особо интересной выглядит работа Naipal (Naipal et al., 2015), в которой были выявлены устойчивые взаимосвязи между величиной R-фактора и типом климата по классификации Кёппена. Для большинства типов климата величина R^2 значительна ($>0,89$), что свидетельствует о крайне устойчивой связи, и позволяет использовать данные уравнения повсеместно. Величина R-фактора может принимать значения от 0 и выше. Чем выше величина R-фактора – тем большим эрозионным потенциалом обладают осадки, и наоборот.

LS-фактор – фактор эрозионного потенциала рельефа, отображает влияние рельефа на проявление эрозионных процессов. LS-фактор состоит из двух величин: фактора длины склона (L) и уклона поверхности (S). Роль рельефа в развитии эрозионных процессов, лаконично описывает высказывание отечественного эрозиоведа С. С. Соболева: «рельеф является вершителем судеб эрозионного процесса» (Ларионов, 1993). Благодаря именно перепаду высот, атмосферные осадки, попав на поверхность, приобретают потенциальную энергию, которая, перейдя в живую силу водных потоков, совершает работу по отрыву и транспорту частиц почвы (Ларионов, 1993; Bircher, Liniger, Prasuhn, 2019; Foster, Wischmeier, 1974; Fu et al., 2005; McCool et al., 1989). В настоящее время, LS-фактор, это, наверное, единственный показатель среди всех, который не испытывает большого недостатка в данных для расчета. Существует большое количество цифровых моделей рельефа (ЦМР), с высоким разрешением, которые можно использовать для расчета LS-фактора (Мальцев, Голосов, Гафуров, 2018). Предварительно ЦМР обрабатывают, для более детальной идентификации понижений в рельефе, а также определении линии тока воды и степени расчленённости водоразделов (Wang, Liu, 2006). К примеру, метод предложенный (Wang, Liu, 2006) основан на двух методических приёмах: алгоритме поиска линии тока воды по ячейкам ЦМР (Dechter, Pearl, 1988; Hart, Nilsson, Raphael, 1968) с последующей оценкой их уровня приоритета (Cormen и др., 1996). Данный метод помогает определить направление поиска и установить путь водотоков для каждой ячейки расчетной сетки в ЦМР. Для каждой ячейки ЦМР рассчитывается значение стоимости. Стоимость ячейки определяется высотой ячейки (значением ЦМР), а пограничные ячейки ЦМР рассматриваются как потенциальные точки устьев (формула (5)):

$$h(b_k) = S(b_k) = E(b_k) , \quad (5)$$

где $h(b_k)$ – значение стоимости для пограничной ячейки b_k , являющейся устьем для поиска оптимального пути линии тока воды, $S(b_k)$ – уровень воды для пограничной ячейки

b_k , а $E(b_k)$ – изначальное значение высоты для пограничной ячейки b_k . Таким образом, данный метод позволяет найти оптимальные пути от ответвлений ЦМР до внутренних ячеек, которые также будут отображать минимальный уровень воды для каждой внутренней ячейки. Центральная ячейка ЦМР региона будет считаться границей наименьшей стоимости. Когда определена центральная ячейка, находятся внутренние ячейки, непосредственно граничащие с ней. Связи между этими граничащими внутренними ячейками и центральной ячейкой формируют так называемые «ответвления первого уровня» для «дерева» сети водотоков. Эти связи отображают оптимальные пути движения воды (и, соответственно, - направления эрозионных процессов в почвах). Самая нижняя ячейка на границе ЦМР является вершиной «дерева», а пограничная ячейка – обрабатываемым узлом. Поиск завершается, когда «дерево» связывает все ячейки сетки ЦМР (формула (6)):

$$h(n_j) = S(n_j) = \max\{E(n_j), S(c)\}, j = 1, 2, \dots, 7, \quad (6)$$

где n_j – это j по счету соседняя ячейка центральной ячейки c , $h(n_j)$ – это оценка стоимости путей от соседней ячейки n_j , $S(n_j)$ – это значение уровня воды для соседней ячейки n_j , $E(n_j)$ – значение высоты ячейки j соседней центральной ячейки c , а $S(c)$ – это значение высоты уровня воды центральной ячейки c , который отображает стоимость оптимального пути, установленного между границей и обрабатываемой центральной ячейкой. После обработки ЦМР можно приступить к расчету LS-фактора.

LS-фактор рассчитывается по формуле (7) (Panagos, Borrelli, Meusburger, 2015; Renard, 2013):

$$L_{ij} = \left(\frac{(A_{ij-in} + D^2)^{m+1} - A_{ij-in}^{m+1}}{D^{m+2} \times x_{ij}^m \times 22.13^m} \right)^m, \quad (7)$$

где A_{ij-in} это площадь ячейки (i, j) измеряемый в m^2 . D – размер ячейки (в метрах), $X_{i,j} = \sin a_{i,j} + \cos a_{i,j}$, где $a_{i,j}$ направление граней ячейки (i, j) . m это отношение β ручейковой к межручейковой эрозии (формула (8)):

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1}. \quad (8)$$

где β (формула (9)):

$$\beta = \frac{\frac{\sin \theta}{0.0896}}{(0.56 + 3 \times (\sin \theta)^{0.8})}, \quad (9)$$

θ угол наклона в градусах.

S-фактор здесь определяется по формулам (10a) и (10b), предложенным Renard (Renard, 2013; Renard, Freimund, 1994):

$$S = 10.8 \times \sin \theta + 0.03, \text{ где уклон } < 0.09. \quad (10a)$$

$$S = 16.8 \times \sin \theta - 0.5, \text{ где уклон } \geq 0.09. \quad (10b)$$

Чем выше LS-фактор – тем выше эрозионный потенциал рельефа и наоборот.

К-фактор – фактор эрозионной устойчивости или эрозионной податливости почвы. К-фактор отображает способность почвы к эродированию или её устойчивость к проявлению эрозионных процессов. К-фактор является сложной комплексной характеристикой почвы (Panagos et al., 2014), и рассчитывается на основе данных о физических и химических свойствах почвы: содержание органического вещества, гранулометрического состава, структуры и водопроницаемости почвы. В классическом подходе к расчету К-фактора, используется построение номограмм по данным изменения смываемости почвы, гранулометрического состава, структуры и содержания органического вещества (Ларионов, 1993; Ayadiuno et al., 2021; Ghosal, Bhattacharya Das, 2020; Lin et al., 2019; Wang et al., 2013). Но в связи с высокой стоимостью проведения полевых измерений данного параметра, для расчета К-фактора используются уравнения, описывающие взаимосвязь почвенных свойств и К-фактора. Согласно методологии RUSLE2, значение К-фактора завышается при высоком содержании органического вещества (Renard, 2013), поэтому исследователями под руководством Auerswald (Auerswald et al., 2014) был предложен многоступенчатый алгоритм расчёта данной величины, основанный на данных о более чем 10000 образцов. Алгоритм Auerswald (формулы 10 – 17) (Auerswald et al., 2014) приведен в Таблице 1.3–1.

Таблица. 1.3 - 1. Алгоритм расчета К-фактора

№ п/п	Формула	Условие	Параметр
1	$K_1 = 2,77 \times 10^{-5} \times (f_{si+vfsa} \times (100 - f_{cl}))^{1,14}$, (11)	для $f_{si+vfsa} < 70\%$	$f_{si+vfsa}$ -суммарное содержание песчаной и илистой фракций, %
	$K_1 = 1,75 \times 10^{-5} \times (f_{si+vfsa} \times (100 - f_{cl}))^{1,14} + 0,0024 \times f_{si+vfsa} + 0,16$, (12)	для $f_{si+vfsa} > 70\%$	
2	$K_2 = (12 - f_{om})/10$ (13)	для $f_{om} < 4\%$	f_{cl} -содержание глинистой фракции, %
	$K_2 = 0,8$, (14)	для $f_{om} > 4\%$	
3	$K_3 = K_1 \times K_2 + 0,043 \times (A - 2) + 0,033 \times (P - 3)$, (15)	для $K_1 \times K_2 > 0,2$	f_{om} -содержание гумуса, % А – класс почвенной структуры (1-4) Р – класс водопроницаемости почвы (1-6)
	$K_3 = 0,091 - 0,34 \times K_1 \times K_2 + 1,79 \times (K_1 \times K_2)^2 + 0,24 \times K_1 \times K_2 \times A + 0,033 \times (P - 3)$, (16)	для $K_1 \times K_2 < 0,2$	
4	$K = K_3$, (17)	для $f_{rf} < 1,5\%$	f_{rf} – каменистость почвы, %
	$K = K_3 \times (1,1 \times \exp(-0,024 \times f_{rf}) - 0,06)$, (18)	для $f_{rf} > 1,5\%$	

Чем ниже значение К-фактора – тем выше устойчивость почвы к эрозии и наоборот.

С-фактор – фактор землепользования (Renard, 2013). С-фактор отображает: «регулирующее воздействие растительного покрова на проявление эрозионных процессов». Влияние растительности на поверхностный смыв огромно: «1) задержание осадков на надземной частью; 2) защита почвы от непосредственного воздействия дождевых капель; 3) снижение скорости стекания воды; 4) механическое скрепление почвы корнями; 5) влияние на физические и химические свойства почвы, формирующие их противозерозионную устойчивость.» (Ларионов, 1993; Kebede et al, 2021; Panagos et al, 2015a). Фактически, С-фактор отображает отношение величин смыва на территории с растительным покровом и без него. Следовательно, чем ниже значение С-фактора, тем выше защитная способность растительности, и наоборот. Вопрос почвозащитной роли растительности изучен достаточно хорошо, и существует большое количество работ, в которых приведены значения С-фактора для той или иной культуры или типа землепользования (Almagro et al, 2019; Foster et al, 2008; Ghosal, Bhattacharya Das, 2020; Karaburun, 2010; Kebede et al, 2021; Koirala et al, 2019; Panagos et al, 2015a). В настоящее время, часто используют данные ДДЗ и различные вегетационные индексы (к примеру, NDVI) для расчета С-фактора (Almagro et al., 2019; Mukharamova et al., 2021; Zhang et al., 2011).

Р-фактор – фактор почвосберегающих практик. Р-фактор отображает регулирующее воздействие почвозащитных мероприятий землепользователя. К примеру, снижение эрозионного потенциала стока за счет изменения структуры дренажа, концентрации стока, скорости стока. Данная величина учитывает воздействие таких почвозащитных мероприятий как террасирование, подземный дренаж и т. д. (Ларионов, 1993). Значение Р-фактора уменьшается за счет принятия почвозащитных практик. Чем эффективнее почвозащитные мероприятия, тем ниже значения Р-фактора и наоборот. В случае их отсутствия значение Р-фактор принимается равным единице. Значения Р-фактора, как и С-фактора, хорошо изучены, и представлены в большом количестве исследований (Igwe et al, 2017; Kebede et al, 2021; Lee, 2004; Panagos et al, 2015b; Tian et al, 2021).

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика объектов исследования

Объектами исследования являются почвы и земли сельскохозяйственного назначения Волгоградской области. Исследования проводились на 3-х административных уровнях: территория агрохозяйства СП «Донское» Калачевского района Волгоградской области, Калачёвский район Волгоградской области и Волгоградская область.

2.1.1. Характеристика агрохозяйства СП «Донское»

Климат. На территории агрохозяйства наблюдается влажный континентальный климат с жарким летом (Dfa по классификации Кёппена) (Peel, Finlayson, McMahon, 2007). Среднегодовое количество осадков за период с 2003 по 2019, по данным ближайшей метеостанции, располагающейся в г. Калач-на-Дону, составило 34,43 мм. Среднегодовая сумма осадков, за период с 2003 по 2019 г., составила 389,11 мм.

Рельеф. Территория хозяйства расположена в аккумулятивно-денудационной юго-западной оконечности Приволжской возвышенности при переходе её в Ергени. Эта часть Приволжской возвышенности в плиоцене была полностью перекрыта ергенинскими отложениями, а затем в конце плиоцена и в четвертичном периоде подверглась денудации. К настоящему времени сохранился покров ергенинских осадков мощностью до 30–40 м и не утрачены черты плиоценовой аккумуляции. Водоразделы сложены ергенинскими песками, они имеют слабовыпуклую форму и очень постепенно переходят в склоны долин. По рельефу вся территория хозяйства делится на две части: степную водораздельную часть и долину р. Дон. (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982)

Степная водораздельная часть представлена рядом межбалочных водоразделов. Северная часть представляет собой водораздел балок Березовый Лог и Карагичева. Этот водораздел имеет форму широкого слабоволнистого плато, разделенного балками Широкой, Сокаревской на водоразделы второго порядка. Ширина равнинной части основного водораздела 7–8 км, меж балочных водоразделов 2-го порядка 2–4 км. Склоны занимают меньшую, чем плато, площадь водоразделов. Протяженность их колеблется от 0,4 до 1 км. Наибольшую протяженность (1,5 км) имеет склон южной экспозиции к балке Березовый Лог. Верхние и средние, а также нижние части склонов являются слабополгими (0,5–1,0°) и пологими (1 – 8°). Изрезанность потяжинами незначительная. Нижние части склонов южной экспозиции чаще всего полого-покатые (3–4°). Они сильнее расчленены отвершками балок и потяжинами. Водораздел между балкой Березовый Лог и Карповским

водохранилищем представляет собой пологий (1-2°) склон юго-восточной экспозиции, постепенно опускающийся к водохранилищу. Поверхность склона слегка всхолмлена от наличия грядобразных повышений и междугрядовых понижений. К юго-востоку всхолмленность возрастает. Здесь находится балка Грачёва. Склоны водораздела южной экспозиции к балке Грачёва покатные (3-4°), изрезанные глубокими потяжинами и ложбинами (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982).

Почвенный покров. Почвы исследуемого района расположены в Донской сухостепной провинции темно-каштановых и каштановых почв, в каштановой зоне, переходной подзоне от каштановых к светло-каштановым почвам. Преобладающими почвами на территории агрохозяйства являются каштановые почвы, которые занимают обширные равнинные части водоразделов и слабополгие (до 1°) части склонов. По гранулометрическому составу встречаются самые разнообразные почвы – от тяжелосуглинистых до супесчаных. Преобладающими считаются среднесуглинистые почвы. Гранулометрический состав изменяется в сторону облегчения с востока на запад по мере приближения к долине р. Дон (Харитоненко, 1998). Южную часть водораздела между балкой Березовый Лог и долиной р. Карповки занимают светло-каштановые почвы. Солонцы встречаются на территории агрохозяйства в восточной части данного водораздела, на пологих, слабополгих и покатых склонах к балке Грачевой. Солонцы залегают в комплексе с каштановыми и светло-каштановыми почвами в виде пятен от 25–50% (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982).

Растительность. Основные возделываемые культуры – озимая пшеница, овёс, соя, кукуруза. Территория агрохозяйства входит в каштановую сухостепную зону, белополынно-ромашковую подзону с хорошо выраженной мозаичностью и пятнами галоидофитного типа растительности (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982). Растительность характеризуется бедностью видового состава, изреженностью травостоя, высокой комплексностью. Для степей данной зоны, типичной считается типчаково-ковыльная растительность. Однако, под влиянием длительного и бессистемного выпаса целинная растительность претерпела значительные изменения, в результате которых получили распространение травостой с доминированием полыни белой, а также субдоминантами полыни, подорожниками и тысячелистниками. Сухостепные пастбища занимают незначительную площадь на равнинных участках водоразделов, слабополгих и пологих склонах водоразделов. Растительность этих степей представлена типчаково-тырсовыми, типчаковыми, белополынными группировками с участием тырсы, типчака, полыни белой, грудницы мохнатой, гвоздики полевой, прутняка простертого, тысячелистника благородного. На супесчаных почвах каштанового типа развиваются пырейные, полынно-пырейные, полынно-злаковые, полынные группировки с участием

пырея ползучего, тырсы, типчака, цмина песчаного, полыни белой. Растительный покров, развивающийся на каштановых песчаных почвах, песках и гумусированной супеси представлен змеевковыми, ковыльными, типчаковыми, чабрецово-типчаковыми, полынными сообществами с участием змеевки, ковыля песчанного, овсяницы Беккера, тонконога сизого, чабреца Палласа, полыни песчаной, цмина песчаного, молочая Сегье. Луговая растительность отмечается по днищам балок, по низинам и западинам и в долине р. Дон. Сухолуговая растительность представлена типчаковыми, полынно-злаковыми и разнотравными сообществами с участием пырея ползучего, типчака, полыни, спорыша, тысячелистника обыкновенного. Влажнолуговая растительность представлена белополевицевыми, злаковыми, разнотравно-пырейными сообществами с участием пырея ползучего, полевицы белой, костра безостого, мятлика лугового, полыни, лапчатки гусиной, тысячелистника обыкновенного. Растительность солонцов представлена типчаково-белопопынными сообществами с участием прутняка простертого, типчака, грудницы мохнатой. Древесно-кустарничковая растительность, представлена байрачными лесами – кленово-дубовыми и кленовыми, состоящими из дуба черешчатого, клена татарского, и лесонасаждений из сосны на песках. В лесополосах преобладают лох узколистный, клен остролистный, вяз мелколистный, смородина золотистая (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982).

2.1.2. Характеристика Калачевского района Волгоградской области

Климат. На территории района наблюдается влажный континентальный климат с жарким летом (D_{fa} по классификации Кёппена) (Peel, Finlayson, McMahon, 2007). Зима умеренно холодная и малоснежная со средней высотой снежного покрова 9–12 см. Средняя температура января: $-8,5-9^{\circ}\text{C}$; абсолютный минимум: -40°C . Лето продолжительное и жаркое. Средняя температура июля $+23,5^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум - $+42^{\circ}\text{C}$. Весная короткая, переходящая от теплой к жаркой погоде. Сумма активных температур составляет 3000–3300 $^{\circ}\text{C}$. Безморозный период длится в среднем 170–175 дней. Среднее количество осадков составляет 395 мм в год. Однако значительная часть их выпадает летом, когда испаряемость превышает осадки (Харитоненко, 1998).

«Рельеф района способствует свободному проникновению различных воздушных масс. Зимой приходит холодный, сухой, континентальный воздух из Сибири. Этому, возможно способствует и то, что район находится в понижении между Приволжской, Ергенинской возвышенностями и Донской грядой. В зимнее время доходят и циклоны с Атлантики и Средиземного моря, принося потепление. Летом часто вторгается сухой, горячий воздух из Казахстана и Средней Азии, который и повышает температуру до $+40$

..+42. Сухой арктический воздух может проникать на территорию района в течение всего года». (Сагалаев и др., 2004)

Рельеф. Калачевский район, как и территория области, расположен на юго-востоке Русской платформы, которая состоит из осадочного чехла мощностью в пределах района 3–4,5 км и кристаллического фундамента, залегающего на этой же глубине. Фундамент состоит из гранитов, гнейсов и кристаллических сланцов. Осадочный чехол представлен горными породами, разнообразными по составу имеющими различную мощность (Сагалаев и др., 2004).

На поверхность выходят горные породы мелового периода мезозойской эры, палеогенового, неогенового и четвертичного периодов кайнозойской эры. Наибольшее распространение в районе имеют отложения четвертичного периода, представленные песками, глинами и покровными суглинками. Пески встречаются по долине Дона. Скорее всего они образовались в результате аккумулятивной деятельности приледниковых водных потоков. Верховья рек, впадающих в Цимлянское водохранилище слева, вскрывают древние речные отложения ергенинской свиты плиоцена, из-под которых выступают древние морские пески и песчаники эоцена. В северной части района встречаются меловые отложения мезозойского периода (Сагалаев и др., 2004).

Рельеф района носит ассиметричный характер: крутые восточные склоны Донской гряды высотой 70–140 м смотрят на более пологие западные склоны Приволжской и Ергенинской возвышенностей, между которыми расположилась Донская равнина. Склоны возвышенностей прорезаны оврагами, густота которых колеблется от 1500 до 2500 м/км² в правобережье Дона. Глубина вреза эрозионной сети составляет в среднем 40–69 м, местами 80–100 м. Максимальная отметка района составляет 221 метр (Сагалаев и др., 2004).

Почвенный покров. Калачевский район расположен в пределах каштановой почвенной зоны (Сагалаев и др., 2004). По берегам Дона и северному побережью Карповского водохранилища находятся лугово-каштановые почвы. Они приурочены к донским террасам. Эти почвы имеют значительную мощность гумусового слоя (в среднем 40–45 см). Среднее содержание гумуса в данных почвах 3–4,5%, pH нейтральный, легкорастворимые соли и карбонаты вымыты на значительную глубину.

Северную часть района и территорию, прилегающую к Цимлянскому водохранилищу и Волго-Донскому каналу, занимают каштановые почвы и их комплексы с солонцами (содержание солонцов 10–25%) (Сагалаев и др., 2004).

На западных склонах Ергенинской возвышенности находятся светло-каштановые почвы, а также комплексы светло-каштановых почв с солонцами (25–50 % солонцов).

Гранулометрический состав всех подтипов почв района глинистый и тяжелосуглинистый. Левобережье Дона выше г. Калач-на-Дону занято Голубинскими песками (Сагалаев и др., 2004).

Растительность. Территория Калачевского района относится к Среднедонской подпровинции Причерноморской (Понтической) провинции Евразийской степной области. Господствующими растительными сообществами здесь являются сухие типчаково-ковыльные бедноразнотравные степи. Основными доминирующими видами этих степей являются плотнодерновинные засухоустойчивые злаки: ковыль Лессинга, ковыль украинский и типчак. (Сагалаев и др., 2004)

На участках, где наблюдается интенсивный выпас скота, происходит выпадение из состава растительных группировок ковылей и типчака и их место занимают полукустарничковая корнеотпрысковая полынь австрийская, многолетний дерновинообразующий эфемероидный злак мятлик луковичный. Характерной особенностью территории Калачевского района, особенно его левобережной (по отношению к Дону) юго-восточной части, является комплексность и мозаичность почвенно-растительного покрова, выражающиеся в наличии значительных по площади пятен солонцов и солонцеватых почв. На солонцеватых почвах и солонцевых пятнах появляются разнообразные полукустарнички: полынь черная или малоцветковая, ромашник или пижма тысячелистниковая. Из видов разнотравья, отмеченных для солонцевых пятен в степях района, следует упомянуть такие растения, как кермек сарептский, ферулу каспийскую, солонечник татарский, тринию щетинистоволосую, палимбию солончаковую (Сагалаев и др., 2004).

По высокому правобережью Дона, а также по балкам системы реки Голубой на дневную поверхность выходят обнажения карбонатных пород (мела, мергеля, опок). На них сформировались своеобразные и интересные сообщества растений-меловиков (кальцефитов). В их составе произрастают многие редкие и требующие охраны виды растений, занесенные в Красную книгу России и Волгоградской области. Вдоль Дона на его левобережной надпойменной террасе, а также несколько реже на водоразделах по некоторым балкам встречаются почвы легкого механического состава — преимущественно пески и супеси. К ним приурочены песчаные (псаммофитные и гемипсаммофитные) варианты степной растительности.

В настоящее время большая часть зональных плакорных степей на территории района существенно изменена в результате хозяйственной деятельности человека. Огромные пространства степной целины распаханы, а ее уцелевшие участки вдоль склонов балок и на неудобьях в результате перевыпаса скота подверглись значительной трансформации и

находятся в состоянии пасквальной (пастбищной) дигрессии. Наиболее крупные естественные лесные массивы в настоящее время на территории района представлены пойменными лесами в долине Дона, Голубой и добрачными лесами по балкам высокого правобережья Дона. Основное богатство лесного фонда района составляют дубняки, которые сохранились в пойме Дона, частично смешанные, хотя встречаются и почти чистые насаждения. В отдельных балках, там, где обнажаются или близко от поверхности залегают пласты карбонатных меловых пород, на опушках и под пологом байрачных лесов могут быть встречены некоторые редкие представители нашей флоры. Для долин Дона, Голубой и небольших степных речек (Березовки, Ерика, Донской Царицы, Мышковы, Карповки), а в некоторых случаях и для днищ отдельных крупных балок, весьма характерны луговые сообщества разнообразного состава и структуры на почвах различной степени солонцеватости. Основу травостоя таких лугов составляют корневищные злаки: мятлик узколистный, пырей ползучий, вейник наземный, зубровка ползучая и другие. По днищам некоторых балок и вдоль берегов Волго-Донского канала в виде небольших пятен, а иногда и значительными по площади участками встречаются солончаки. Для них характерны полынь сантонийская, астра солончаковая, кермек каспийский, к. опушенный, торичник морской, а также различные представители семейства Маревых. По территории района проходят две многорядные государственные лесополосы, основанные еще в начале 1950-х гг., а также имеются многочисленные местные полезащитные полосы (Сагалаев и др., 2004).

2.1.3. Характеристика Волгоградской области

Климат. Территория Волгоградской области находится на юге Российской Федерации. Климат Волгоградской области засушливый, с резко выраженной континентальностью (Сазонов и др., 2020). Согласно классификации Кёппена на территории области выделяется два типа климата: Dfa, Dfb (Peel, Finlayson, McMahon, 2007). Dfa – это влажный континентальный климат с жарким летом, Dfb – влажный континентальный климат с тёплым летом.

Северо-западная часть области (которая находится в зоне Dfb) представлена лесостепями и степями, а восточная часть (Dfa тип климата) в зоне степей и полупустынь. Средние температуры самого холодного и жаркого месяцев составляют: $-6,6^{\circ}\text{C}$ в январе и $+24^{\circ}\text{C}$ в июле. Среднегодовое количество осадков распределено значительно неоднородно, и в северо-западной части области доходит до 500 мм, а в юго-восточной части не превышает 300 мм. Абсолютный максимум температуры воздуха фиксируется в июле – августе и варьирует от $+42$ до $+44^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры изменяется в диапазоне от -36 до -42°C и отмечается в январе-феврале. (Сазонов и др., 2020).

Рельеф. Волгоградская область расположена в юго-восточной части Восточно-Европейской равнины. Волга делит территорию области на возвышенную правобережную и низменную левобережную части. (Кулик и др., 2017). Крупными орографическими элементами выступают: южная часть Окско-Донской равнины, юго-восточное окончание Среднерусской возвышенности, Приволжская возвышенность, Прикаспийская низменность, северная часть Ергенинской возвышенности и равнина Сыртового Заволжья (Кулик и др., 2017).

Среднерусская возвышенность представлена на территории области своим юго-восточным окончанием и представлена двумя геоморфологическими районами: Калачской плиоцен-четвертичной эрозийно-денудационной возвышенностью и Восточно-Донской неоген-четвертичной пластово-ярусной грядой (Кулик и др., 2017).

Рельеф Калачской возвышенности, расположенной в правобережной части р. Хопёр, характеризуется как приподнятое плато. (Кулик и др., 2017). Водораздельные пространства характеризуются слабовыпуклыми формами с повсеместно встречающимися следами днепровского оледенения. (Кулик и др., 2017). Современные экзогенные геологические процессы представлены плоскостным смывом и просадкой лессовидных отложений (Кулик и др., 2017).

Восточно-Донская гряда расположена на территории большой излучины Дона. Рельеф характеризуется волнистыми и пологоволнистыми формами, наклоненными в южном направлении (Кулик и др., 2017).

Доно-Донецкая равнина представлена Чирско-Цимлянским неогенчетвертичным плато, расположенным в правобережье Дона, к югу от долины р. Чир (Кулик и др., 2017). Рельеф территории равнинный с общим наклоном с севера на юг. На территории распространены процессы плоскостной и линейной эрозии и дефляции (Кулик и др., 2017).

Приволжская возвышенность на территории Волгоградской области включает в себя пять геоморфологических районов. Рельеф характеризуется многочисленными сбросами, стволовыми водоразделами, денудационными останцами и ярусностью (Кулик и др., 2017). Прикаспийская низменность представлена районом озерно-лиманной аккумулятивно низиной. Этот район характеризуется как аккумулятивно низменная равнина с лиманами, пдинами и западинами. Современные экзогенные процессы на данной территории представлены линейной и плоскостной эрозией, дефляцией почв. (Кулик и др., 2017) Волго-Ахтубинская пойма имеет равнинный аллювиально-аккумулятивный рельеф. Типы рельефа разнообразны: прирусловые отмели и осередки, гривистая приречная пойма, полугривистая внутренняя пойма, равнинная внутренняя пойма, мелкогривистая внутренняя пойма, наложенная приречная пойма (Кулик и др., 2017). Карта абсолютных высот, составленная

на основе цифровой модели рельефа SRTM (USGS, 2014) представлена на рисунке 2.1–1. Перепад высот составляет от -30 м до 354 м. Средняя высота – 94 м.

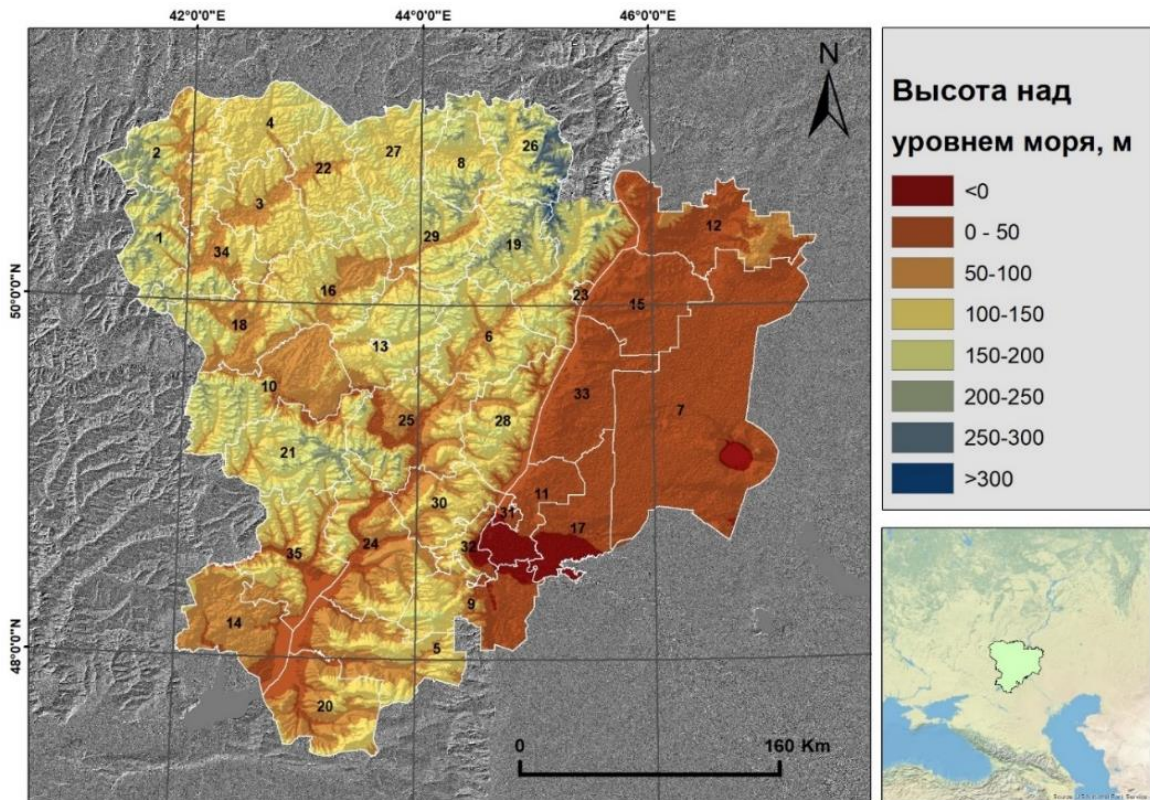


Рис. 2.1 - 1. Карта высот Волгоградской области

Почвенный покров. Волгоградская область расположена в пределах двух почвенных зон - черноземной и каштановой: различные варианты чернозёмов занимают здесь 31,5% от общей площади региона, а каштановых почв – 31,2% (Минсельхоз, Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2019). В черноземной зоне выделяются подзоны обыкновенного и южного черноземов. В каштановой зоне выделяется 3 подзоны: темно-каштановая, светло-каштановая и каштановая (Дегтярева, Жулидова, 1970). Встречаются также комплексы солонцов с светло-каштановыми, каштановыми и лугово-каштановыми почвами.

Растительность. На территории области выделяются природные зоны степей и сухостепей, которые относятся к Среднедонской подпровинции Причерноморской степной провинции, а также территории полупустынной зоны, которая относится к Ергенинско-Заволжской подпровинции Заволжско-Казахстанской провинции (Кулик и др., 2017).

На территории области выделяются следующие подзоны:

- 1) Разнотравно-типчаково-ковыльная среднего типа;
- 2) Разнотравно-типчаково-ковыльная южного типа;

- 3) Белопылынно-злаковая с начальной мозаикой и пятнами галоидофитного типа растительности;
- 4) Белополнно-ромашко-злаковая подзона с хорошо выраженной мозаичностью, с пятнами галоидофитного типа растительности;
- 5) Полынно-солянково-злаковая подзона с пятнами галоидофитного и галофитного типов растительности (пятна галоидофитного типа достигают 60%).

2.2. Методы исследования

2.2.1. Полевые методы исследования

Полевые исследования (отбор смешанных проб почвы) проводились на полях агрохозяйства СП «Донское» летом 2019 года. Площадь участка исследования – 2710 га. Поверхностные смешанные пробы почв отбирались по равномерной упорядоченной сетке с шагом в 450 м (ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа, 2018); (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996) с пробной площадки 10 м x 10 м. Пробы отбирались почвенным буром.

Смешанная проба отбиралась путем смешивания точечных проб одинаковой массы, взятых с одной пробной площадки. Отбор производился методом конверта: отбор пяти точечных проб с пробной площадки (4 точки по вершинам площадки и одна в центре площадки). Точечные пробы отбирались массой не менее 200 г. Масса смешанной пробы не менее 1 кг.

Глубина пробоотбора 0–20 см. Всего была отобрана 131 смешанная проба. На рисунке 2.2–1 представлена схема пробоотбора

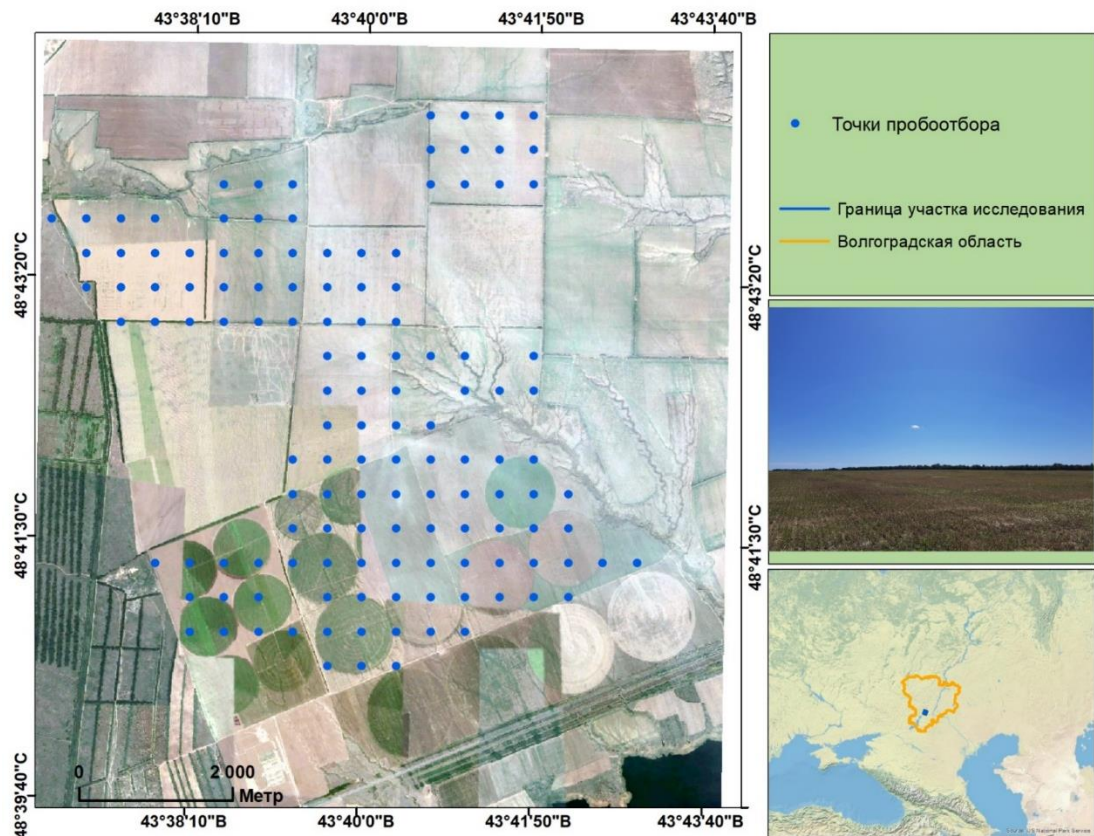


Рис. 2.2 - 1. Схема отбора смешанных проб почвы на территории агрохозяйства СП «Донское»

Интерполяцию данных производилась методом регрессии эмпирического байесовского кригинга (РЭБК) при помощи программы ArcGIS Pro 2.9.2. Метод РЭБК — это метод геостатистической интерполяции, в котором используется эмпирический байесовский кригинг (ЭБК) с растрами независимых переменных, которые будут оказывать влияние на значения интерполируемых данных (Gribov, Krivoruchko, 2020). В этом подходе объединены методы кригинга и регрессионного анализа для выполнения прогнозов, которые будут более точными, чем результаты регрессионного анализа или кригинга по отдельности. Контроль качества интерполяции осуществлялся путем перекрёстной проверки. Перекрестная проверка — это метод "убрать одну точку" позволяющий определить, насколько хорошо модель интерполяции подходит к вашим данным. Перекрестная проверка работает путем удаления отдельной точки из набора данных и использования оставшихся точек для интерполирования в местоположении удаленной точки. Затем интерполированное значение сравнивается с измеренным, и строится статистика для определения точности интерполяции. Помимо среднеквадратичной ошибки (RMSE), использовался показатель средний CRPS (continuous ranked probability score). Средний CRPS – средний непрерывный ранжированный вероятностный балл (CRPS) всех точек. CRPS позволяет измерить отклонение от функции прогнозируемого совокупного

распределения для каждого найденного значения данных (Zamo, Naveau, 2018). Это значение должно быть как можно меньше. Этот способ оценки имеет преимущества по сравнению с другими оценками перекрестной проверки, потому что он сравнивает данные с полным распределением, а не с прогнозами для конкретной точки. Для подготовки картографического материала использовалась программа ArcMap 10.8.

В таблице 2.2–1 приведены тип трансформации и используемая модель вариограммы для каждого из исследуемых параметров.

Таблица. 2.2 - 1. Параметры РЭБК

№ п/п	Параметр	Трансформация и модель вариограммы	Независимая переменная
2019 год			
1	Подвижный фосфор	Эмпирическая, Уиттла	ЦМР LS-фактор Почвенная карта
2	Обменный калий	Эмпирическая, Уиттла	
3	Доля Na^+ от суммы обменных катионов	Без трансформации Экспоненциальная	
4	pH (H_2O)	Лог-эмпирическая, К- Бесселя	
5	Гумус	Лог-эмпирическая, К- Бесселя	

2.2.2. Лабораторные методы обследования

В лабораторных условиях в почвенных образцах определялись следующие свойства почв:

- 1) Содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО., 1992).

Метод основан на извлечении подвижных соединений фосфора и калия из почвы раствором углекислого аммония концентрации 10 г/дм³ при отношении почвы к раствору 1:20 и последующем определении фосфора в виде синего фосфорно-молибденового комплекса на фотоэлектроколориметре и калия - на пламенном фотометре.

- 2) Доля Na^+ от суммы обменных катионов (ГОСТ 26950-86. Почвы. Метод определения обменного натрия., 1986).

Сущность метода заключается в извлечении обменного и растворимого натрия раствором уксуснокислого аммония концентрации 1 моль/дм³ при соотношении массы пробы почвы и объема раствора 1:20 и последующем определении натрия в вытяжке на

пламенном фотометре. Одновременно определяют растворимый натрий в водной вытяжке и вычисляют обменный по разности.

- 3) рН водной вытяжки. (ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки., 2011).

Сущность метода заключается в извлечении водорастворимых солей из почвы дистиллированной водой при отношении почвы к воде 1:5 и определении удельной электрической проводимости водной вытяжки с помощью кондуктометра и рН с помощью рН-метра. При отсутствии кондуктометра определяют плотный остаток вытяжки

- 4) Содержание гумуса по Тюрину в модификации Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель (Минеев и др., 2001).

Мокрое озоление органических соединений почвы проводят хромовой смесью при нагревании до 150°C в сушильном шкафу. Количество озоленного углерода органических соединений определяют по количеству образовавшихся в результате реакции ионов трёхвалентного хрома (Cr^{3+}). Они имеют зеленую окраску. Оптическая плотность их растворов подчиняется закону Бугера-Бера, и, следовательно их концентрация может быть определена колориметрически.

Для обеспечения полноты озоления в растворе после сжигания должно оставаться некоторое количество бихромат-ионов, которые имеют желто-оранжевую окраску. В результате окраска смеси после сжигания буровато-коричневая. Присутствие окрашенных в желтый цвет бихромат-ионов не мешает определению ионов трехвалентного хрома, т. к. их спектры поглощения различны. При длине волны 590 нм поглощение ионов Cr^{3+} близко к максимальному, а поглощение ионов бихромата практически равно нулю. Следовательно, оптическая плотность смеси растворов бихромат-ионов и ионов Cr^{3+} , измеренная при длине волны, практически соответствует концентрации Cr^{3+} . При измерении оптической плотности на фотоэлектроколориметре используют оранжевый светофильтр.

- 5) Гранулометрический состав почвы методом лазерной дифракции (Юдина, 2018).

Метод лазерной дифракции (ЛД) основан на явлении рассеяния электромагнитных волн. Причиной рассеяния света является оптическая неоднородность тела. В нашем случае исследуемое тело – сильно разбавленная дисперсная система, где диспергированное вещество представлено частицами твердой фазы почв (или грунтов, донных отложений), а дисперсионная среда – жидкостью или газом. В процессе анализа пучок света, испускаемый лазером, проходит через измерительную ячейку, представляющую собой две линзы, между которыми непрерывно происходит циркуляция пробы. При прохождении ячейки пучок

света рассеивается, и образуется сложная дифракционная картина, которая фиксируется детектором. Результатом её обработки является распределение частиц по размерам (Юдина, 2018).

2.2.3. Определение ущерба от деградации почв и земель

Определение ущерба от деградации почв и земель выполнялось согласно методике 1994 года. Подробное описание методики дано в главе 1.2-1.

Расчет ущерба от деградации почв проводили в соответствии с «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994) по формуле (1):

$$\text{Ущ} = \text{Нс} \times S \times \text{Кэ} \times \text{Кс} \times \text{Кп} + \text{Дх} \times S \times \text{Кв}, \quad (1)$$

где:

Нс – нормативная стоимость участка, руб./га (определялась по величине кадастровой стоимости в соответствии с (Приказ комитета по управлению государственным имуществом Волгоградской области от 27 октября 2015 года N 46-н «Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов Волгоградской области» (с изменениями на 30 января 2020 , 2020);

Дх - годовой доход с единицы площади, руб./га (рассчитывался как среднее арифметическое дохода агрохозяйства СП «Донское» с 1 га за период с 2016–2018 гг. по материалам, предоставленным агрохозяйством);

S - площадь деградированных почв и земель (га);

Кэ - коэффициент экологической ситуации территории;

Кв - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель;

Кс - коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель;

Кп - коэффициент для особо охраняемых территорий.

Определение степени деградации почв производится согласно Таблице 2.2–2 (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996)

Таблица. 2.2 - 2. Определение степени деградации почв и земель по выбранным показателям

Показатель	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Потери почвенной массы, т/га/год	<5	6-25	26-100	101-200	>200
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы, в % от исходного	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Уменьшение содержания обменного калия, в % от средней степени обеспеченности	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Увеличение содержания доли натрия (в % от суммы обменных катионов) /осолонцевание	<5	5–10	10-15	15-20	>20
Изменение степени кислотности в % от средней степени кислотности	<10	11-15	16-20	21-25	>25
Уменьшение содержания подвижного фосфора, в % от средней обеспеченности	<10	11-20	21-40	41-80	>80

Значения коэффициентов в формуле (1) приведены в таблице 2.2–3.

Таблица. 2.2 - 3. Данные для расчета ущерба от деградации почв и земель на территории хозяйства СП «Донское»

Данные для расчета степени деградации						
	рН	Эталон гумус	Средняя степень обеспеченности калием	Средняя степень обеспеченности фосфором	Осолонцевание	Смыв, т/га/год
Значение	7,24 (по данным обследования 2019)	1,5 % (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982)	201 мг/кг (Минеев и др., 2001)	16 мг/кг (Минеев и др., 2001)	Сравнение с данными за 1982 (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982)	Результаты моделирования по модели RUSLE2
Данные для расчета ущерба от деградации почв и земель						
	Нс	Кэ	Кв	Кс	Кп	Дх
Значение	11 100 (Приказ ..., 2020)	1,9 (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996)	3,2 для показателя «осолонцевания» 0,9 – для всех остальных показателей (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996)	1–4 степень деградации 0,8–3 степень деградации 0,5–2 степень деградации 0,2–1 степень деградации (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996)	1 (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996)	36 912 (формы 6.1 АПК)

Для определения степени деградации почв по изменению показателя «Увеличение содержания доли Na^+ от суммы обменных катионов», строилась карта содержания доли Na^+ от суммы обменных катионов по данным обследования, проведенного Гипроземом в 1982 г. (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982). Для интерполяции использовался метод РЭБК. Параметры РЭБК приведены в Таблице 2.2–4.

Таблица. 2.2 - 4. Параметры РЭБК

№ п/п	Параметр	Трансформация и модель вариограммы	Независимая переменная
1	Доля Na^+ от суммы обменных катионов	Лог-эмпирическая, Уиттла	ЦМР LS-фактор Почвенная карта

Данные о состоянии почвенного покрова на территории Калачёвского района и Волгоградской области были предоставлены агрохимической службой ФГБУ «ЦАС «Волгоградский», а также агрохимическими станциями ФГБУ «САС «Михайловская» и ФГБУ «САС» «Камышинская».

Данные для расчета степени деградации почв и земель для территории района и области приведены в таблице 2.2–5.

Таблица. 2.2 - 5. Данные для расчета ущерба от деградации почв и земель на территории Калачёвского района и Волгоградской области

№ п/п	Район	Нс (Приказ ..., 2020)	Дх	Кэ, Кв, Кс (Методика..., 1994)
1	Новониколаевский	54600	26 525,09	Кэ - 1,9 Кв: 3,2 для осолонцевания 0,9 – для всех остальных показателей Кс 1–4 степень деградации 0,8–3 степень деградации 0,5–2 степень деградации
2	Новоаннинский	44800	24 112,07	
3	Киквидзенский	45700	21 575,06	
4	Урюпинский	46400	21 210,78	
5	Еланский	40000	16 187,94	
6	Нехаевский	55700	15 228,09	
7	Алексеевский	49500	5 594,31	
8	Михайловский	40100	15 098,25	
9	Клетский	26200	6 015,57	
10	Кумылженский	36200	11 706,45	
11	Среднеахтубинский	13100	63 984,21	
12	Чернышковский	17700	7 058,46	
13	Серафимовичский	23100	13 528,21	
14	Иловлинский	18600	2 902,29	

№ п/п	Район	Нс (Приказ ..., 2020)	Дх	Кэ, Кв, Кс (Методика..., 1994)
15	Светлоярский	4900	36 105,70	0,2 - - 1 степень деградации
16	Даниловский	28200	8 010,14	
17	Николаевский	6800	8 598,47	
18	Фроловский	26300	5 614,92	
19	Дубовский	13900	1 721,57	
20	Суровикинский	19100	3 722,79	
21	Котельниковский	15100	4 907,60	
22	Октябрьский	11800	4 824,13	
23	Городищенский	11000	22 138,49	
24	Калачевский	11000	6 406,17	
25	Ольховский	3900	3 941,47	
26	Быковский	7000	5 758,80	
27	Жирновский	30300	9 506,08	
28	Старополтавский	900	3 968,29	
29	Котовский	23200	2 664,70	
30	Палласовский	600	2 799,74	
31	Камышинский	16500	3 106,84	
32	Ленинский	6700	59 738,02	
33	Руднянский	31500	15 917,72	

Предоставленные агрохимической службой и агрохимическими станциями данные, не содержали пространственной привязки. Предоставленные данные содержали информацию о площадях почв по группировкам содержания исследуемых показателей. Для определения степени деградации, соответствующей контуру, рассчитывалась степень деградации по нижней границе группировки. Итоговое значение степени деградации присваивалось всей группировке. Интерпретация группировок по степеням деградации приведена в Таблице 2.2–5. Площадь деградированных контуров по показателю «смыва» оценивался по результатам моделирования. Исходные данные находятся в Приложении Б.

Таблица. 2.2 - 6. Значение степеней деградации для исследуемых показателей

№ п/п	Показатель	Группировка	Значение	Степень деградации
1	Содержание K_2O по Мачигину	Очень низкое	<100 мг/кг	4
		Низкое	101–200 мг/кг	3
2	Содержание P_2O_5 по Мачигину	Очень низкое	<10 мг/кг	4
		Низкое	11–15 мг/кг	2

№ п/п	Показатель	Группировка	Значение	Степень деградации
3	Содержание гумуса	Меньше минимального содержания	-	4
		Слабогумусированные	-	1
4	рН (водный)	Щелочная	8,6-9,0	2
5	Осолонцевание	Щелочная	8,6-9,0	4

2.2.4. Определение нейтрального баланса деградации земель

Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ) рассчитывался двумя методами: по стандартной методике и адаптированной.

1) Стандартная методика НБДЗ. Для расчетов по стандартной методике НБДЗ использовался модуль Trends.Earth (Тренды.Земля). Период исследования брался 2000 по 2015 года. Деградация оценивалась по 3-м основным параметрам, рекомендованным КБО ООН: продуктивность земель, изменение наземного покрова и запасы ПОУ в 30 см слое. Подробное описание расчета показателей приведено в Главе 1.2-2.

2) Адаптированная методика НБДЗ. В стандартизированную методику был внесен ряд корректив. Индикатор запасов ПОУ был заменён на другой индикатор - содержание (не запасы) органического вещества в пахотном горизонте, который анализировался на базе результатов натурного обследования, а также данных агрохимслужб области. Т. к. одних данных по гумусу для характеристики деградации почвенного покрова недостаточно, были использованы также региональные данные агрохимической службы Волгоградской области по содержанию обменного калия и подвижного фосфора (по методу Мачигина) в пахотном горизонте, а также и данные об эрозии за тот же период (путем моделирования). Сравнение по перечисленным выше параметрам проводилось по средним значениям данных показателей на землях сельскохозяйственного назначения. Период исследования брался с 1982 по 2019 гг.

Исследуемые параметры приведены в Таблице 2.2.-7.

Таблица. 2.2 - 7. Применяемые параметры для расчета НБДЗ

Модификация методики	Хозяйство	Район	Область
Стандартная	- (не производилось ввиду отсутствия данных)	Продуктивность земель Наземный покров Запасы почвенного органического углерода	

Модификация методики	Хозяйство	Район	Область
Адаптированная	Содержание подвижного фосфора Содержание обменного калия Содержание гумуса Доля Na^+ от суммы обменных катионов рН (H_2O) Смыв	Содержание подвижного фосфора Содержание обменного калия Содержание гумуса Смыв	

Величина НБДЗ рассчитывалась по разнице между процентом деградированных земель и проградированных.

Для получения раstra распределения исследуемых показателей на территории хозяйства, использовались данные обследования Гипроземом (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982). Данные интерполировались при помощи метода РЭБК. Параметры РЭБК приведены в таблице 2.2–8. Карты распределения исследуемых параметров, а также карты среднеквадратичной ошибки предсказания приведены в Приложении Е.

Таблица. 2.2 - 8. Параметры РЭБК

№ п/п	Параметр	Трансформация и модель вариограммы	Независимая переменная
1982 год			
1	Подвижный фосфор	Лог-эмпирическая, Уиттла	ЦМР LS-фактор Почвенная карта
2	Обменный калий	Эмпирическая, К-Бесселя	
3	рН (H_2O)	Без трансформации, Уиттла	
4	Гумус	Лог-эмпирическая, К-Бесселя	

2.2.5. Определение экономики деградации земель

Подробное описание методики ЭДЗ приведено в главе 1.2.3. Расчет сценариев землепользования проводился с учетом только одной экосистемной услуги – продукционной (урожайности растительных культур). Цена действия рассчитывалась согласно формуле (2). Цена бездействия рассчитывалась согласно формуле (3). Ущерб от деградации рассчитывался согласно формуле (1). Данные для расчета приведены в таблице 2.2–9. Исходные данные для расчета выручки и затрат на производство, согласно fedstat.ru приведены в Приложении Г.

Таблица. 2.2 - 9. Используемые коэффициенты для расчета цены действия

Параметр	Значение	Источник данных
A_i	Площадь деградированной земли	Согласно главе 2.2.3
p^t	1,11	Средняя ставка дисконтирования на момент 2019 г.
z_i	Рассчитывался как произведение ущерба от деградации согласно формуле (2) на площадь контуров подверженных деградации	Согласно главе 2.2-3
x_i	Рассчитывался как произведение затрат на производство растительной продукции на площадь деградированного биома	Затраты на производство растительной продукции считались согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru
$p_j x_j$	Произведение выручки с реализации растительной продукции на площадь деградированного биома	Выручка с реализации растительной продукции считалась согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru (Федеральная служба статистики, 2021)
T	20 лет	

2.2.6. Моделирование эрозии почв

Для определения величины смыва на территории исследования, использовалась адаптированная модель RUSLE2. Подробное описание модели приведено в главе 1.3. Величина смыва рассчитывалась по формуле (4).

Проводилось моделирование среднегодовой величины смыва для трёх уровней объектов, а также для двух временных отрезков: с 1980 по 1990 гг. (уровень 1980-х) и 2010–2021 гг. (уровень 2010-х). Данные по контурам земель сельскохозяйственного назначения брались из современной модели землепользования GLOBELAND30 с 30-метровым пространственным разрешением (Chen et al., 2015).

Источники данных и основной алгоритм расчета приведены в Таблице 2.2–10.

Таблица. 2.2 - 10.Используемые данные для моделирования потенциальной величины смыва

Период	R	LS	K	C	P
1980-е	Хозяйство, Район, Область: на все три уровня использовались данные, полученные прогнозированием регрессии эмпирического байесовского кригинга (РЭБК) на основе данных многолетних метеонаблюдений (с 1970 по 1998)	Хозяйство, Район, Область: использовался единый LS- фактор, рассчитанный на основе ЦМР с 30 м разрешением SRTM (USGS, 2014).	Хозяйство: На основе данных ГИПРОЗЕМа, методом РЭБК получена прогнозная карта К фактора для 1982 г. Район: на основе данных обследования ГИПРОЗЕМа всех земель с/х назначения методом РЭБК была получена прогнозная карта К-фактора. Область: К-фактор был рассчитан на основе почвенной карты Волгоградской области (Почвенная карта Волгоградской области (М 1:400000), 1989)	Хозяйство, Район, Область: использовались сцены LANDSAT за период с 1984 по 1988 гг.	Хозяйство: использовались данные из статьи Литвина и др. (Литвин...,2017). Район, область: не использовался т. к. нет данных по контурам пашни среди земель с/х назначения.
2010-е	Хозяйство, Район, Область: на все три уровня использовались данные, полученные прогнозированием регрессии эмпирического байесовского кригинга (РЭБК) на основе данных многолетних метеонаблюдений (с 1999 по 2019)		Хозяйство: на основе данных обследования 2019 г, методом РЭБК была получена прогнозная карта К-фактора. Район, Область: на основе данных из открытых источников (Красная книга почв ВО, ЕГПР) был рассчитан К-фактор и методом РЭБК получена прогнозная карта на всю территорию области.	Хозяйство, Район, Область: использовались сцены LANDSAT за период с 2017 по 2021 гг.	Хозяйство: использовались данные из статьи Литвина и др (Литвин...,2017) Район, область: не использовался.

R-фактор.

Расчёт R-фактора осуществлялся согласно подходу предложенному Naipal (Naipal et al, 2015). Формула расчета R-фактора меняется в зависимости от типа климата (по Кёппену). Данные о распределении типов климата по Кёппену на территории Волгоградской области брались из статьи Peel (Peel, Finlayson, McMahon, 2007). Формулы расчета (19) и (20) приведены в таблице 2.2–11

Таблица. 2.2 - 11.Расчет R-фактора (Naipal et al, 2015)

№ п/п	Тип климата	Формула
1	Континентальный с жарким летом (Dfa по Кёппену)	$\ln R = -1,99 + 0,737 \times \ln P + 2,033 \times \ln SDII$, (19)
2	Континентальный с теплым летом (Dfb по Кёппену)	$\ln R = -0,5 + 0,266 \times \ln P + 3,1 \times \ln SDII - 0,131 \times \ln Z$, (20)

Значения переменных: **ln R** = натуральный логарифм R-фактора; **ln P** – натуральный логарифм из среднегодового количества осадков; **ln SDII** – натуральный логарифм из индекса интенсивности осадков. SDII рассчитывается как отношение суммы осадков в год к количеству дней в году с осадками >1мм; **ln Z** – натуральный логарифм из значения высоты расположения гидрометеорологического поста.

Дополнительно учитывался талый сток. Величина талого стока рассчитывалась путём перемножения величины суммы осадков, выпавших с декабря по март на коэффициент 0,05914 (Renard, 2013). После расчёта, данная величина прибавлялась к величине ливневого стока.

Для расчета R-фактора использовались данные с гидрометеорологических постов сети Росгидромета, расположенных на территории Волгоградской области. Данные были предоставлены ВНИИГМИ МЦД (ВНИИГМИ МЦД, 2021). Расположение постов показано на Рисунке 2.2–2.

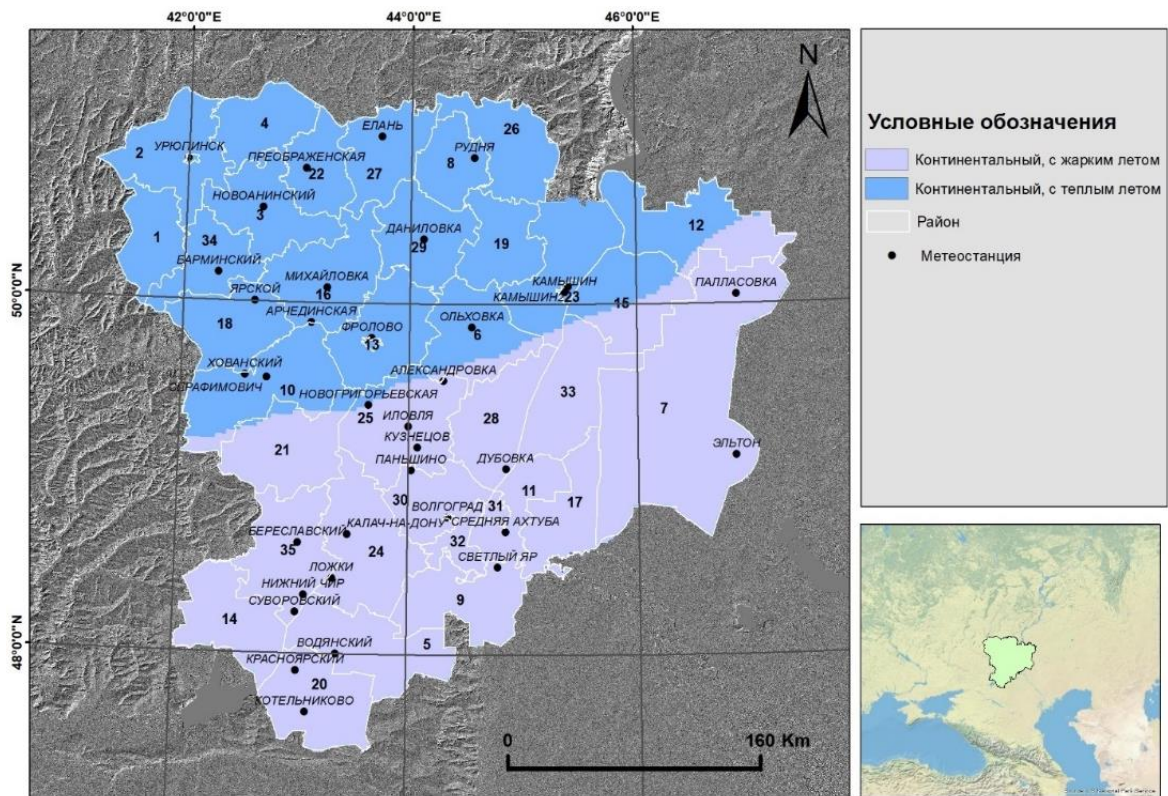


Рис. 2.2 - 2. Расположение гидрометеорологических постов сети Росгидромета на территории Волгоградской области

Характеристики гидрометеорологических постов приведены в таблице 2.2–12.

Таблица. 2.2 - 12. Характеристики гидрометеорологических постов

№ п/п	Название станции	Координаты (WGS-84)		Синоптический индекс	Используемые данные	Период
		с.ш.	в.д.			
1	Нижний Чир	48.333	43.117	34555	сумма осадков мм; количество дней с осадками ≥ 1 мм	1970– 1998 (29 лет) и 1999 по 2020 (22 года)
2	Рудня	50.833	44.567	34262		
3	Камышин	50.067	45.367	38012		
4	Палассовка	50.050	46.883	34373		
5	Ольховка	49.867	44.55	34362		
6	Красноярский	47.9	43.067	59018		
7	Барминский	50.16	42.30	78146		
8	Новоаннинский	50.533	42.683	34254		
9	Калач-на-Дону	48.68	43.48	34552		
10	Дубовка	49.06	44.85	38016		
11	Преображенская	50.76	43.06	78182		
12	Суворовский	48.233	43.048	78905		
13	Ложки	48.429	43.36	78910		
14	Серафимович	49.567	42.750	34357		
15	Михайловка	50.083	43.267	34352		
16	Водянский	48.00	43.40	78261		
17	Камышин-2	50.10	45.40	34363		

№ п/п	Название станции	Координаты (WGS-84)		Синоптический индекс	Используемые данные	Период
		с.ш.	в.д.			
18	Средняя Ахтуба	48.70	44.85	77385		
19	Паньшино	49.05	44.03	78235		
20	Елань	50.950	43.733	34253		
21	Хованский	49.58	42.56	78016		
22	Светлый Яр	48.50	44.78	77094		
23	Новогригорьевская	49.417	43.65	78021		
24	Даниловка	50.367	44.117	34267		
25	Котельниково	47.663	43.150	34655		
26	Арчединская	49.883	43.133	78202		
27	Кузнецов	49.18	44.08	78234		
28	Береславский	48.63	43.06	78919		
29	Ярской	50.00	42.63	78191		
30	Иловля	49.300	44.000	34461		
31	Александровка	49.56	44.30	78229		
32	Волгоград	48.783	44.346	34561		
33	Эльтон	49.133	46.850	34476		
34	Урюпинск	50.800	42.000	34240		
35	Фролово	49.800	43.667	34356		

Данные по гидрометеорологическим постам, сортировались по двум периодам: с 1970 по 1998 гг. и с 1999 по 2019 гг. После этого, для каждого года рассчитывалось среднегодовое значение R-фактора. Далее, значения R-фактора для каждого поста усреднялись согласно временным отрезкам, обозначенным выше. После, полученные данные интерполировались на исследуемую территорию с разрешением в 30 м при помощи РЭБК. Из итогового областного растра вырезались растры на территорию района и хозяйства. Интерполяцию проводили при помощи программы ArcGIS Pro версии 2.9.2. Контроль результатов осуществлялся методом перекрестной проверки. Параметры РЭБК приведены в таблице 2.2–13.

Таблица. 2.2 - 13.Параметры РЭБК

№ п/п	Параметр	Трансформация и модель вариограммы	Независимая переменная
2010-е			
1	R-фактор (Волгоградская область)	Без преобразования, К-Бесселя	ЦМР LS-фактор
1980-е			
1	R-фактор (Волгоградская область)	Эмпирическая, К-Бесселя	ЦМР LS-фактор

LS-фактор

Для расчета LS-фактора использовалась ЦМР SRTM с пространственным разрешением в 30 м (USGS, 2014). Расчет LS-фактора осуществлялся двухступенчатым алгоритмом. Предварительно ЦМР обрабатывалась согласно методу, предложенному L. Wang and H. Liu (Wang, Liu, 2006). Подробно метод обработки описан в главе 1.4

L-фактор рассчитывался по формуле (7) согласно Renard (Panagos, Borrelli, Meusburger, 2015; Renard, 2013)

$$L_{ij} = \left(\frac{(A_{ij-in} + D^2)^{m+1} - A_{ij-in}^{m+1}}{D^{m+2} \times X_{ij}^m \times 22.13^m} \right)^m, \quad (7)$$

где A_{ij-in} это площадь ячейки (i, j) измеряемый в m^2 . D – размер ячейки (в метрах), $X_{ij} = \sin a_{i,j} + \cos a_{i,j}$, где $a_{i,j}$ направление граней ячейки (i, j). m это отношение β ручейковой к межручейковой эрозии:

$$m = \frac{\beta}{\beta+1}. \quad (8)$$

где β

$$\beta = \frac{\frac{\sin \theta}{0.0896}}{(0.56 + 3 \times (\sin \theta)^{0.8})}, \quad (9)$$

θ угол наклона в градусах (20).

S-фактор здесь рассчитывался по формуле, предложенной (Renard, 2013) (10)

$$S = 10.8 \times \sin \theta + 0.03, \text{ где уклон } < 0.09. \quad (10a)$$

$$S = 16.8 \times \sin \theta - 0.5, \text{ где уклон } \geq 0.09. \quad (10b)$$

К-фактор.

К-фактор рассчитывался по многоступенчатому алгоритму, представленному в работе Auerswald (Auerswald et al, 2014). В таблице 2.2–14 приведен алгоритм расчета К-фактора.

Таблица. 2.2 - 14. Алгоритм расчета К-фактора

№ п/п	Формула	Условие	Параметр
1	$K_1 = 2,77 \times 10^{-5} \times (f_{si+vfsa} \times (100 - f_{cl}))^{1,14}, \quad (11)$	для $f_{si+vfsa} < 70\%$	$f_{si+vfsa}$ -суммарное содержание песчаной и илистой фракций, %
	$K_1 = 1,75 \times 10^{-5} \times (f_{si+vfsa} \times (100 - f_{cl}))^{1,14} + 0,0024 \times f_{si+vfsa} + 0,16, \quad (12)$	для $f_{si+vfsa} > 70\%$	
2	$K_2 = (12 - f_{om})/10 \quad (13)$	для $f_{om} < 4\%$	f_{cl} -содержание глинистой фракции, %
	$K_2 = 0,8, \quad (14)$	для $f_{om} > 4\%$	
3	$K_3 = K_1 \times K_2 + 0,043 \times (A - 2) + 0,033 \times (P - 3), \quad (15)$	для $K_1 \times K_2 > 0,2$	f_{om} -содержание гумуса, %
	$K_3 = 0,091 - 0,34 \times K_1 \times K_2 + 1,79 \times (K_1 \times K_2)^2 + 0,24 \times K_1 \times K_2 \times A + 0,033 \times (P - 3), \quad (16)$	для $K_1 \times K_2 < 0,2$	

№ п/п	Формула	Условие	Параметр
4	$K = K_3$, (17)	для $f_{rf} < 1,5\%$	А – класс почвенной структуры (1-4) Р – класс водопроницаемости почвы (1-6) f_{rf} – каменистость почвы, %
	$K = K_3 \times (1,1 \times \exp(-0,024 \times f_{rf}) - 0,06)$, (18)	для $f_{rf} > 1,5\%$	

Класс структуры и водопроницаемости почвы определялся согласно Panagos (Panagos et al, 2014).

Данные приведены в Таблицах 2.2–15 и 2.2–16.

Таблица. 2.2 - 15. Определение структуры

№ п/п	Структура	Класс структуры
1	Очень мелкозернистая, гранулированная: 1–2 мм	1
2	Мелкая гранулированная: 2–5 мм	2
3	Средняя или крупно гранулированная: 5–10 мм	3
4	Пластинчатая или массивная: >10 мм	4

Таблица. 2.2 - 16. Определение водопроницаемости почвы

№ п/п	Гранулометрический состав	Класс водопроницаемости
1	Песчаный	1
2	Супесь	2
3	Легкосуглинистый	3
4	Среднесуглинистый	4
5	Тяжелосуглинистый	5
6	Глинистый	6

Источники данных для расчета К-фактора приведены в таблице 2.2–17. Точки описания почв, используемых для расчета К-фактора приведены на рисунке 2.2-3.

Таблица. 2.2 - 17. Источники данных для расчёта К-фактора

	Хозяйство	Район	Область
1980-е	Данные обследования Гипрозема (Балашов,	Данные обследования Гипроземом всех хозяйств на	На основе почвенной карты Волгоградской области (Почвенная

	Хозяйство	Район	Область
	Жулидова, Савичева, 1982)	территории района, 1981–1982 (Балашов, Жулидова, Савичева, 1983а, 1983б, 1983с; Балашов, Жулидова, Чурсин, 1983а, 1982, 1983б)	карта Волгоградской области (М 1:400000), 1989)
2010-е	Данные натурного обследования, 2019	Данные натурного обследования, 2019 Красная книга почв (Кулик и др., 2017) ЕГРПР (Минсельхоз, Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2019)	

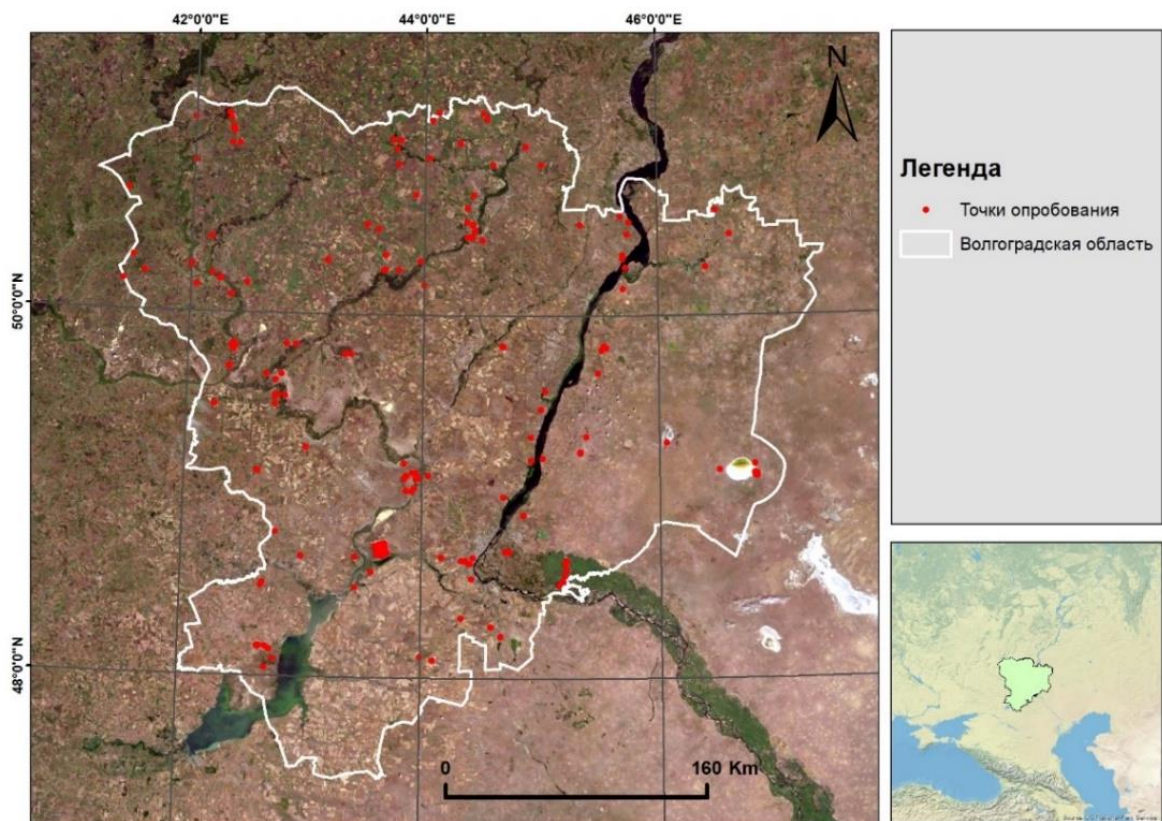


Рис. 2.2 - 3. Расположения точек описания почв, используемых для расчета К-фактора 2010-х годов

Согласно полученным данным (Таблица 2.2–17), рассчитывалось значение К-фактора по физическим, химическим свойствам почвы для пахотного горизонта почвы (0–30 см). Для получения координат расположения точек отбора проб почвы по результатам обследования Гипроземом, исходные материалы Гипрозема оцифровались и пространственно привязывались методом сплайна. После, полученные данные

интерполировались на исследуемую территорию с разрешением в 30 м при помощи РЭБК. Из итогового областного растра вырезался растр на территорию района. Интерполяцию проводили при помощи программы ArcGIS Pro версии 2.9.2. Контроль результатов осуществлялся методом перекрестной проверки. Параметры РЭБК приведены в таблице 2.2–18. Распределение точек опробования на территории района по результатам последней съёмки Гипрозема приведено на рисунке 2.2–4.

Таблица. 2.2 - 18. Параметры РЭБК

№ п/п	Параметр	Трансформация и модель вариограммы	Независимая переменная
2010-е			
1	К-фактор (хозяйство СП «Донское»)	Лог-эмпирическая, Уиттла	ЦМР LS-фактор Карта почв хозяйства
2	К-фактор (Волгоградская область)	Без преобразования, Уиттла	ЦМР LS-фактор Карта почв Волгоградской области Карта гранулометрического состава почв Волгоградской области
1980-е			
1	К-фактор (хозяйство СП «Донское»)	Лог-эмпирическая, К- Бесселя	ЦМР LS-фактор Карта почв хозяйства
2	К-фактор (Калачёвский район)	Лог-эмпирическая, Уиттла	ЦМР LS-фактор Карта почв Волгоградской области Карта гранулометрического состава почв Волгоградской области

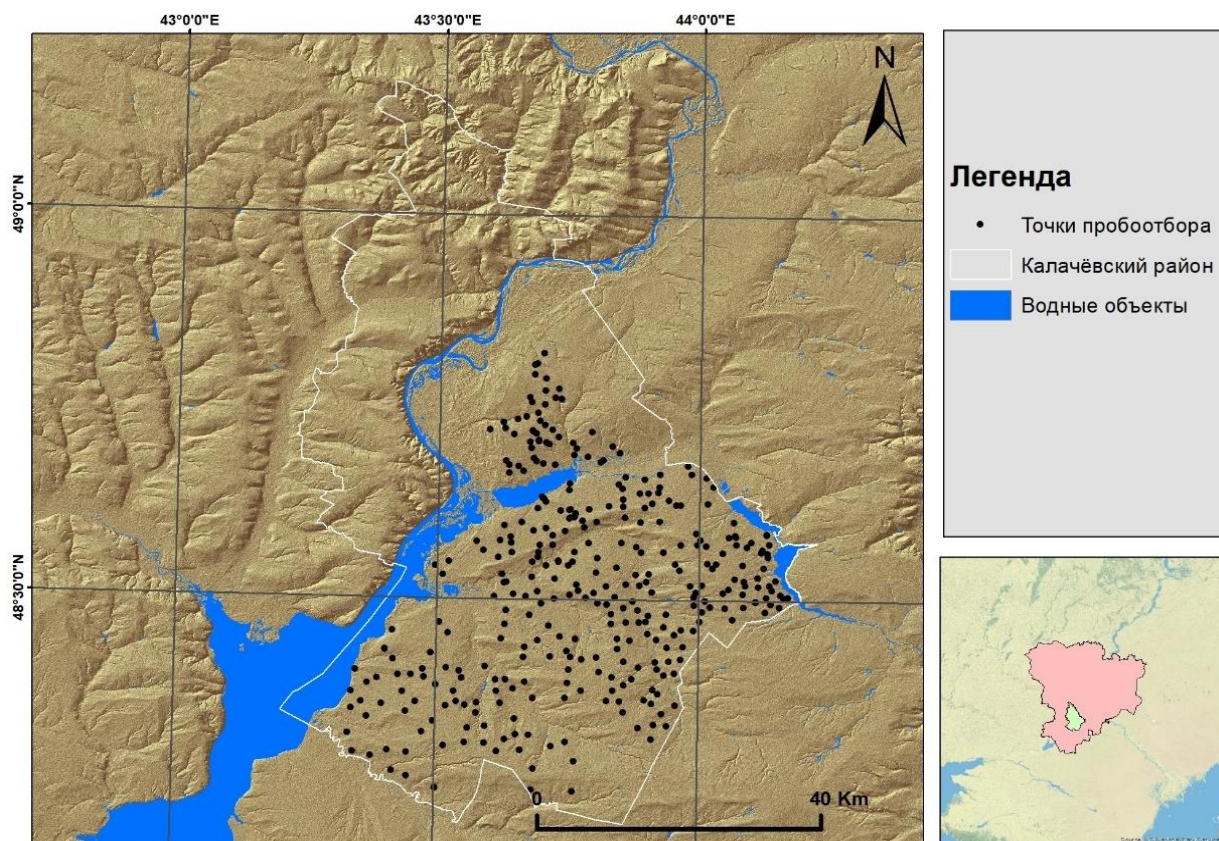


Рис. 2.2 - 4. Распределение точек опробования на территории Калачёвского района по результатам последнего тура обследования Гипрозема

На основе почвенной карты Волгоградской области (Почвенная карта Волгоградской области (М 1:400000), 1989) рассчитывалось среднее значение К-фактора для каждого типа почвы выделяемого на данной карте. Алгоритм расчета был следующий:

- 1) Оцифровка и пространственная привязка методом сплайна, создание базы данных на основе почвенной карты Волгоградской области.
- 2) Для каждого типа почвы брались средние значения содержания органического вещества, гранулометрического состава согласно данным, представленным на карте (Почвенная карта Волгоградской области (М 1:400000), 1989). Данные о структуре типов почв брались из ЕГРПР (Минсельхоз, Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2019). Дополнительно учитывались контура почв с каменистостью, согласно данным, представленным на карте. После, для каждого из контуров почв рассчитывалось и присваивалось значение К-фактора. Исходные данные для расчёта К-фактора на территорию области для уровня 2010-х годов приведены в Приложении Ё. Исходные данные для расчёта К-фактора на территорию района для уровня 1980-х годов приведены в Приложении Ж. Исходные данные для расчета К-фактора на территорию области для уровня 1980-х годов приведены в Приложении З.

С-фактор.

С-фактор рассчитывался согласно методу, предложенному Almagro (Almagro и др., 2019).

Согласно Almagro, С-фактор считается как (21):

$$C = 0,1 \times \left(\frac{-NDVI + 1}{2} \right), \quad (21)$$

NDVI рассчитывался по формуле (22) (Pettorelli и др., 2005)

$$NDVI = \left(\frac{NIR - RED}{NIR + RED} \right), \quad (22)$$

где, NIR -отражение в ближнеинфракрасном спектре, RED – отражение в красном

Для расчета С-фактора, брались сцены Landsat на территорию Волгоградской области за период основной вегетации (с мая по сентябрь). В целях избежания воздействия атмосферных явлений на качество снимков, использовались только снимки, подвергнутые атмосферной коррекции (продукт уровня L2A). Снимки брались ежегодно за период с 1984 по 1988 (5 лет) и с 2017 по 2021 (5 лет). Для каждого года, сцены сшивались в единый растр и рассчитывалось значение С-фактора. Далее, рассчитывалось среднее значение С-фактора для каждого из 5-летних периодов. Номера используемых сцен Landsat приведены в Приложении В.

Р-фактор.

Значения Р-фактора использовались из статьи Литвина (Литвин и др., 2017). Для 1980-х он составил 0,38. Для 2010-х – 0,43. Р-фактор использовался для расчетов только на уровне хозяйства. Это связано с тем, использование величины Р-фактора целесообразно только для пашни. К сожалению, актуальные данные о контурах пашни на территории Волгоградской области в открытом доступе отсутствуют, поэтому на уровне района и на уровне области Р-фактор не учитывался.

ГЛАВА 3. ФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

3.1. СП «Донское»

Результаты физического, физико-химического и химического обследования почв, приведены в Приложении А. Карты распределения стандартной ошибки предсказания по исследуемым параметрам приведены в Приложении Е. Статистические характеристики полученных результатов приведены в Таблице 3.1–1.

Таблица. 3.1 - 1. Статистические характеристики измеренных показателей и ошибки предсказания

Характеристика	Свойства почв				
	Содержание подвижного фосфора, мг/кг	Содержание обменного калия, мг/кг	Na ⁺ , % от суммы обменных катионов	Гумус, %	pH (H ₂ O), ед.рН
Объём выборки	131	131	71	131	131
Среднее арифметическое	40,00	275,60	1,40	1,50	7,24
Мода	28,55	237,87	3,10	1,43	7,27
Дисперсия	579,02	4530,37	0,94	0,11	0,12
Размах	236,50	315,00	3,80	1,90	2,00
Коэффициент вариации, %	59,96	24,33	66,31	22,57	4,73
Минимум	7,50	158,10	0,20	0,80	6,30
Нижний квартиль	27,22	225,82	0,77	1,29	7,05
Медиана	38,00	264,60	1,10	1,50	7,20
Верхний квартиль	49,28	327,40	1,81	1,68	7,39
Максимум	244,00	473,10	4,00	2,70	8,30
Среднеквадратичная ошибка (RMSE)	4,56	17,60	0,32	0,12	0,09
CRSP (сигнал/шум)	2,48	9,60	0,18	0,07	0,05

Средние значения величин гумуса и рН, типичны для светло-каштановых почв (Дегтярева, Жулидова, 1970). Так, максимальные и минимальные значения показателей этих свойств достаточно точно описывают сочетания почв, которые характерны для данного района исследований (Минсельхоз, Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2019). По таким показателям изменчивости значений, как дисперсия и размах, максимальное варьирование наблюдается по показателям содержания обменного фосфора и подвижного калия. А по показателю коэффициента вариации наибольшая вариабельность фиксировалась по параметрам содержания обменного натрия и содержания обменного фосфора. Минимальный размах фиксировался по показателю гумуса (Таблица 3.1–1).

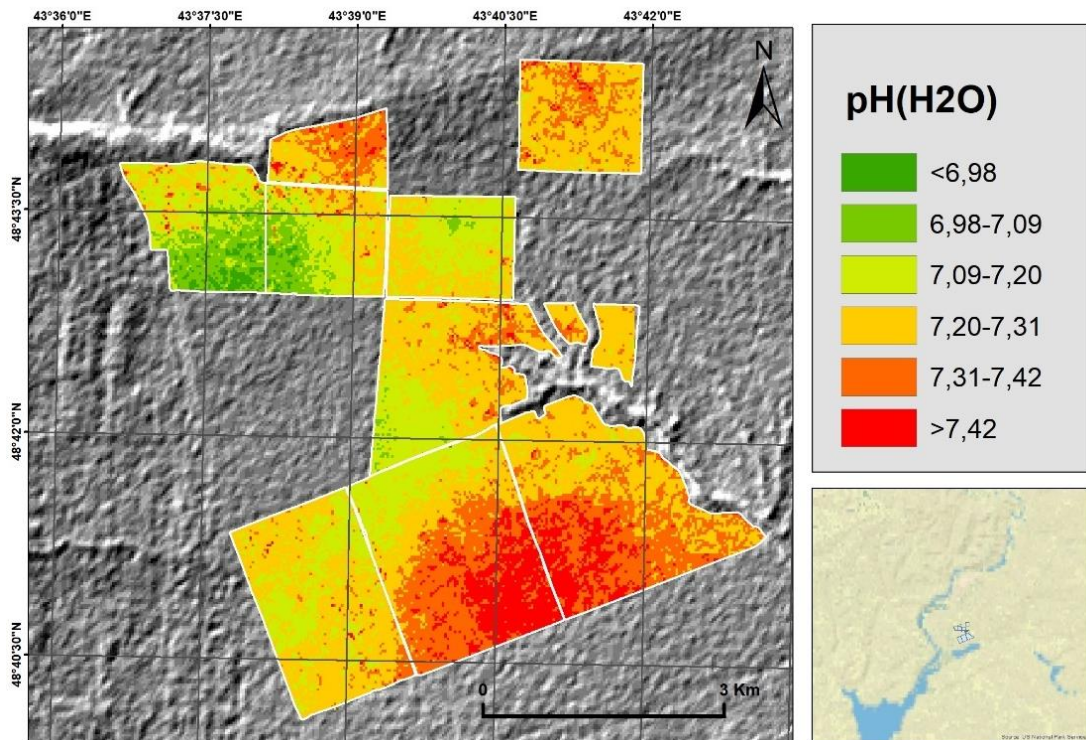


Рис. 3.1 - 1. Карта распределения кислотности почв

Для данного участка характерны почвы с нейтрально - слабощелочной реакцией среды, что является характерной реакцией для светло-каштановых почв, которые весьма распространены на исследуемом участке. Помимо этого, встречаются почвы со щелочной реакцией (рН 8,3). Данные почвы распространены на контуре, где встречаются светло-каштановые почвы в комплексе с солонцами. Согласно результатам перекрёстной проверки (Таблица 3.1–1), интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства.

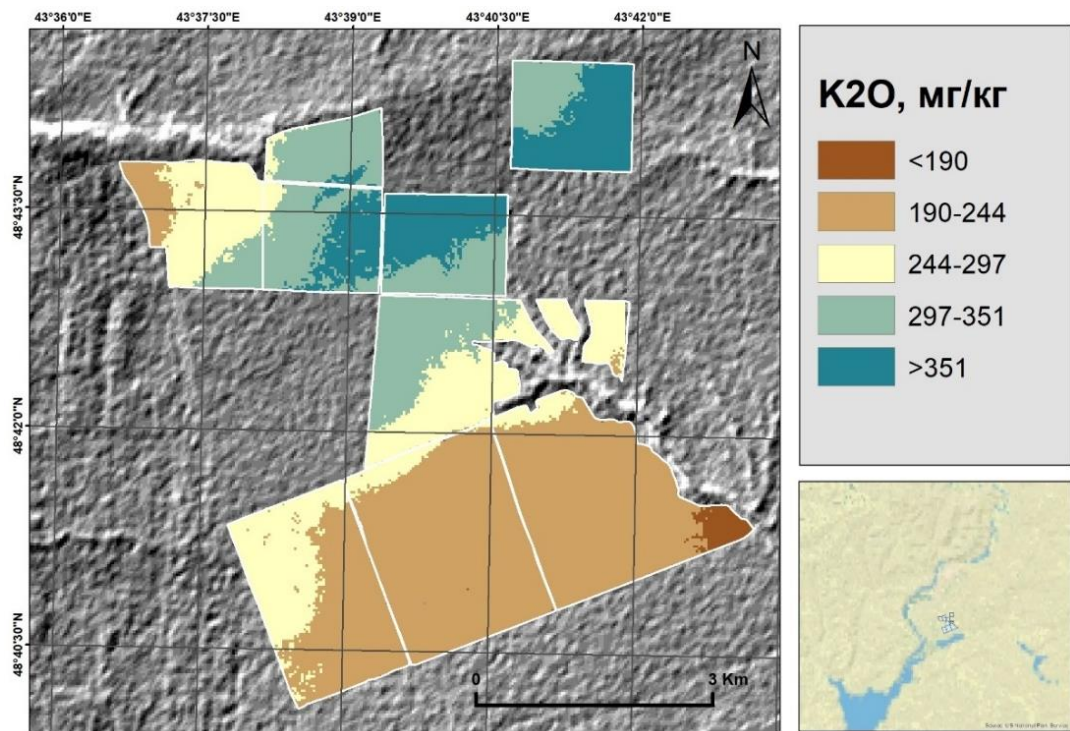


Рис. 3.1 - 2. Карта распределения содержания обменного калия

Наибольшее распространение получили территории со средним содержанием калия (190–297 мг/кг) – 72 %. Контуры с пониженным содержанием калия занимают менее 5%, что свидетельствует о хорошей обеспеченности почв данным микроэлементом, и устойчивом землепользовании. Интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства, согласно результатам перекрёстной проверки.

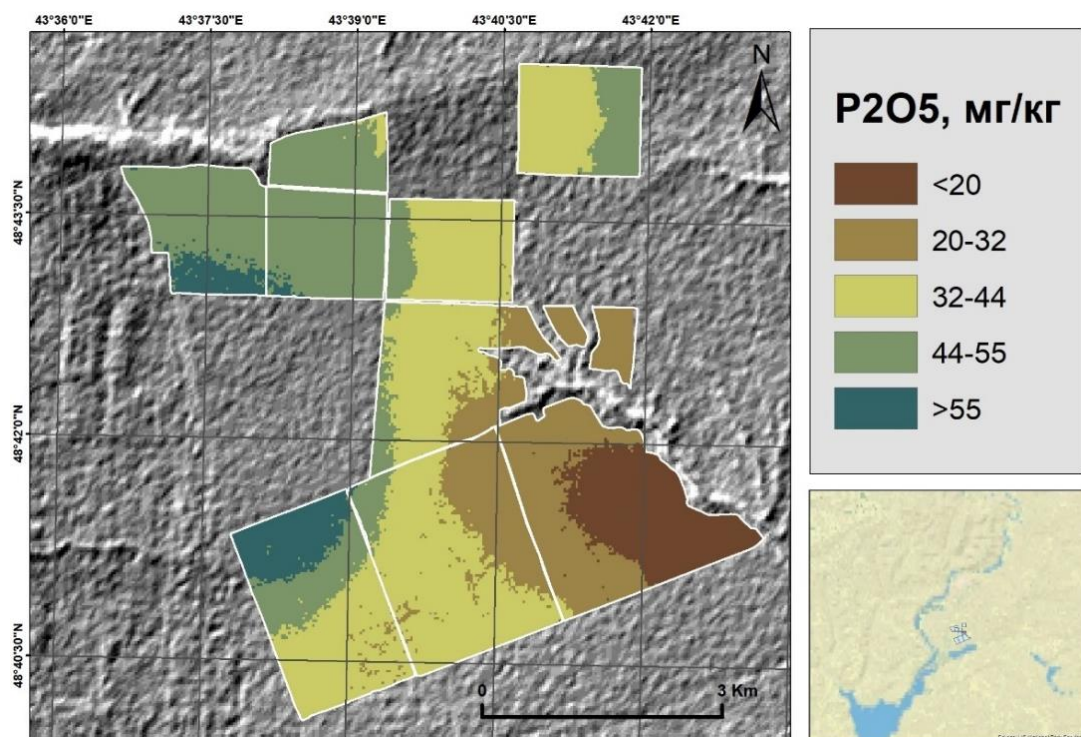


Рис. 3.1 - 3. Карта распределения содержания подвижного фосфора

Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства. Наибольшее распространение получили территории со средним содержанием подвижного фосфора (20–44 мг/кг) – 57 %. Контуры с пониженным содержанием подвижного фосфора занимают менее 9%, что свидетельствует о хорошей обеспеченности почв данным микроэлементом, и устойчивом землепользовании.

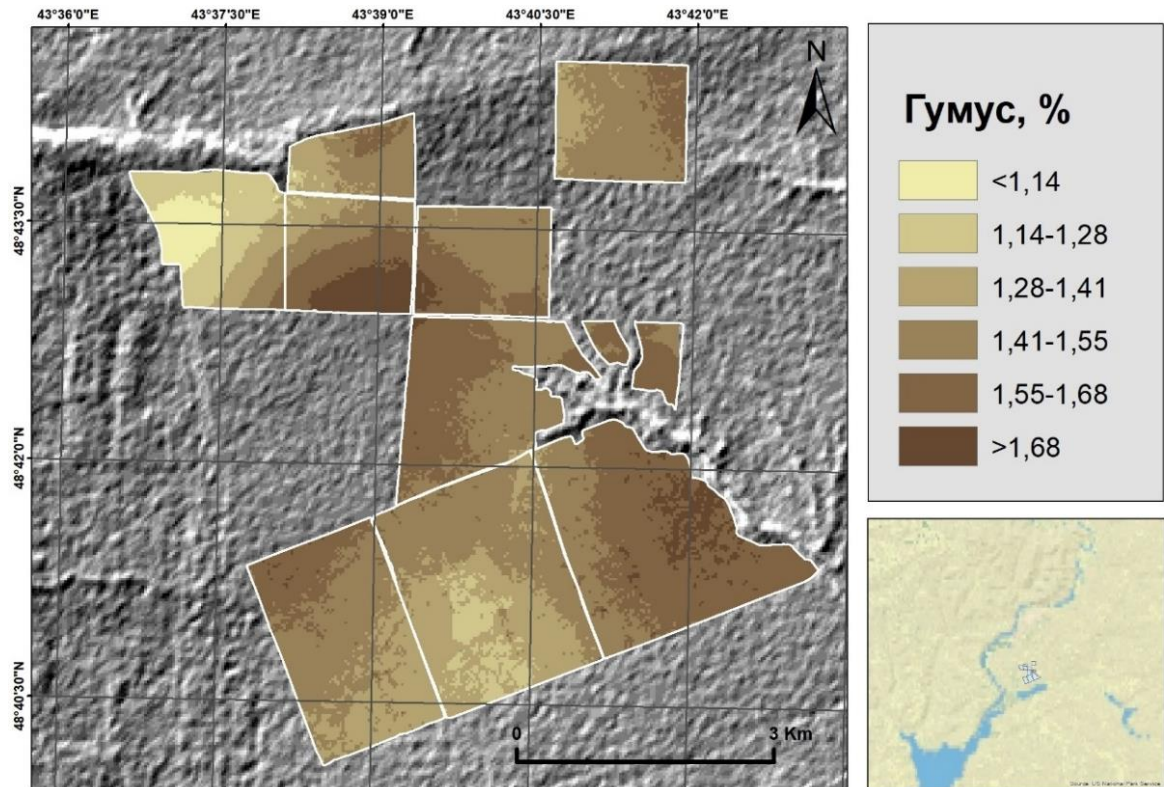


Рис. 3.1 - 4. Картограмма распределения содержания гумуса

Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства. Содержание гумуса на исследуемом участке варьирует от 0,78 % до 2,70 %, в среднем составляя 1,5 %. Содержание гумуса на участке типично для светло-каштановых почв, за исключением контуров в южной и северо-западной части хозяйства, где наблюдаются пониженные содержания гумуса. Можно предположить, что это связано с более интенсивным протеканием эрозионных процессов, нежели в других частях хозяйства.

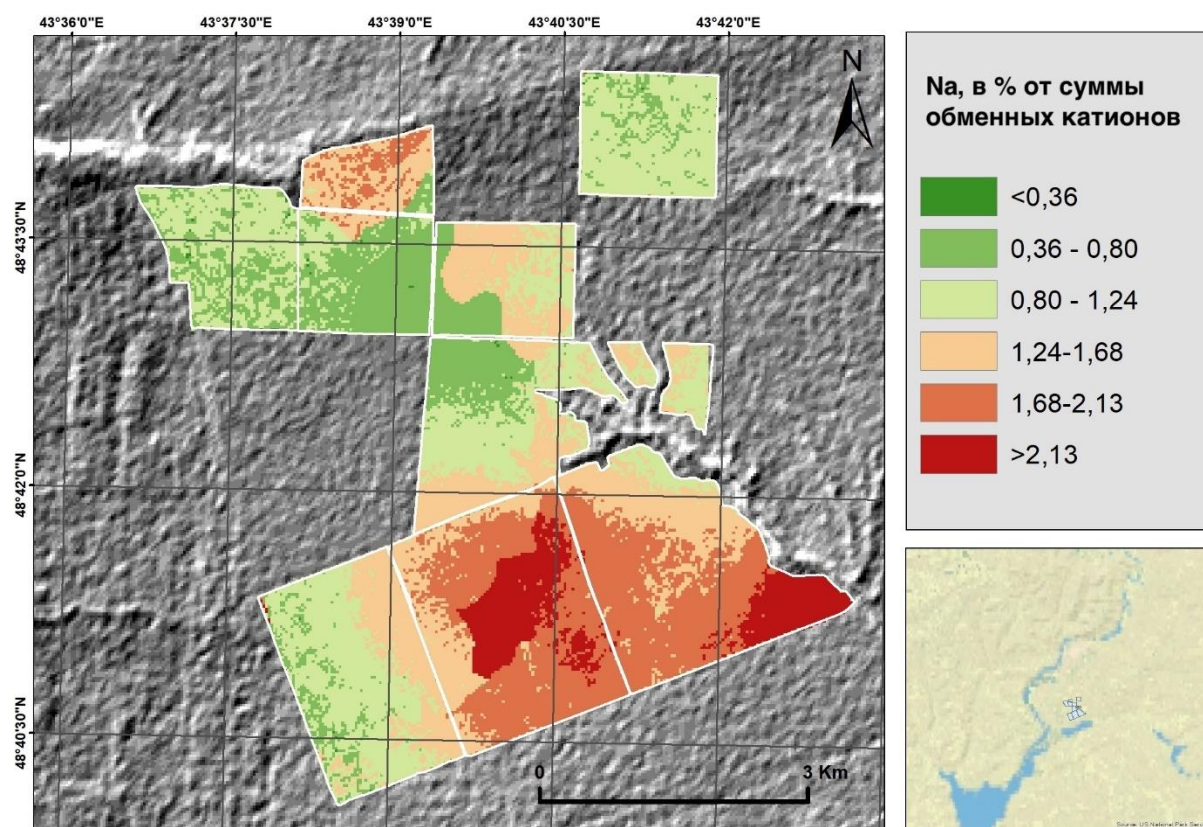


Рис. 3.1 - 5. Картосхема распределения Na^+ в % от суммы обменных катионов

Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства. Содержание доли обменного Na^+ от суммы обменных катионов на исследуемом участке соответствует светло-каштановым почвам, а в южной части участка, где ранее по результатам обследования (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982) выделялись комплексы с солонцами, фиксируется повышенное содержание доли Na^+ от суммы обменных катионов.

3.2. Калачевский район

Состояние почв в Калачёвском районе Волгоградской области оценивалось при помощи современных данных, предоставленных ЦАС «Волгоградский». Итоговые данные приведены в Таблице 3.2–1.

Таблица. 3.2 - 1. Характеристика почвенного покрова Калачёвского района

	Среднее содержание			Площадь контуров с очень низким содержанием, га			Площадь контуров с рН (Н ₂ О) 8,6-9,0
	Гумус, %	Подв. фосфор, мг/кг	Обмен. калий, мг/кг	Гумус*, %	Подв. фосфор, мг/кг	Обмен. калий, мг/кг	
Калачёвский район	1,97	26,3	418	13 000	11 700	0	6200

*для гумуса указана площадь контуров с содержанием меньше минимального

Согласно данным, представленным в Таблице 3.2–1, на территории Калачёвского района преобладают каштановые среднесуглинистые почвы (54 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения). 7 % от общей площади земель занято контурами с содержанием гумуса меньше минимального (Таблица 3.2–1), а почти 60 % занято слабогумусированными почвами (Приложение Б.). К сожалению, предоставленные данные не содержат расшифровки группировок, поэтому невозможно оценить количественное содержание гумуса в данных группах. Почвы района характеризуются хорошим содержанием минеральных веществ: на территории района не зафиксировано земель с очень низким содержанием обменного калия, а площадь контуров с очень низким содержанием подвижного фосфора составила порядка 6% от общей площади земель. Площадь контуров со щелочной реакцией, составила всего 3 % от общей площади.

3.3. Волгоградская область

Современное состояние почв Волгоградской области оценивалась согласно данным предоставленными агрохимслужбой и агрохимстанциями Волгоградской области: ЦАС «Волгоградский», и станции «Михайловская», и «Камышинская». Сводная характеристика приведена в Таблице 3.3–1. Полные данные, предоставленные агрохимслужбой ЦАС «Волгоградский» и агрохимстанциями «Михайловская» и «Камышинская» приведены в Приложении Б.

Таблица. 3.3 - 1. Характеристика почвенного покрова Волгоградской области

	Среднее содержание			Площадь контуров с очень низким содержанием, га			Площадь контуров с рН (Н ₂ О) 8,6-9,0
	Гумус, %	Подв. фосфор, мг/кг	Обмен. калий, мг/кг	Гумус*, %	Подв. фосфор, мг/кг	Обмен. калий, мг/кг	
Волгоградская область	3,04	30,66	397,84	1535158	215 992	14 679	93 900

*для гумуса указана площадь контуров с содержанием меньше минимального

Волгоградская область располагается на территории двух почвенных зон – черноземной и каштановой. Среднее содержание гумуса в почвах земель сельскохозяйственного назначения типично для каштановых почв, но недостаточно для черноземных почв. Это связано с тем, что почвы земель сельскохозяйственного назначения подвержены дегумификации: согласно полученным данным (Таблица 3.3–1), 20% от общей площади земель, занято почвами с содержанием гумуса меньше минимального. Согласно данным, от 0,2 до 3 % от общей площади контуров подвержено агроистощению: содержание подвижного фосфора или обменного калия на данных контурах очень низкое. Площадь контуров со щелочной реакцией составляет порядка 2% от общей площади земель.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТ АПРОБАЦИИ МОДЕЛИ RUSLE2 ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

4.1. R-фактор

4.1.1. СП «Донское»

На рисунках 4.1–1 приведены карты распределения R-фактора на территории хозяйства в 1980-х (а) и 2010-х (б), а также карты распределения среднеквадратичной ошибки для 1980-х (в) и 2010-х (г). Статистические характеристики значений R-фактора на территории СП «Донское» приведены в таблице 4.1.-1. Процентное распределение по классам значений R-фактора приведено в таблице 4.1–2.

Таблица. 4.1 - 1. Статистические характеристики значений R-фактора на территории СП «Донское»

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадр. отклонение	RMSE	CRPS
1980-е	61,33	74,19	72,32	1,15	7,24	5,24
2010-е	41,26	100,04	50,30	4,64	16,91	12,54

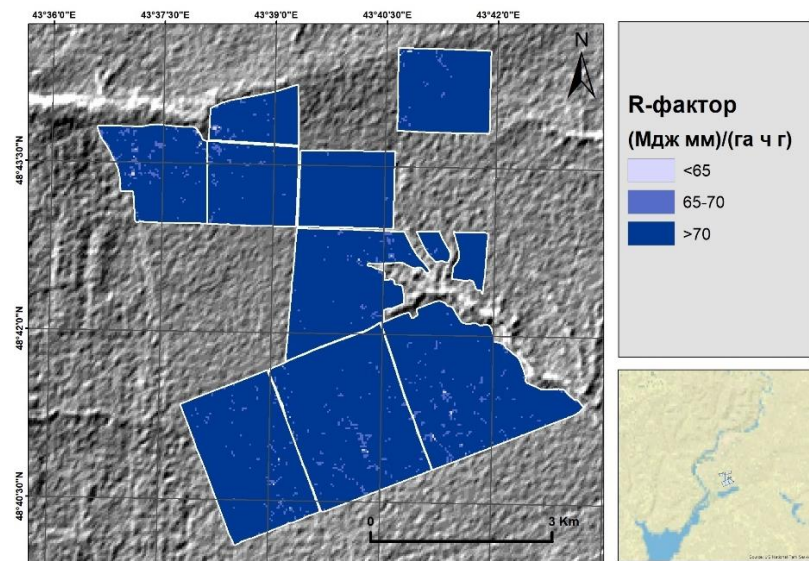
Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства. Средняя ошибка предсказания по показателю RMSE составила 10% от среднего значения для уровня 1980-х и 34% для уровня 2010-х, а по показателю CRPS: 7% от среднего значения для уровня 1980-х и 25% для уровня 2010-х.

Таблица. 4.1 - 2. Процентное распределение по классам значений R-фактора

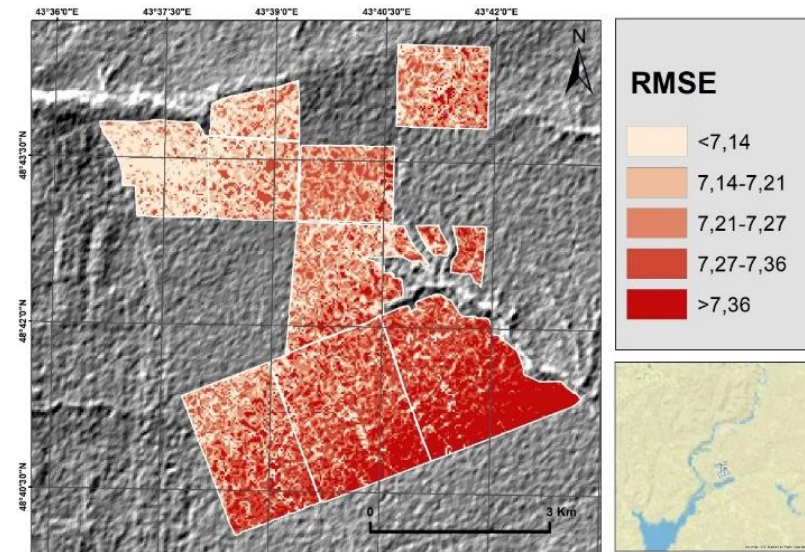
Период	<65	65-70	>70
1980-е	0,14	3,14	96,72
2010-е	98,72	0,66	0,62
Изменение	+98,58	-2,48	-96,10

Среднее значение R-фактора на территории хозяйства снизилось на 30 % по сравнению с уровнем 1980-х годов. Это прежде всего связано с уменьшением количества и интенсивности осадков на данной территории. Особенно отчетливо это заметно на примере кардинальных изменений в структуре распределения по классам значений R-фактора: доля осадков со значением больше 70% упала на 96,10% на территории хозяйства, а доля осадков с наименьшим значением R-фактора (<65) выросла почти на 96% (Таблица 4.1–2). Такая сильная смена является прямым указателем на идущий процесс аридизации климата в

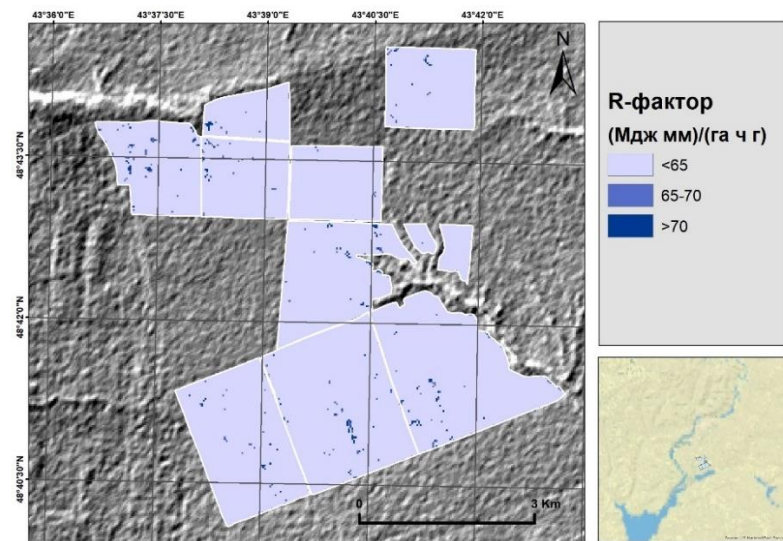
районе хозяйства. Растущая аридизация климата в Волгоградской области, подтверждается исследованием Золотокрылина (Золотокрылин, Титкова, Черенкова, 2020). Согласно ему, на территории области, в периоды с 1971 по 2001 условия были влажными, а после 2001 на территории региона сформировался современный, более сухой период увлажнения, с более интенсивными засухами, и как вследствие, с меньшим количеством выпадаемых осадков, что и подтверждается полученными результатами.



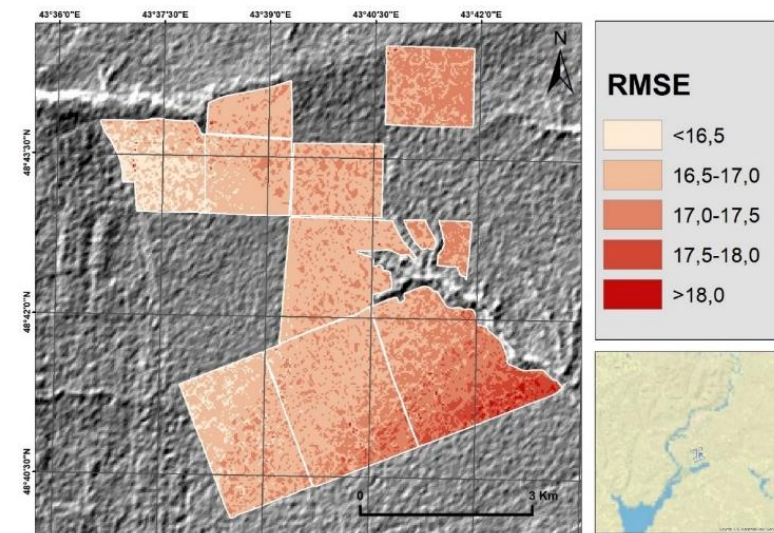
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.1 - 1. Значение R-фактора в 1980-х (а) 2010-х (б) и значение RMSE для 1980-х (в) и 2010-х (г)

4.1.2. Калачёвский район

На рисунках 4.1–2 приведены карты распределения R-фактора на территории Калачёвского района в 1980-х (а) и 2010-х (б), а также карты распределения среднеквадратичной ошибки для 1980-х (в) и 2010-х (г).

Статистические характеристики значений R-фактора на территории Калачёвского района приведены в таблице 4.1.-3. Процентное распределение по классам значений R-фактора приведено в таблице 4.1–4.

Таблица. 4.1 - 3. Статистические характеристики значений R-фактора на территории Калачёвского района

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадр. отклонение	RMSE	CRPS
1980-е	41,09	97,68	65,25	4,44	8,27	5,88
2010-е	32,14	94,53	50,32	14,71	15,85	12,08

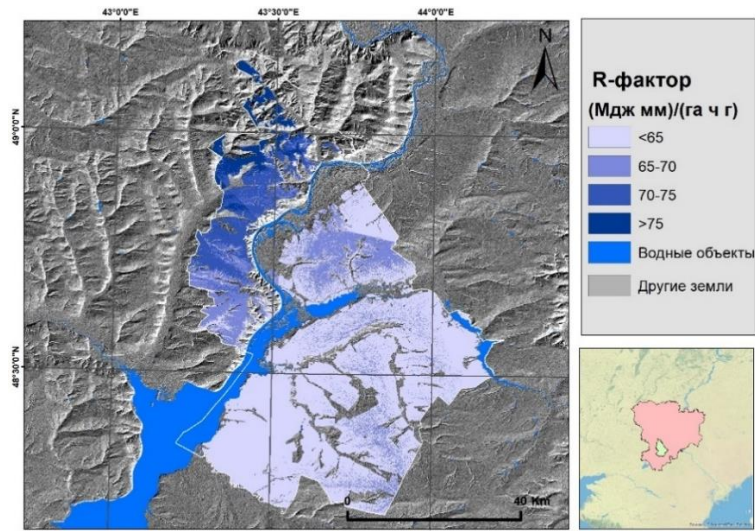
Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию района. Средняя ошибка предсказания по показателю RMSE составила 12% от среднего значения для уровня 1980-х и 31% для уровня 2010-х, а по показателю CRPS: 9% от среднего значения для уровня 1980-х и 24% для уровня 2010-х.

Таблица. 4.1 - 4. Процентное распределение по классам значений R-фактора

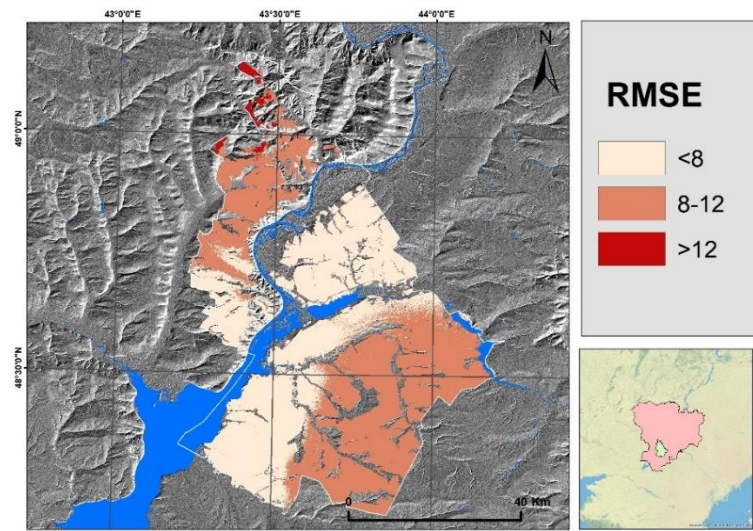
Период	<65	65-70	70-75	>75
1980-е	68,49	18,13	9,40	3,98
2010-е	90,09	2,55	1,99	5,37
Изменение	+21,60	-15,58	-7,41	+1,39

На уровне района наблюдается тенденция снижения величины R-фактора. Данные изменения аналогичны изменениям, фиксируемым на территории хозяйства СП «Донское». Среднее значение R-фактора на территории хозяйства снизилось на 30 % по сравнению с уровнем 1980-х годов. Причины снижения величины R-фактора аналогичны таковым наблюдаемым на территории хозяйства: уменьшение количества и интенсивности осадков на данной территории в следствии растущей аридизации климата. Это хорошо заметно по изменениям в структуре распределения значений R-фактора по классам, а также на картах значений R-фактора (Рисунок 4.1–2 (а) и (б), Таблица 4.1–4). На данный момент, в южной части Калачёвского района, а также на территории левобережья Дона, значение R-фактора фиксируется только на уровне <65 Мдж*мм/га*ч*г, когда в 1980-е на данных территориях,

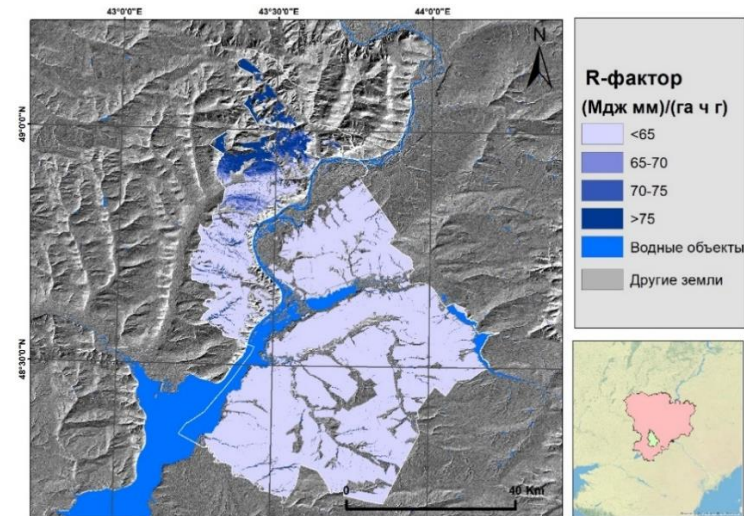
значения R-фактора доходили до 70 Мдж*мм/га*ч*г. Доля осадков с низким потенциалом растёт, а с высоким - падает. Что является прямым указателем на идущий процесс аридизации климата на территории района. Данный результат подтверждается результатом другого исследования (Золотокрылин, Титкова, Черенкова, 2020).



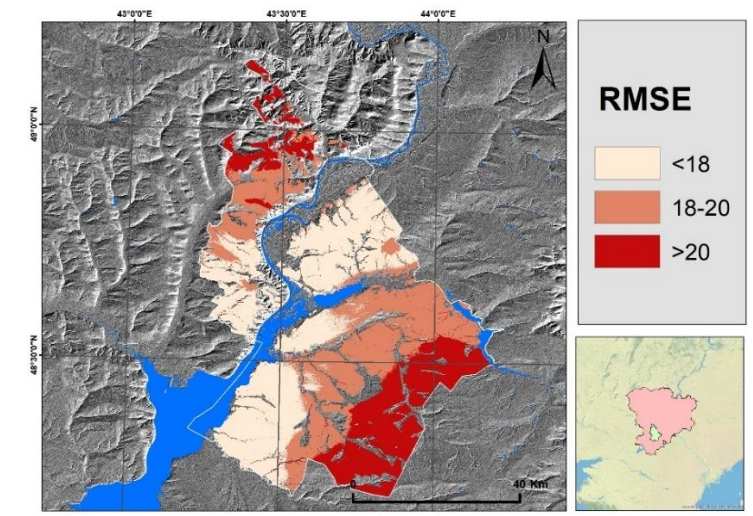
а)



в)



б)

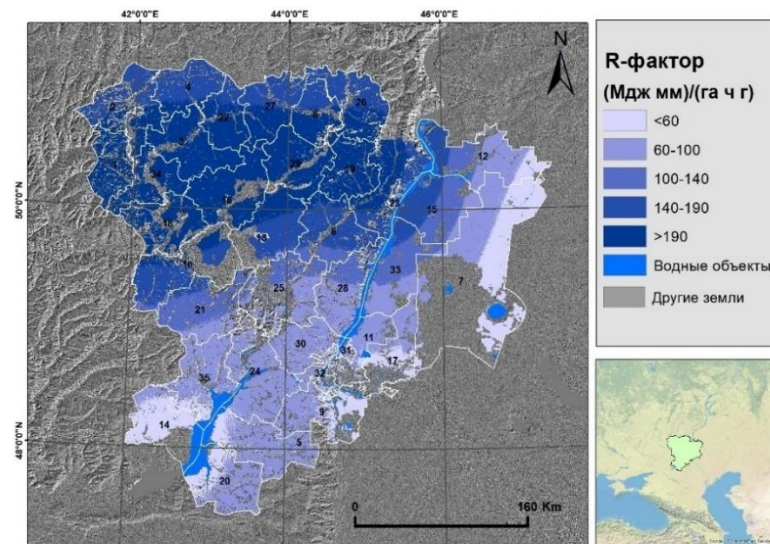


г)

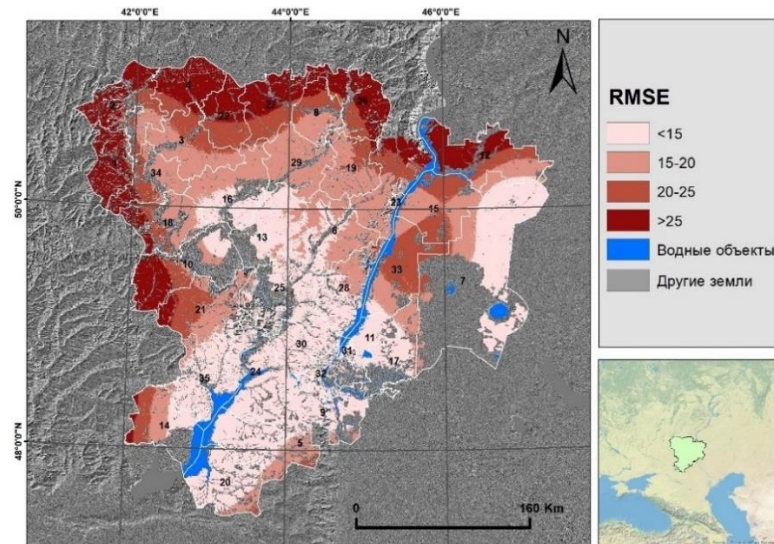
Рис. 4.1 - 2. Значение R-фактора в 1980-х (а) 2010-х (б) и значение RMSE для 1980-х (в) и 2010-х (г)р

4.1.3. Волгоградская область

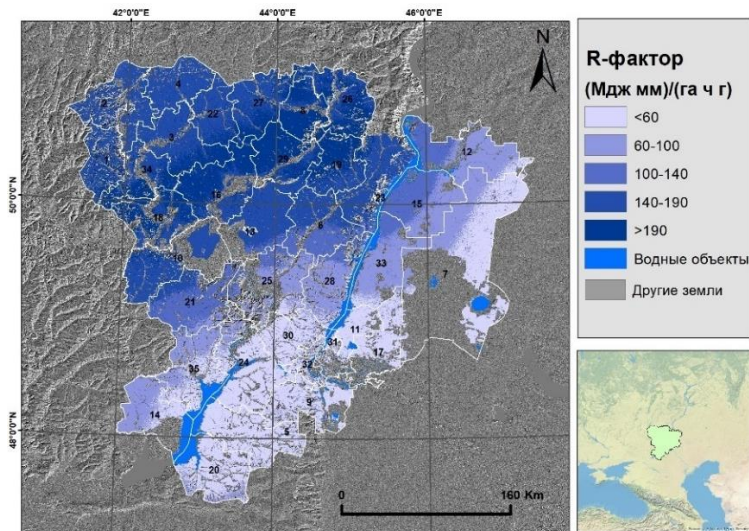
На рисунках 4.1–3 приведены карты распределения R-фактора на территории Волгоградской области в 1980-х (а) и 2010-х (б), а также карты распределения среднеквадратичной ошибки для 1980-х (в) и 2010-х (г).



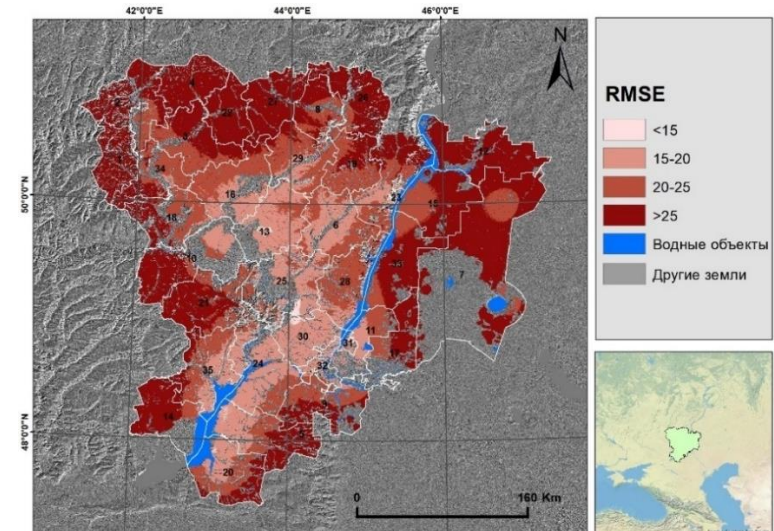
а)



в)



б)



г)

Рис. 4.1 - 3. Значение R-фактора в 1980-х (а) 2010-х (б) и значение RMSE для 1980-х (в) и 2010-х (г)

Статистические характеристики значений R-фактора на территории Волгоградской области приведены в таблице 4.1.-5. Процентное распределение по классам значений R-фактора приведено в таблице 4.1–6.

Таблица. 4.1 - 5. Статистические характеристики значений R-фактора на территории Волгоградской области

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадр. отклонение	RMSE	CRPS
1980-е	37,15	247,06	135,85	64,70	18,15	8,44
2010-е	24,89	216,08	123,75	74,71	25,75	13,31

Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию области. Средняя ошибка предсказания по показателю RMSE составила 13% от среднего значения для уровня 1980-х и 20% для уровня 2010-х, а по показателю CRPS: 6% от среднего значения для уровня 1980-х и 10% для уровня 2010-х.

Таблица. 4.1 - 6. Процентное распределение по классам значений R-фактора

Период	<60	60-100	100-140	140-190	>190
1980-е	12,13	28,20	9,66	20,29	29,72
2010-е	24,70	18,56	9,66	30,11	16,97
Изменение	+12,57	-9,64	0,00	+9,82	-12,75

Тренд на снижение эрозионного потенциала осадков, выявленный на уровне хозяйства и района, также наблюдается и на уровне области. Среднее значение R-фактора на территории хозяйства снизилось на 9 % по сравнению с уровнем 1980-х годов. Доля осадков с низким эрозионным потенциалом выросла, а с большим – снизилась (Таблица 4.1–6). Отчетливо данный факт прослеживается в южной части области: на территориях, где ранее фиксировались значения R-фактора в границах 60–100 Мдж*мм/га*ч*г, сегодня фиксируются значения с R-фактором <60 Мдж*мм/га*ч*г (рисунок 4.1-3 (а) и (б)) На севере области также происходит «вытеснение» высокоэрозионной зоны с R-фактором >190 Мдж*мм/га*ч*г, на менее опасную зону с значением в 140-190 Мдж*мм/га*ч*г. (рисунок 4.1-3 (а) и (б), Таблица 4.1-6).

Причины этого аналогичны причинам, фиксируемым на территории хозяйства и района: аридизация климата, с последующим снижением количества и интенсивности выпадения осадков. Это подтверждается, как и данными с метеопостов, на основе которых рассчитывался R-фактор, так и другими исследованиями (Золотокрылин, Титкова, Черенкова, 2020). Небольшое снижение величины R-фактора для всей области по

сравнению с значительным уменьшением R-фактора для района и хозяйства обусловлено тем, что район и хозяйство находятся на территории с изначально более аридным климатом, где изменения более заметны, чем в гумидных условиях.

4.2. LS-фактор

4.2.1. Хозяйство СП «Донское»

На рисунке 4.2–1 приведена карта распределения LS-фактора на территории хозяйства СП «Донское».

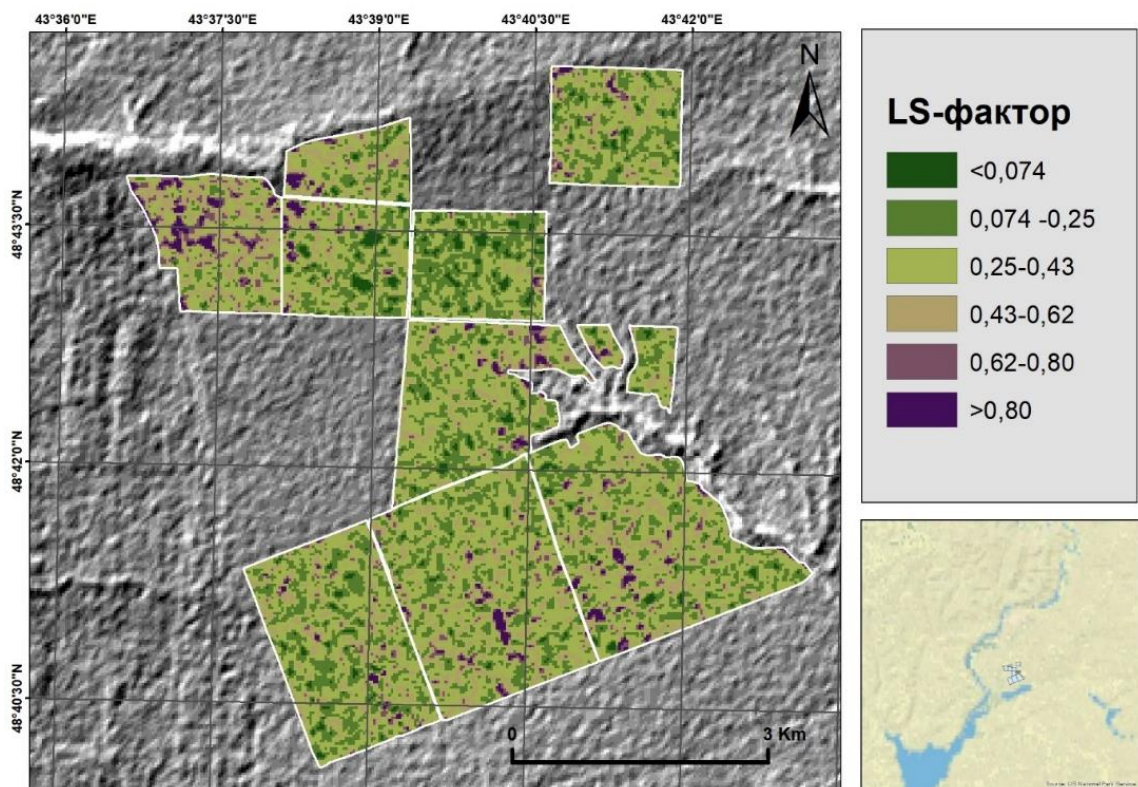


Рис. 4.2 - 1. LS-фактор хозяйства СП «Донское»

Статистические характеристики значений LS-фактора на территории хозяйства СП «Донское», а также процентное распределение по классам приведены в таблице 4.2–1 и 4.2–2.

Таблица. 4.2 - 1. Статистические характеристики значений LS-фактора на территории СП «Донское»

	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
LS-фактор	0,03	2,17	0,35	0,18

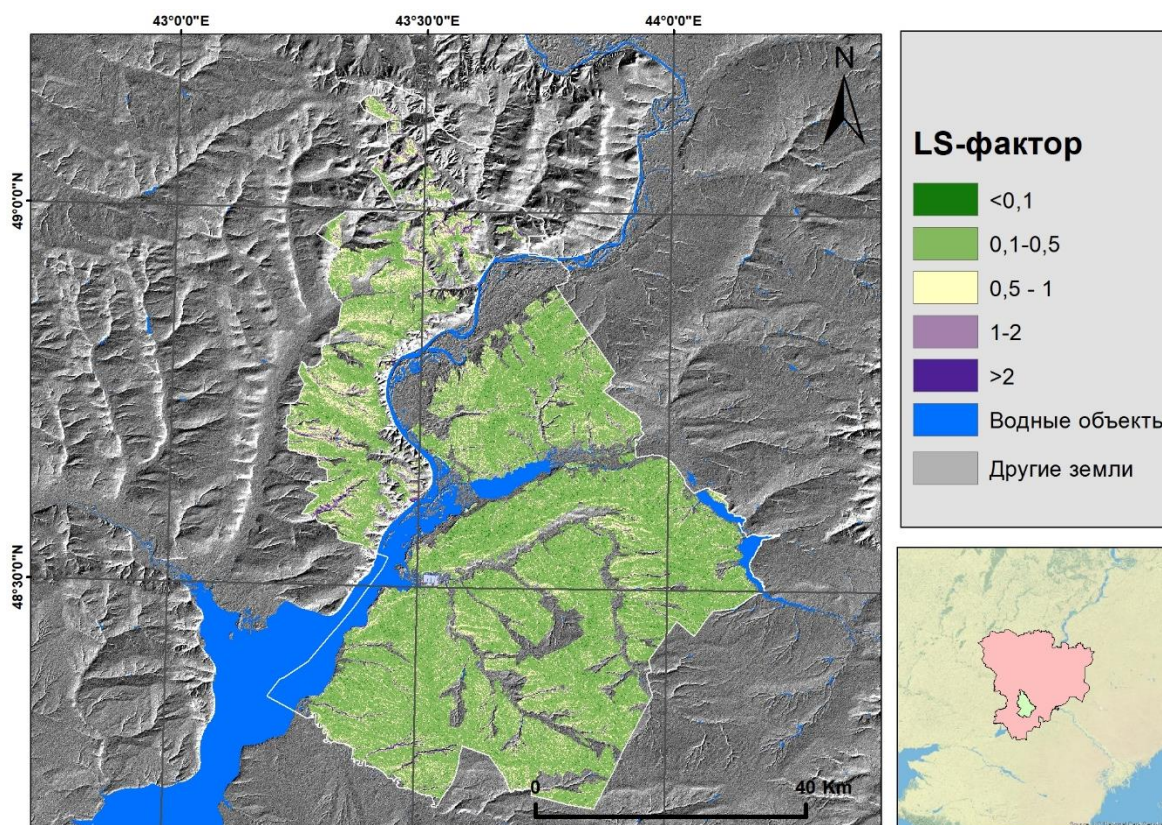
Таблица. 4.2 - 2. Распределение величины LS-фактора по классам, %

	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2
LS-фактор	4,11	81,44	13,44	1,00	0,01

Согласно полученным результатам, территория хозяйства характеризуется пологим рельефом, небольшим уклоном поверхности, и как вследствие небольшими значениями LS-фактора. (Таблица 4.2–2). Площадь контуров с потенциально эрозионно опасным значением LS-фактора (т. е. >1), занимает всего 1% от общей площади хозяйства (Таблица 4.2–2). Данные контура сосредоточены на северо-западном поле и частично на южном поле (Рисунок 4.2–1). Это может приводить к более высоким потенциальным потерям почвы, что и подтверждается результатами физико-химического обследования территории хозяйства. Именно на этих контурах зафиксировано наименьшее содержание гумуса на территории хозяйства. Карта распределения гумуса приведена в главе 3.1. Следовательно, в масштабах хозяйства, наибольшее влияние, на развитие эрозионных процессов, оказывает рельеф территории.

4.2.2. Калачёвский район

На рисунке 4.2–2 приведена карта распределения LS-фактора на территории Калачёвского района.

**Рис. 4.2 - 2.** LS-фактор Калачёвского района

Статистические характеристики значений LS-фактора на территории Калачёвского района, а также процентное распределение по классам приведены в таблице 4.2–3 и 4.2–4.

Таблица. 4.2 - 3. Статистические характеристики значений LS-фактора на территории Калачёвского района

	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
LS-фактор	0,03	453,47	0,45	0,66

Таблица. 4.2 - 4. Распределение величины LS-фактора по классам, %

	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2
LS-фактор	2,84	72,38	20,16	3,62	1,01

Согласно полученным результатам, территория района характеризуется пологим рельефом, небольшим уклоном поверхности, и как вследствие небольшими значениями LS-фактора (Таблица 4.2–3, 4.2–4). Площадь контуров с потенциально эрозионно опасным значением LS-фактора (т. е. >1), занимает почти 5 % от общей площади района. Эрозионно опасные контура, представлены склонами овражно-балочной сети, встречающихся на юге района, а также сконцентрированных на правом берегу р. Дон, которое согласно закону Бэра, подмывается, и, следовательно, более крутое (Рисунок 4.2–2). Приблизительно 95 % от общей площади земель с/х назначения Калачёвского района благоприятны для развития сельского хозяйства.

4.2.3. Волгоградская область

Карта распределения LS-фактора на территории Волгоградской области представлена на рисунке 4.2–3.

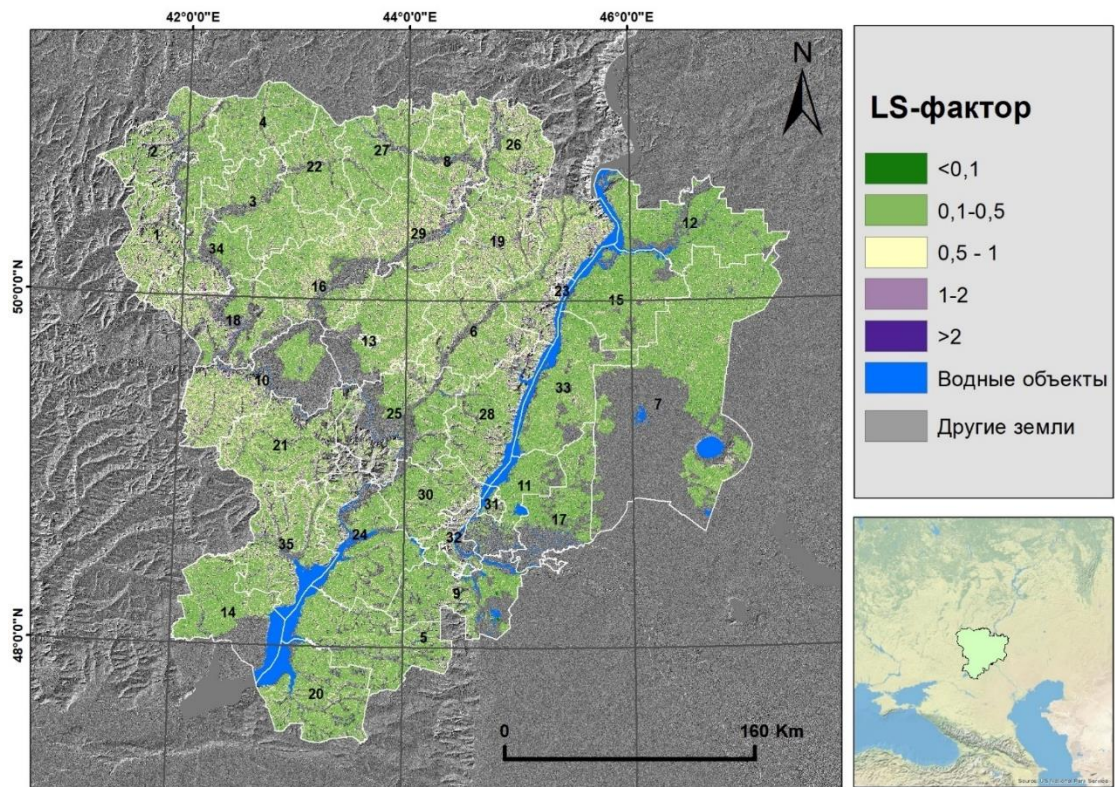


Рис. 4.2 - 3. LS-factor для территории Волгоградской области

Статистические характеристики значений LS-фактора на территории Волгоградской области, а также процентное распределение по классам приведены в таблице 4.2–5 и 4.2–6.

Таблица. 4.2 - 5. Статистические показатели LS-фактора по муниципальным районам Волгоградской области

	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
LS-фактор	0,03	5035,51	0,52	2,20

Таблица. 4.2 - 6. Распределение величины LS-фактора по классам, %

	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2
LS-фактор	2,68	66,19	23,28	5,92	1,93

Очевидно, что высокие значения LS-фактора на территории Волгоградской области приурочены к возвышенным формам рельефа и, соответственно, - более высокой крутизной склонов. Основные эрозионно-опасные территории – склоны правобережий рек Волги и Дона. Аналогичная картина наблюдается и с низкими значениями LS-фактора, которые зафиксированы на территориях региона с пониженными формами рельефа (территория левобережий вышеуказанных рек). Наибольшие значения LS фактора наблюдаются на территории районов, значительную часть площади которых составляют возвышенности: юго-восточная часть Среднерусской возвышенности (Алексеевский (№ 34) и

Кумылженский (№18) муниципальные районы) и южная часть Приволжской возвышенности (Камышинский (№23) и Даниловский (№29) муниципальные районы) (Рисунок 4.2–3). Наименьшее значение LS-фактора зафиксировано на территориях с преимущественно низменным рельефом – Среднеахтубинский (№11), Палласовский (№7) и Николаевский (№15) муниципальные районы. Примерно 8% от общей площади сельскохозяйственных земель на территории области, опасны для ведения сельского хозяйства.

Рассчитанные для Волгоградской области значения LS-фактора, хорошо согласуются с результатами аналогичных исследований, выполненных для стран ЕС с преимущественно равнинной территорией – Польшей, Венгрией, Эстонией, Нидерландами, Латвией, Литвой, Данией (Panagos, Borrelli, Meusburger, 2015). Средние значения LS-фактора для территорий этих стран составили 0,52, 0,59, 0,32, 0,19, 0,39, 0,35 и 0,32 соответственно.

4.3. С-фактор

4.3.1. Хозяйство СП «Донское»

На рисунках 4.3–1 и 4.3–2 приведены карты распределения С-фактора на территории хозяйства СП «Донское».

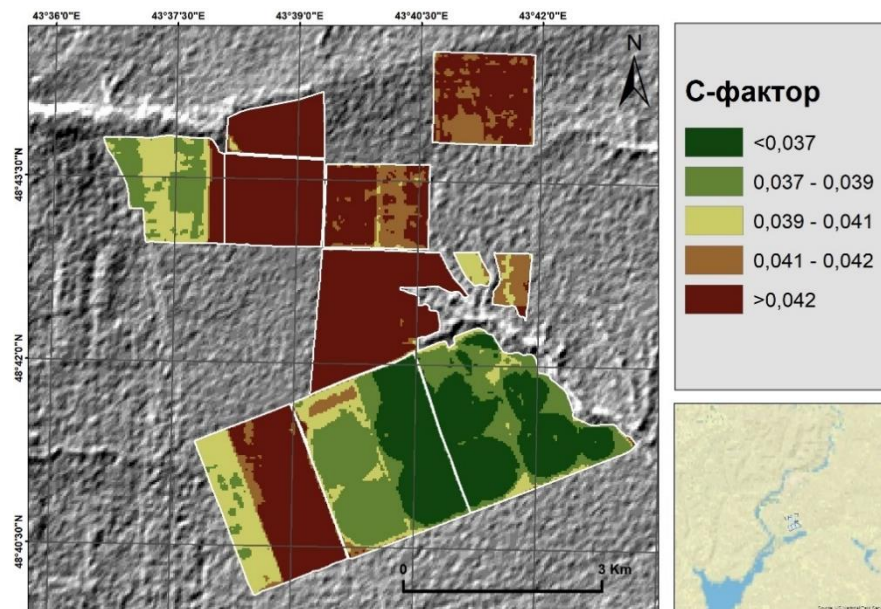


Рис. 4.3 - 1. Значение С-фактора на территории хозяйства СП «Донское» в 1980-е

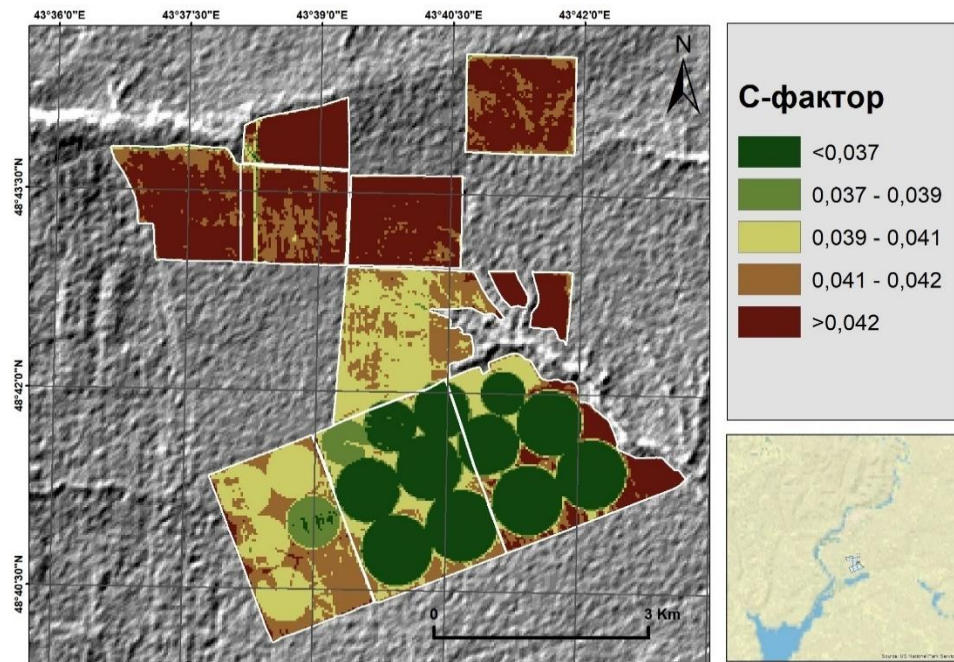


Рис. 4.3 - 2. Значение С-фактора на территории хозяйства СП «Донское» в 2010-е

Статистические характеристики значений С-фактора на территории СП «Донское», а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.3.-1 и 4.3–2.

Таблица. 4.3 - 1. Статистические характеристики значений С-фактора на территории СП «Донское»

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
1980-е	0,032	0,047	0,041	0,003
2010-е	0,028	0,044	0,039	0,004

Таблица. 4.3 - 2. Распределение величины С-фактора по классам, %

Период	<0,037	0,037-0,039	0,039-0,041	0,041-0,042	>0,042
1980-е	18,27	17,88	12,24	8,20	43,41
2010-е	24,55	4,84	19,48	18,34	32,79
Изменение	+6,28	-13,04	+7,24	+10,13	-10,62

Показатель С-фактора на территории хозяйства снизился на 5% по сравнению с уровнем 1980-х годов (Таблица 4.3–1). Т. е. защитная способность растительности на территории хозяйства выросла на 5%. Основной вклад в это внесли увеличение площади территории с минимальным значением С-фактора, и снижение площади контуров с максимальным значением С-фактора (Таблица 4.3–2). Это может быть связано с несколькими причинами. Во-первых, со сменой севооборота на сельскохозяйственные культуры, которые обладают более высокой растительной массой и площадью

проективного покрытия, и как вследствие более высокой противоэрозионной способностью. Второй причиной может выступать введение в эксплуатацию ирригационных систем Вауег, которые орошают поля в центральной части хозяйства. Орошение благоприятствует увеличению растительной биомассы, вследствие чего происходит рост площади проективного покрытия и защитной способности растительного покрова. Но, к сожалению, данных для проверки данных гипотез недостаточно.

4.3.2. Калачёвский район

На рисунках 4.3–3 и 4.3–4 приведены карты распределения С-фактора на территории Калачёвского района.

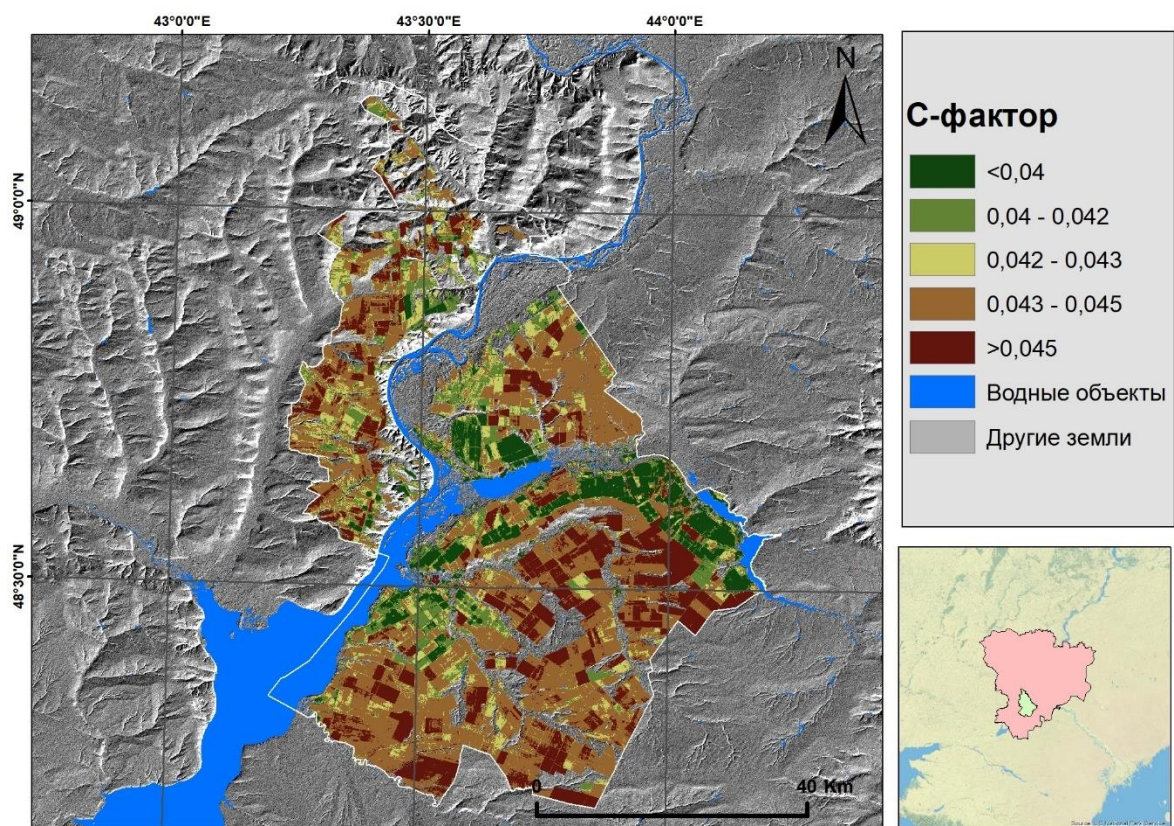


Рис. 4.3 - 3. Значение С-фактора на территории Калачёвского района в 1980-е годы

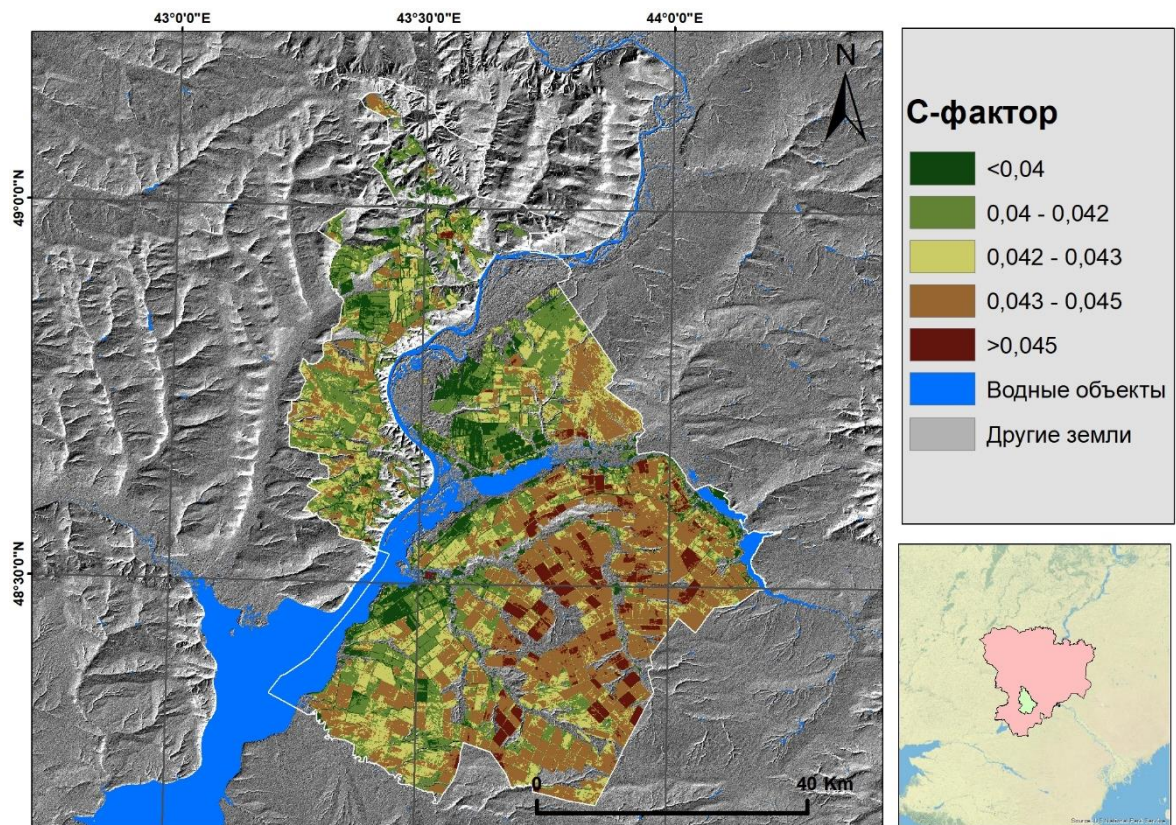


Рис. 4.3 - 4. Значение С-фактора на территории Калачёвского района в 2010-е годы

Статистические характеристики значений С-фактора на территории Калачёвского района, а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.3–3 и 4.3–4.

Таблица. 4.3 - 3. Статистические характеристики значений С-фактора на территории СП «Донское»

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
1980-е	0,026	0,052	0,043	0,003
2010-е	0,028	0,052	0,042	0,002

Таблица. 4.3 - 4. Распределение величины С-фактора по классам, %

Период	<0,04	0,04-0,042	0,042-0,043	0,043-0,045	>0,045
1980-е	9,91	11,17	12,04	45,95	20,92
2010-е	10,91	25,64	22,01	35,76	5,68
Изменение	+1,00	+14,47	+9,96	-10,19	-15,24

Показатель С-фактора на территории района снизился на 2,5% по сравнению с уровнем 1980-х годов (Таблица 4.3–3). Это означает, что защитная способность растительности на территории района выросла на 2,5 %. Скорее всего это связано с тем, что произошло частичное зарастание угодий, что и привело к увеличению защитного потенциала растительности на территории района. Смена полевых культур на естественную

растительность в степных условиях, ведет к увеличению защитного потенциала растительности в силу увеличения корневой массы, которая благоприятно влияет противозерозивную устойчивость почвы, а также, формирует дерновину, которая защищает от талого и дождевого стоков (Ларионов, 1993). Это отчетливо прослеживается на примере южной и северо-западных частях района (Рисунки 4.3–3 и 4.3–4). Можно предположить, что данный процесс был бы более интенсивным, при более гумидных условиях на территории района, но как показано в главе 4.1–2, на территории района происходит снижение количества осадков. В основном, смена на более «защитные» значения С-фактора произошла на территориях с развитой овражно-балочной сетью, что может свидетельствовать о достаточном увлажнении вследствие перераспределения влаги, что в результате формирует более благоприятные условия для наращивания биомассы.

Переход на менее «защитные» значения С-фактора, скорее всего так же связан с отсутствием достаточного увлажнения. К примеру, на заброшенных угодиях, расположенных в юго-восточной части района, на берегу Варваровского и Береславского водохранилищ, произошло снижение количества биомассы. Это может быть связано, со сменой землепользования на данной территории: с высокопродуктивного, орошаемого земледелия, на менее продуктивные, естественные сухостепные биомы. В 1980-е года здесь функционировал откормсовхоз «Варваровский», который выращивал кукурузу, суданку и люцерну на откорм и доращивание крупнорогатого скота и свинины (Балашов, Жулидова, Савичева, 1983с). На данный момент, откормсовхоз «Варваровский» не функционирует, поэтому большая часть угодий заброшена и заросла сухостепной растительностью. Но, видимо, естественного увлажнения недостаточно для формирования высокопродуктивных, более эрозивноустойчивых биомов. С другой стороны, как отмечалось выше, естественная степная растительность обладает более высокой противозерозивной устойчивостью, нежели сельскохозяйственные культуры. Поэтому данное предположение требует дополнительных исследований.

4.3.3. Волгоградская область

На рисунках 4.3–5 и 4.3–6 приведены карты распределения С-фактора на территории Волгоградской области.

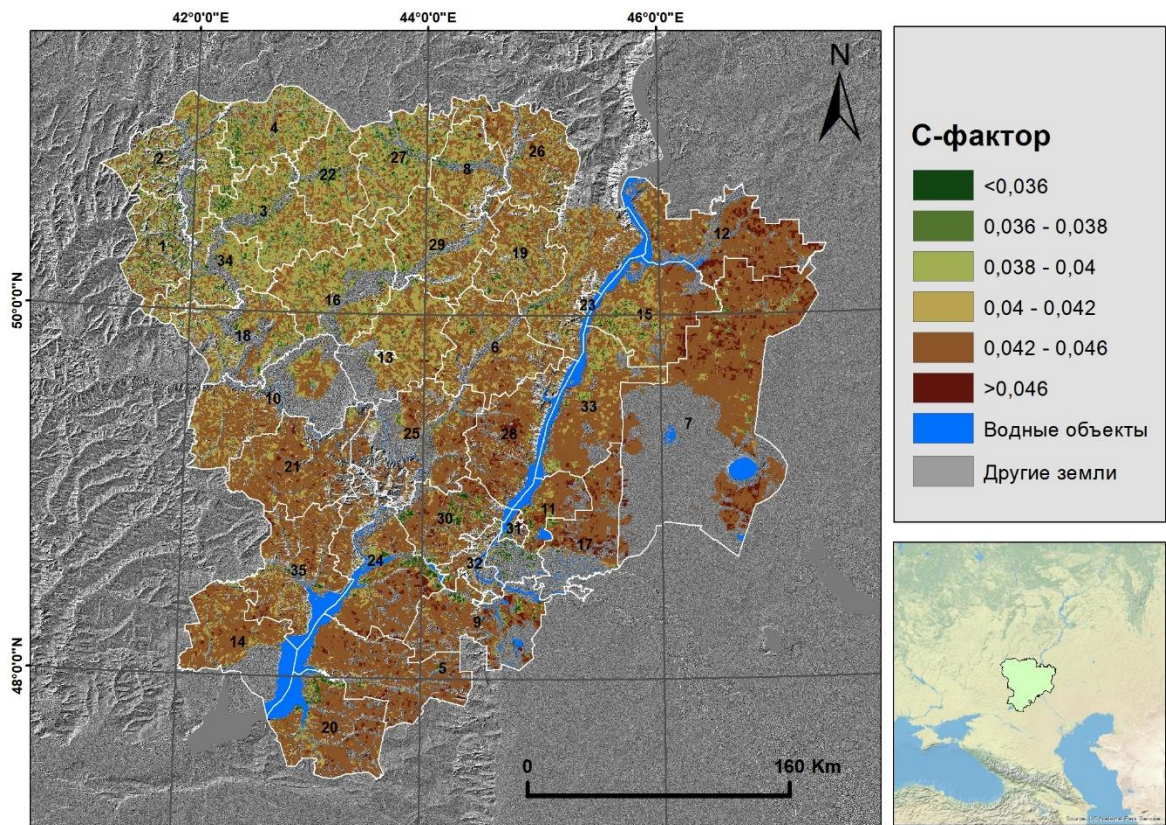


Рис. 4.3 - 5. Картосхема распределения С-фактора по данным 1984–1988

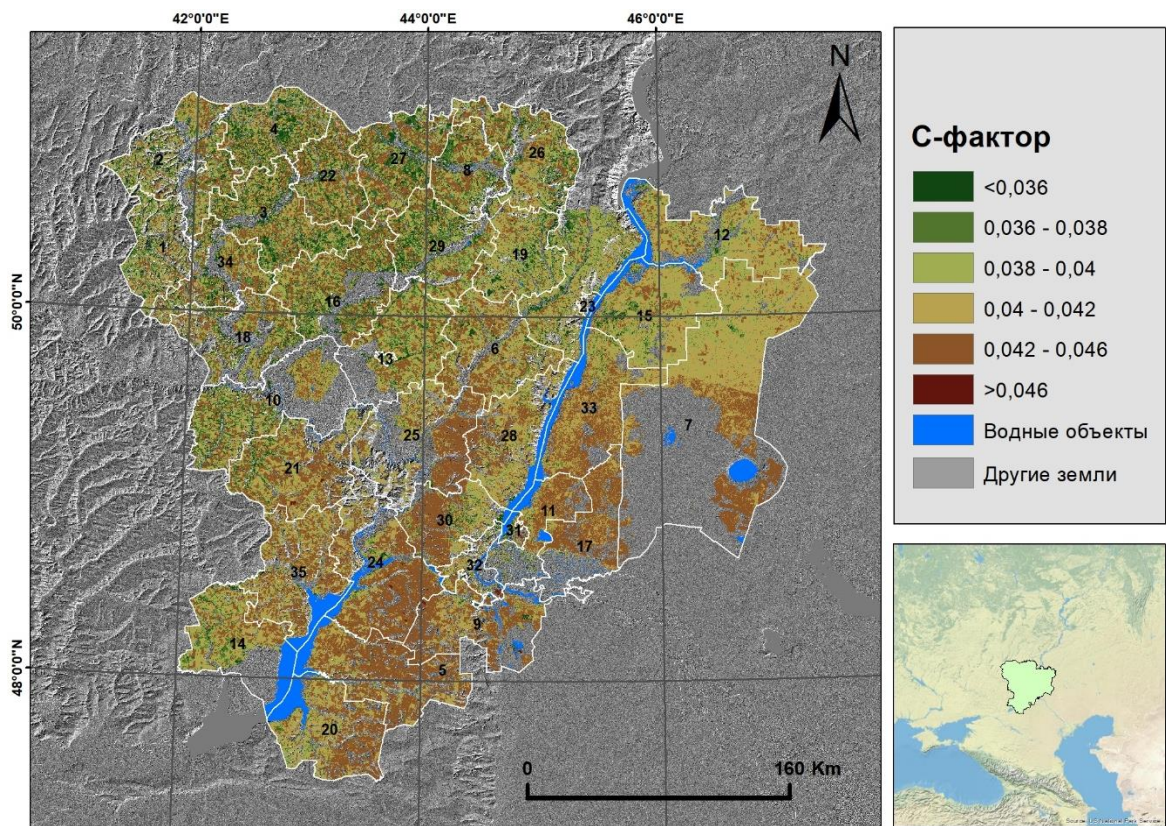


Рис. 4.3 - 6. Картосхема распределения С-фактора по данным с 2017 по 2021

Статистические характеристики значений С-фактора на территории Волгоградской области, а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.3.-5 и 4.3–6.

Таблица. 4.3 - 5. Статистические характеристики значений С-фактора на территории Волгоградской области

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
1980-е	0,026	0,055	0,042	0,003
2010-е	0,024	0,057	0,040	0,003

Таблица. 4.3 - 6. Распределение величины С-фактора по классам, %

Период	<0,036	0,036-0,038	0,038-0,040	0,040-0,042	0,042-0,046	>0,046
1980-е	2,34	4,43	10,56	20,25	58,39	4,03
2010-е	7,70	9,05	18,46	32,27	32,35	0,17
Изменение	+5,36	+4,62	+7,90	+12,03	-26,04	-3,87

Площадь контуров с высоким защитным потенциалом выросла, с низким – упала. (Таблица 4.3–6). Показатель С-фактора на территории области снизился на 5% по сравнению с уровнем 1980-х годов. (Таблица 4.3–5). Это означает, что защитная способность растительности на территории области выросла на 5%. Скорее всего, это связано с зарастанием сельскохозяйственных угодий естественной растительностью, что и привело к увеличению защитной степени растительного покрова. Естественная степная растительность, обладает более высокой противозерозной устойчивостью, нежели полевые культуры (Ларионов, 1993). Стоит отметить, что все это происходит на фоне снижения количества поступающей влаги, как из естественных источников (см. глава 3.1–3), так и искусственных. Согласно данным Гороховой и Панковой (Горохова, Панкова, Харланов, 2019; Панкова, Новикова, 2004) количество орошаемых земель в Волгоградской области снизилось по отношению к уровню 1980-х годов. Значение С-фактора на территории области увеличивается с севера на юг, и с запада на восток, что связано с снижением общей биомассы растительности и увеличению разрежённости растительного покрова (Ларионов, 1993). Низкие значения С-фактора соответствуют районам с большим значением R-фактора, и наоборот. Это связано с тем, что территориям с высоким значением R-фактора соответствуют территории с большим количеством осадков. А количество влаги – один из лимитирующих факторов в степных биомах (Панкова, Новикова, 2004).

4.4. К-фактор

4.4.1. Хозяйство СП «Донское»

На рисунке 4.4–1 приведены карты распределения К-фактора на территории хозяйства СП «Донское» в 1980-х (а) и 2010-х (б), а также карты распределения среднеквадратичной ошибки для 1980-х (в) и 2010-х (г). Статистические характеристики значений К-фактора на территории СП «Донское», а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.4.-1 и 4.4–2.

Таблица. 4.4 - 1. Статистические характеристики значений К-фактора на территории хозяйства СП «Донское»

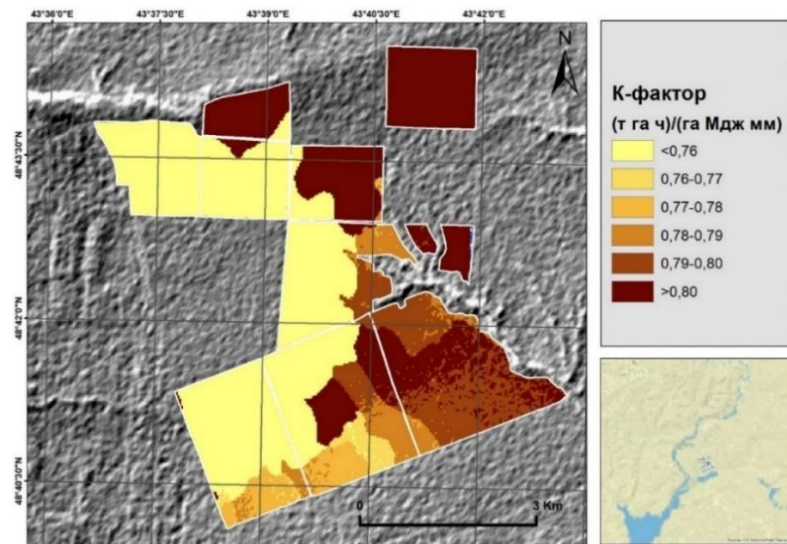
Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадр. отклонение	RMSE	CRPS
1980-е	0,700	0,927	0,774	0,049	0,030	0,016
2010-е	0,751	0,824	0,788	0,009	0,010	0,005

Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию хозяйства. Средняя ошибка предсказания по показателю RMSE составила 4% от среднего значения для уровня 1980-х и 1% для уровня 2010-х, а по показателю CRPS: 2% от среднего значения для уровня 1980-х и 0,6% для уровня 2010-х.

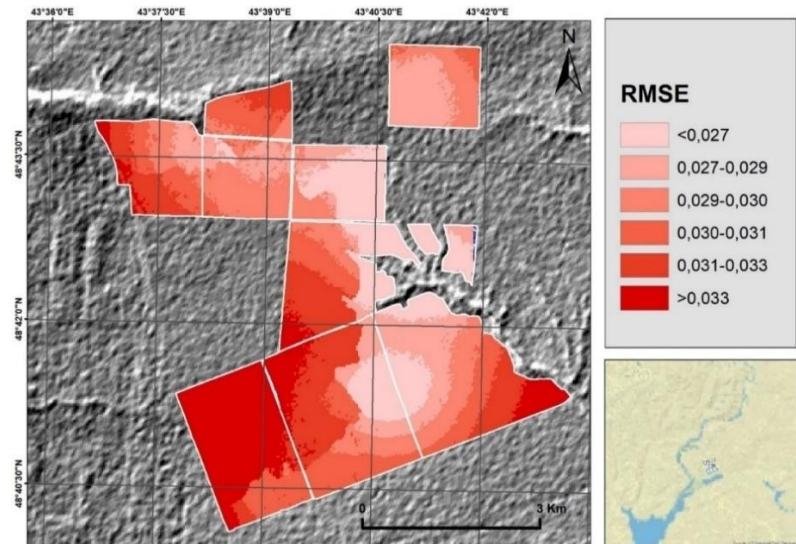
Таблица. 4.4 - 2. Распределение величины К-фактора по классам, %

Период	<0,76	0,76-0,77	0,77-0,78	0,78-0,79	0,79-0,80	>0,80
1980-е	43,44	1,83	3,07	6,37	9,13	36,16
2010-е	0,60	4,19	12,24	41,79	35,19	5,99
Изменение	-42,84	2,36	9,18	35,42	26,06	-30,18

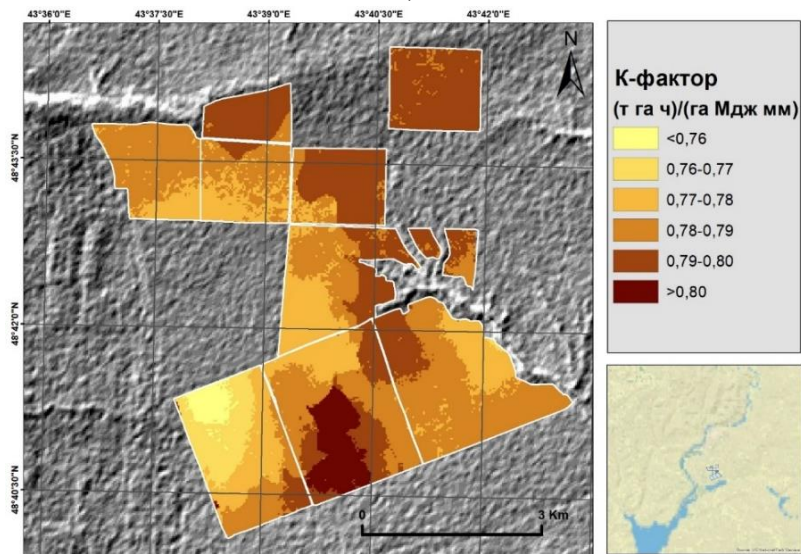
Среднее значение К-фактора на территории хозяйства, увеличилось на 2% по отношению к уровню 1980-х годов (Таблица 4.4–2). Таким образом, на территории хозяйства произошло ухудшение противоэрозионной устойчивости почвы: зафиксировано значительное снижение площади контуров с «высокой эрозионной устойчивостью» (класс <0,76). (Таблица 4.4–2). С другой стороны, это было почти полностью компенсировано снижением площади контуров с «минимальной эрозионной устойчивостью» (класс >0,80). Основная причина увеличения К-фактора на территории хозяйства: снижение содержания органического вещества в почвах на территории хозяйства. Содержание органического вещества – один из важных компонентов противоэрозионной устойчивости почвы, и учитывается при расчете К-фактора. Согласно полученным данным, описанным в главах 5.1–2 и 5.2–1, снижение содержания гумуса зафиксировано на 55–72 % территории хозяйства.



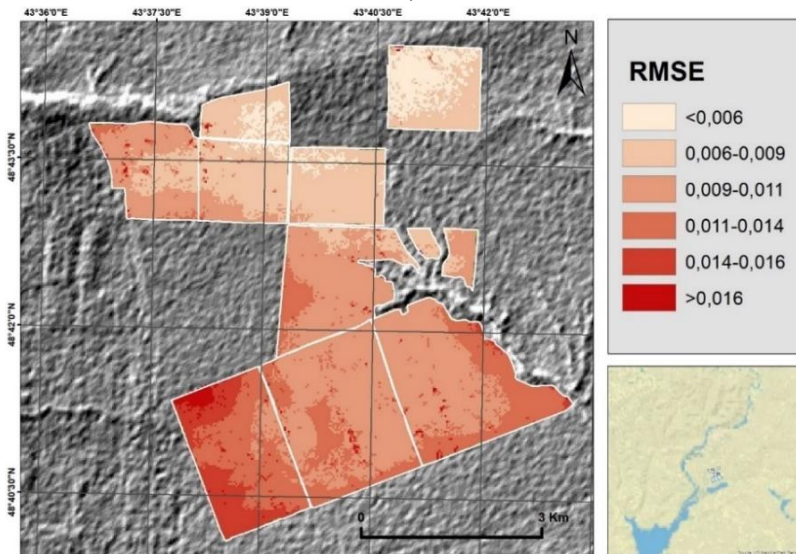
а)



в)



б)



г)

Рис. 4.4 - 1. Значение К-фактора в 1980-х (а) 2010-х (б) и значение RMSE для 1980-х (в) и 2010-х (г)

4.4.2. Калачёвский район

На рисунке 4.4–2 приведены карты распределения К-фактора на территории Калачёвского района в 1980-х (а) и 2010-х (б), а также карты распределения среднеквадратичной ошибки для 1980-х (в) и 2010-х (г). Статистические характеристики значений К-фактора на территории СП «Донское», а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.4.-3 и 4.4-4.

Таблица. 4.4 - 3. Статистические характеристики значений К-фактора на территории Калачёвского района

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадр. отклонение	RMSE	CRPS
1980-е	0,574	0,968	0,734	0,037	0,039	0,021
2010-е	0,295	0,987	0,766	0,046	0,079	0,053

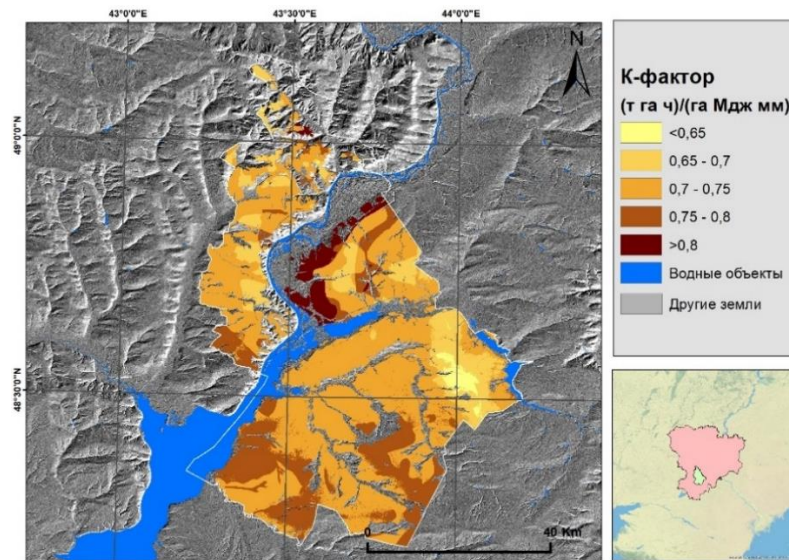
Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию Калачёвского района. Средняя ошибка предсказания по показателю RMSE составила 5% от среднего значения для уровня 1980-х и 10% для уровня 2010-х, а по показателю CRPS: 3% от среднего значения для уровня 1980-х и 7% для уровня 2010-х.

Таблица. 4.4 - 4. Распределение величины К-фактора по классам, %

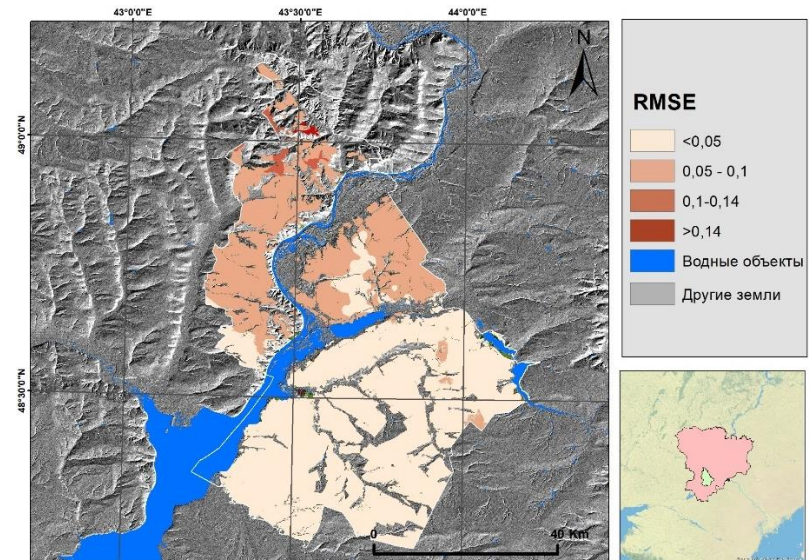
Период	<0,65	0,65-0,70	0,70-0,75	0,75-0,80	>0,80
1980-е	1,54	13,05	60,92	20,26	4,23
2010-е	1,97	6,74	19,13	49,68	22,47
Изменение	+0,43	-6,31	-41,80	+29,43	+18,25

На территории района наблюдается похожая ситуация, как и на территории хозяйства СП «Донское»: противоэрозионная устойчивость почв снизилась, среднее значение К-фактора увеличилось на 4,5%. Это произошло за счет увеличения площадей почв, с наименьшей эрозионной устойчивостью (Таблица 4.4–4). Это скорее всего можно связать с ухудшением основных физико-химических свойств почвы, влияющих на высокую противоэрозинную устойчивость: снижение содержания органического вещества, смены гранулометрического состава на более легкий и др. Логично предположить, что, вероятно, основным фактором снижения противоэрозионной устойчивости, выступает дегумификация почв. Согласно полученным данным, 47% территории сельскохозяйственных земель, подвержено дегумификации (Глава 5.1–2). Стоит отметить, что, тенденция на зарастание сельскохозяйственных угодий, которая наметилась на

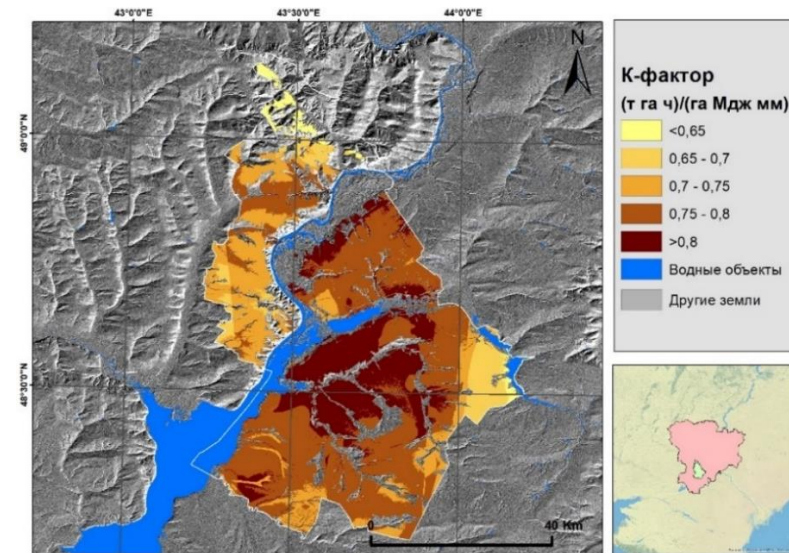
территории района (Глава 4.3–2), ведет к улучшению противоэрозионной устойчивости почвы, т. к., к примеру, водопрочность структуры почвы под целинными землями намного выше, чем на полях с многолетними травами (Ларионов, 1993; Renard, 2013). И частично данный факт можно подтвердить небольшим увеличением площади почв, с наибольшей эрозионной устойчивостью. С другой стороны, одного процесса зарастания недостаточно для улучшения противоэрозионной устойчивости почв в короткой перспективе. Это мы и наблюдаем по значительному увеличению площадей почв, с наименьшей эрозионной устойчивостью (Таблица 4.4–4).



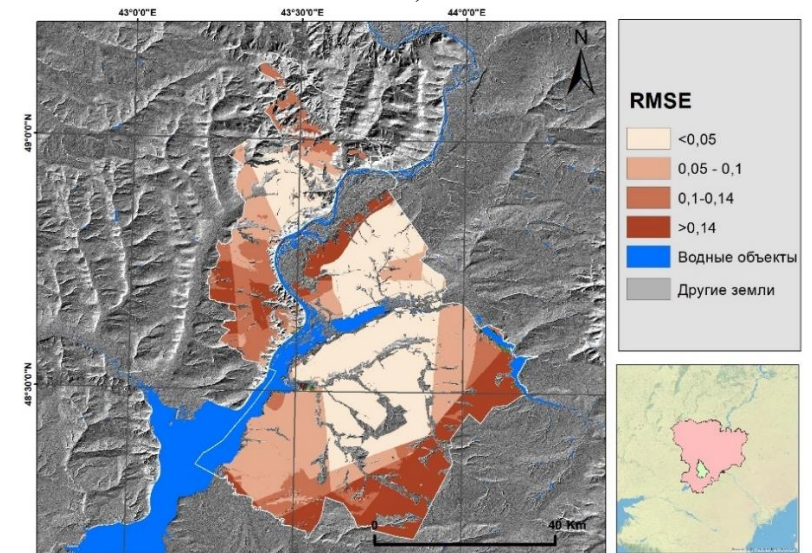
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.4 - 2. Значение К-фактора в 1980-х (а) 2010-х (б) и значение RMSE для 1980-х (в) и 2010-х (г)

4.4.3. Волгоградская область

На рисунках 4.4–3 приведены карты распределения К-фактора на территории Волгоградской области в 1980-х (а) 2010-х (б) и карта распределения среднеквадратичной ошибки для 2010-х (в). Статистические характеристики значений К-фактора, а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.4–5 и 4.4–6.

Таблица. 4.4 - 5. Статистические характеристики значений К-фактора на территории Волгоградской области

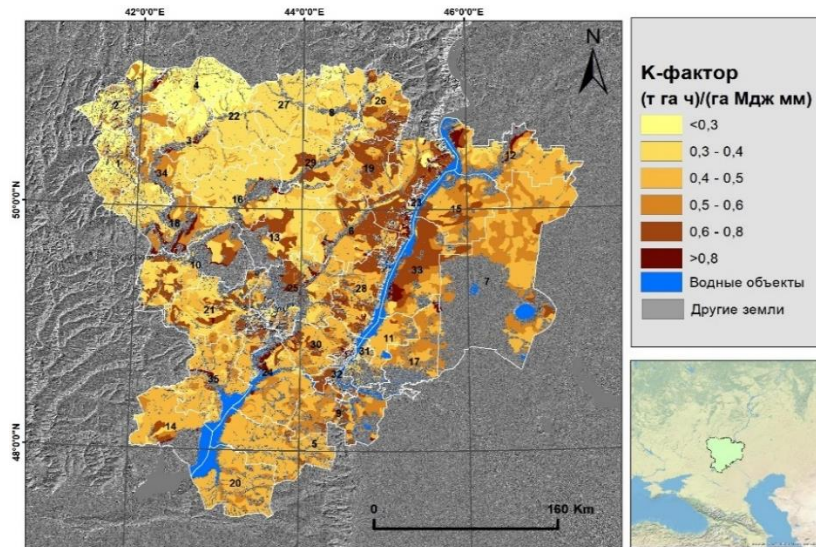
Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадр. отклонение	RMSE	CRPS
1980-е	0,156	0,973	0,475	0,129	-	-
2010-е	0,182	0,994	0,566	0,088	0,098	0,050

RMSE и средний CRPS для данных 1980-х не определялся, т.к. они рассчитывались другим методом (см. Глава 2.2-6). Согласно результатам перекрёстной проверки, интерполированные данные достоверно описывают территорию Волгоградской области. Средняя ошибка предсказания по показателю RMSE составила 17% от среднего значения для уровня 2010-х, а по показателю CRPS: 9% от среднего значения для уровня 2010-х.

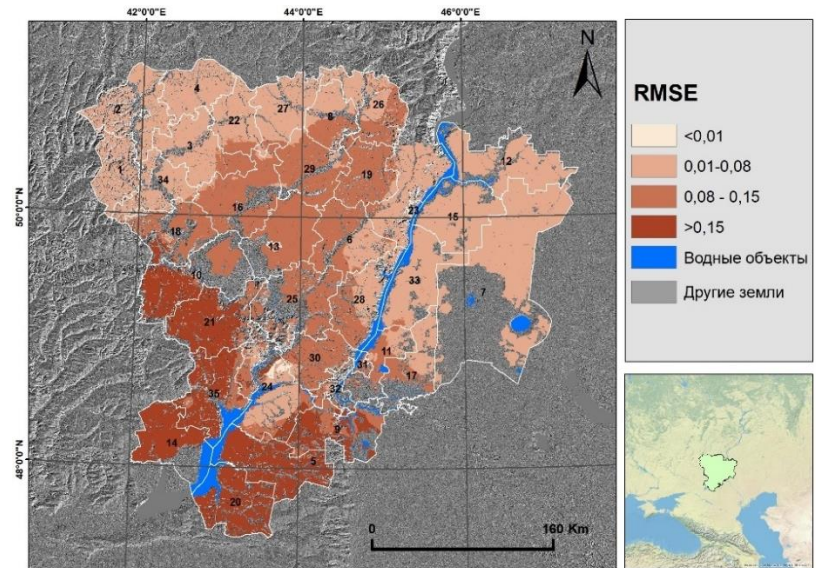
Таблица. 4.4 - 6. Распределение величины К-фактора по классам, %

Период	<0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,60-0,80	>0,8
1980-е	6,56	28,10	33,60	16,25	13,36	2,14
2010-е	0,28	1,52	20,68	50,32	25,92	1,28
Изменение	-6,28	-26,57	-12,93	34,07	12,56	-0,86

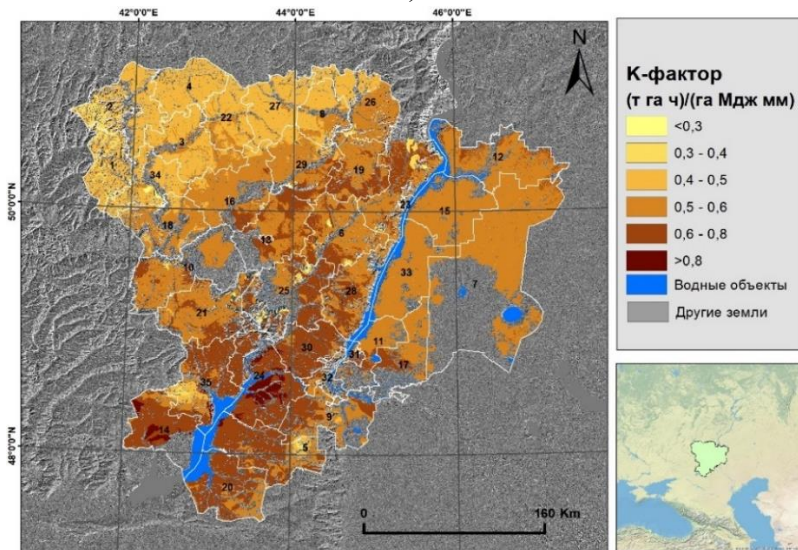
На территории Волгоградской области наблюдается ситуация, аналогичная другим уровням исследования: среднее значение К-фактора увеличилось на 19%, противоэрозионная устойчивость почвы снизилась. Это также связано с ухудшением основных физических, химических свойств почвы, влияющих на высокую противоэрозинную устойчивость: снижение содержания органического вещества, смены гранулометрического состава на более легкий и др. Логично предположить, что, наверное, основным фактором снижения противоэрозионной устойчивости, выступает дегумификация почв. Согласно полученным данным, 52 % территории сельскохозяйственных земель, подвержено дегумификации (Глава 5.1–3).



а)



в)



б)

Рис. 4.4 - 3. Значение К-фактора в 1980-х (а) 2010-х (б) и значение RMSE для 2010-х (в)

4.5. СМЫВ

4.5.1. Хозяйство СП «Донское»

На рисунках 4.5–1 и 4.5–2 приведены карты распределения величины смыва на территории хозяйства СП «Донское».

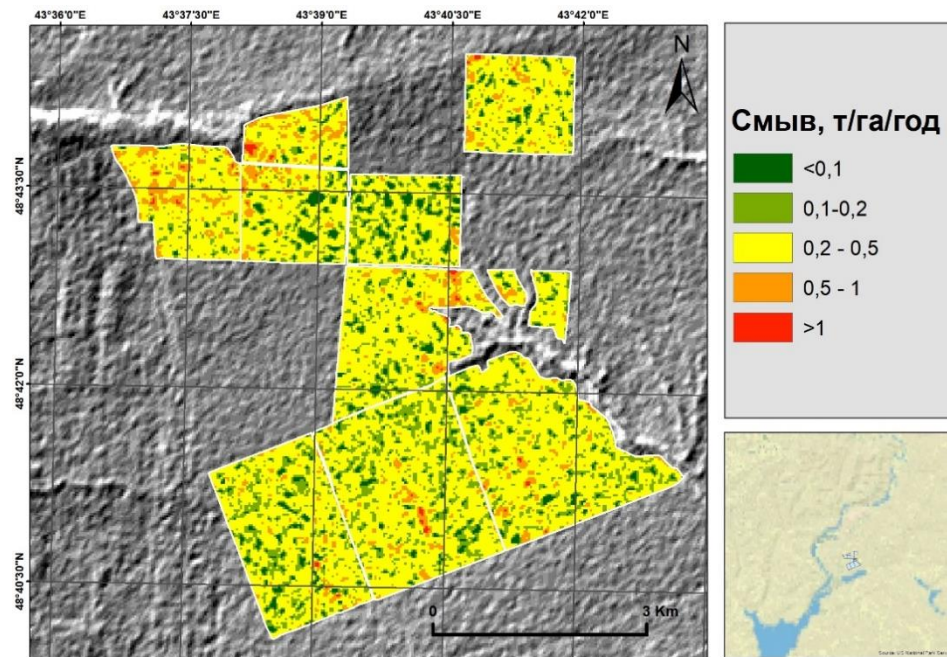


Рис. 4.5 - 1. Смыв на территории хозяйства СП «Донское» в 1980-е

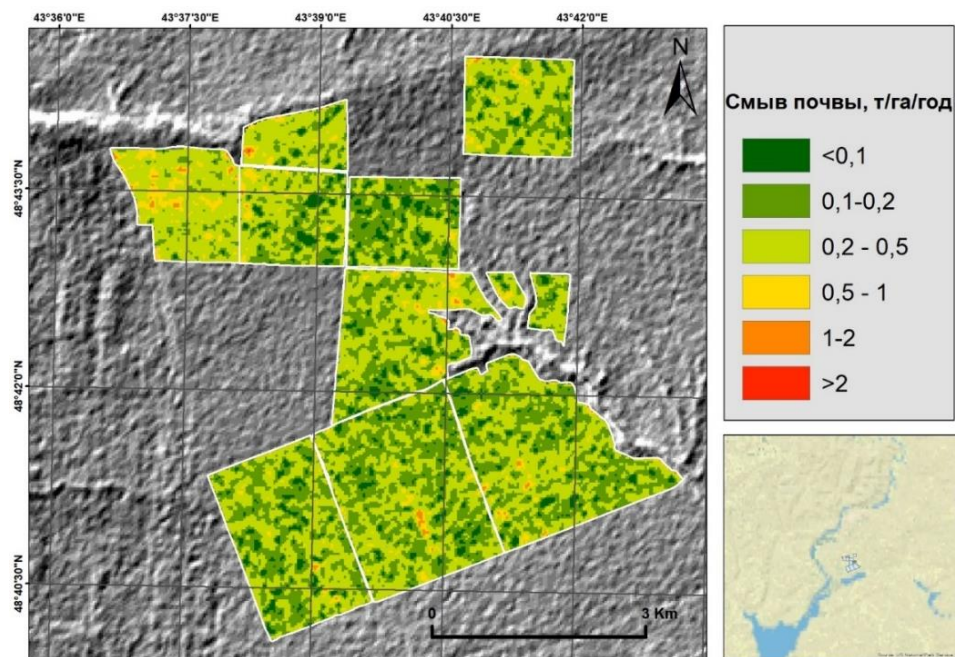


Рис. 4.5 - 2. Смыв на территории хозяйства СП «Донское» в 2010-е

Статистические характеристики значений величины смыва на территории хозяйства СП «Донское», а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.5–1 и 4.5–2.

Таблица. 4.5 - 1. Статистические характеристики результатов моделирования

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
1980-е	0,024	1,90	0,30	0,15
2010-е	0,018	2,13	0,24	0,13

Таблица. 4.5 - 2. Распределение величины смыва по классам, %

Период	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-2	>2
1980-е	5,16	18,45	68,56	7,48	0,36	0,00
2010-е	6,47	38,13	51,15	3,86	0,39	0,00*
Изменение	1,32	19,68	-17,41	-3,62	0,03	0,00

*Значение составило 0,003 %.

Среднее значение величины смыва на территории хозяйства по сравнению с 1980 годом снизилось на 20%. Максимально наблюдаемое значение смыва увеличилось на 12 %, а минимальное уменьшилось на 33 %. В среднем, это демонстрирует тенденцию на снижение эрозионной нагрузки на территорию хозяйства. Снижение эрозионной нагрузки, прежде всего связано со снижением количества и интенсивности выпадаемых осадков на территории хозяйства из-за аридизации климата, а также изменениями в землепользовании, которые повысили противоэрозионную способность растительности. На отдельных контурах величина смыва увеличилась по сравнению с уровнем 1980-х. Это связано, прежде всего, с ухудшением противоэрозионной устойчивости почв в следствие процессов дегумификации, которые фиксируются на территории хозяйства. Увеличение величины смыва наблюдается на контурах, с большими значениями LS-фактора, высокие значения которого, как известно, стимулируют развитие эрозионных процессов (Renard, 2013).

4.5.2. Калачёвский район

На рисунках 4.5–3 и 4.5–4 приведены карты распределения величины смыва на территории Калачёвского района.

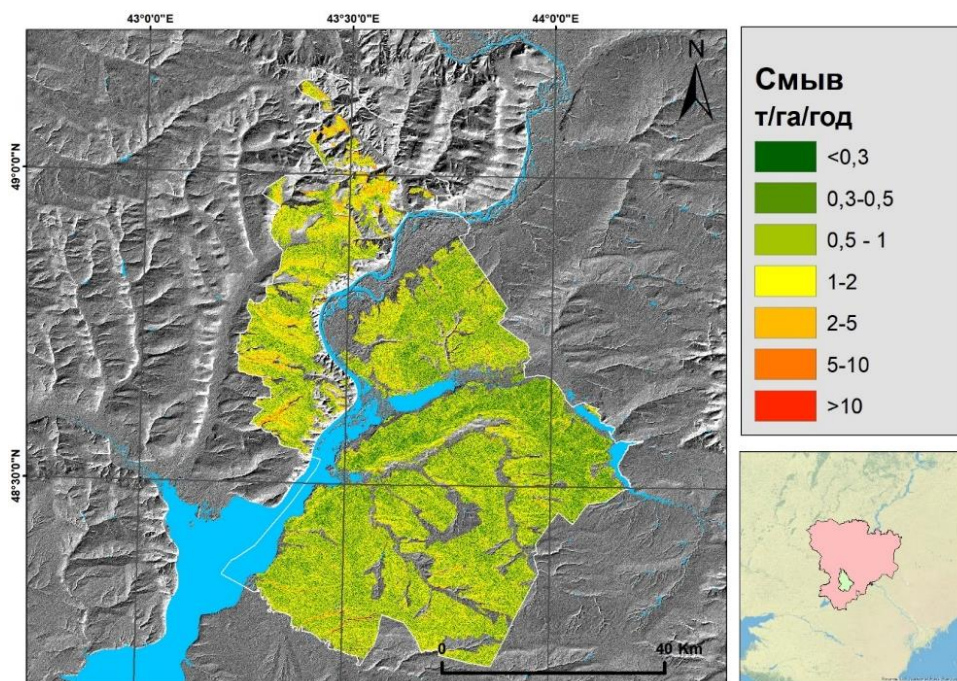


Рис. 4.5 - 3. Смыв на территории Калачёвского района в 1980-е

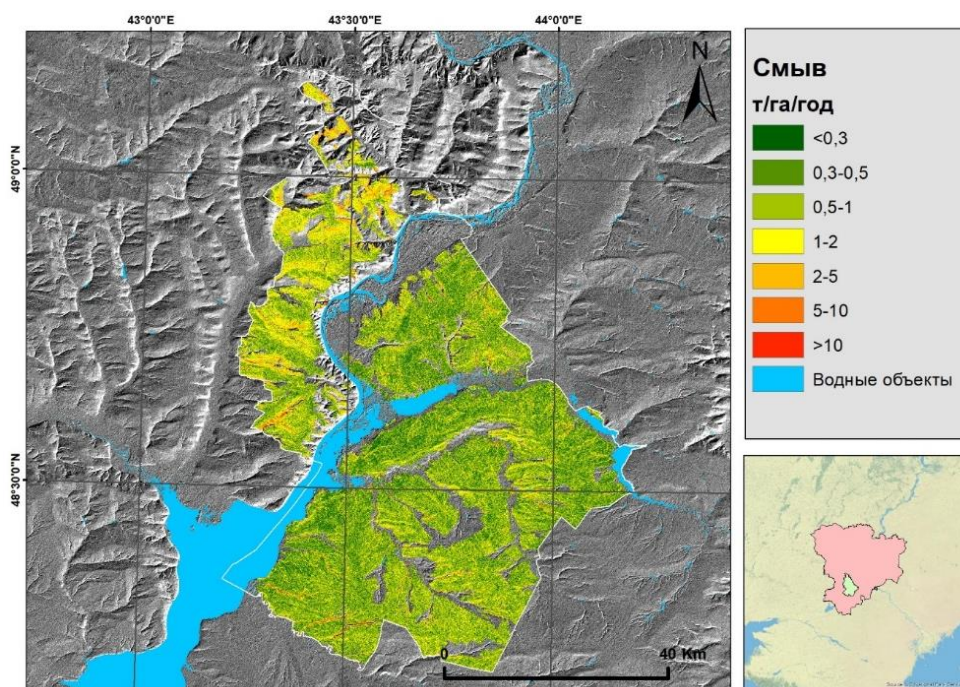


Рис. 4.5 - 4. Смыв на территории Калачёвского района в 2010-е

Статистические характеристики значений величины смыва на территории Калачёвского района, а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.5–3 и 4.5–4.

Таблица. 4.5 - 3. Статистические характеристики результатов моделирования

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
1980-е	0,02	134,73	0,99	0,93
2010-е	0,03	465,12	0,95	3,9

Таблица. 4.5 - 4. Распределение величины смыва по классам, %

Период	<0,3	0,3-0,5	0,5-1	1-2	2-5	5-10	>10
1980-е	13,75	2,91	45,80	30,12	6,76	0,66	0,11
2010-е	10,23	23,06	44,55	16,79	4,66	0,71	0,40
Изменение	-3,52	20,15	-1,25	-13,33	-2,10	0,05	0,29

Величина смыва на территории района по сравнению с 1980 годом снизилась на 4%. Максимально наблюдаемое значение смыва увеличилось на 245%, а минимальное на 23%. В среднем, это демонстрирует тенденцию на снижение эрозионной нагрузки на территорию района. Снижение эрозионной нагрузки, прежде всего связано со снижением количества и интенсивности выпадаемых осадков на территории хозяйства из-за аридизации климата, а также изменениями в землепользовании, которые повысили противозэрозионную способность растительности. На отдельных контурах величина смыва увеличилась, по сравнению с уровнем 1980-х. Это связано, прежде всего с ухудшением противозэрозионной устойчивости почв в следствие процессов дегумификации, которые фиксируются на территории района. Увеличение величины смыва наблюдается на контурах, с большими значениями LS-фактора, высокие значения которого, как известно, стимулируют развитие эрозионных процессов.

Величина смыва на территории района снижается при продвижении с северо-запада на юго-восток. Это объясняется снижением двух основных эрозионных величин: R-фактора и LS-фактора.

4.5.3. Волгоградская область

На рисунках 4.5–5 и 4.5–6 приведены карты распределения величины смыва на территории Волгоградской области.

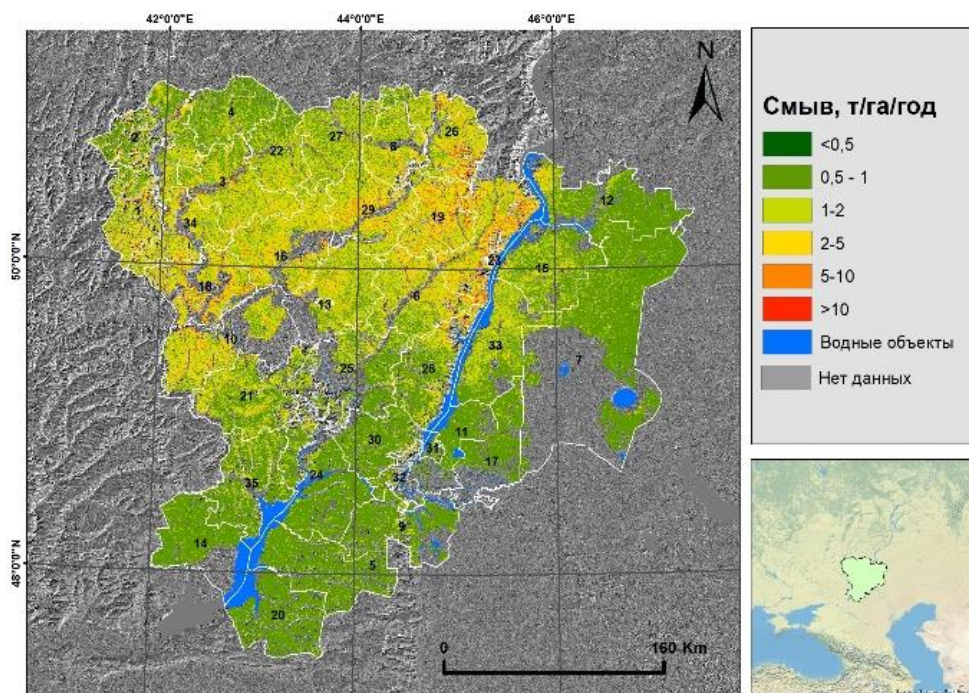


Рис. 4.5 - 5. Смыв на территории Волгоградской области на землях с/х назначения по данным 1980-1990-х годов

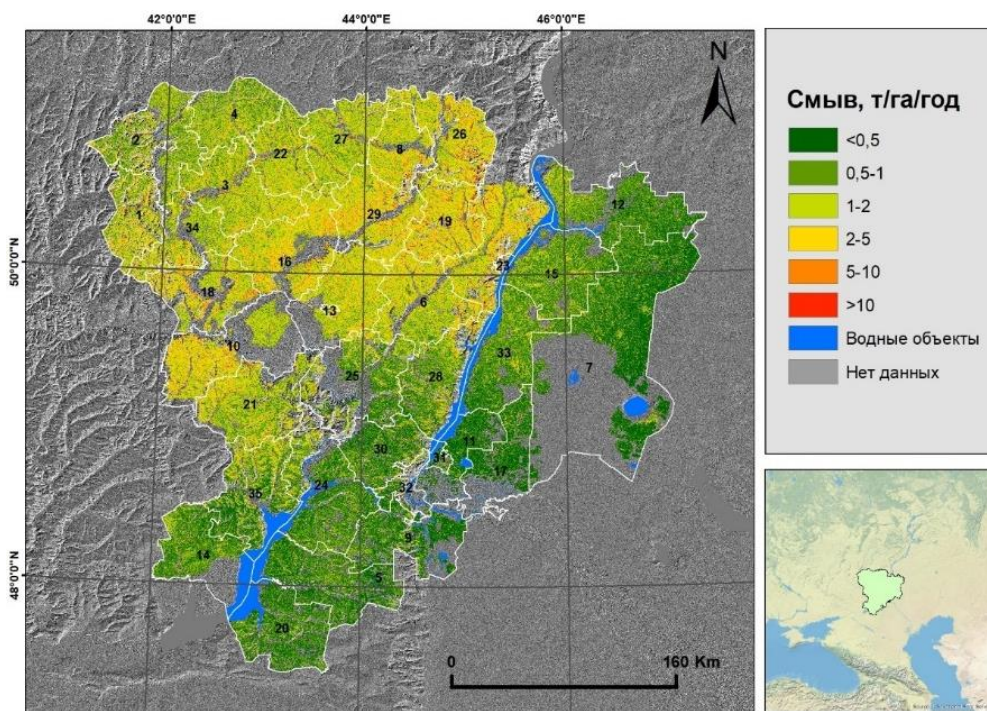


Рис. 4.5 - 6. Смыв на территории Волгоградской области на землях с/х назначения по данным 2010–2020 годов

Статистические характеристики значений величины смыва на территории Волгоградской области, а также процентное распределение по классам приведены в таблицах 4.5–5 и 4.5–6.

Таблица. 4.5 - 5. Статистические характеристики результатов моделирования

Период	Минимум	Максимум	Среднее	Ср. квадратичное отклонение
1980-е	0,01	643,24	1,48	1,91
2010-е	0,23	465,12	1,72	6,06

Таблица. 4.5 - 6. Распределение величины смыва по классам, %

Период	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	5-10	>10
1980-е	22,80	29,20	27,87	16,47	2,87	0,78
2010-е	20,96	28,47	28,97	17,46	2,95	1,19
Изменение	-1,84	-0,73	1,09	0,99	0,08	0,41

Величина смыва на территории Волгоградской области по сравнению с 1980 годом увеличилась на 16,2 %. Это демонстрирует тренд на увеличение эрозионной нагрузки на территорию области. Особенно это хорошо заметно по изменению в структуре распределения величины смыва: площадь контуров с минимальными значениями смыва (до 1 т/га/год) снизилась, площадь всех остальных контуров – увеличилась. Особенно интересен тот факт, что увеличение величины смыва произошло на фоне двух компенсирующих явлений: снижение эрозионного потенциала талого и ливневого стоков и увеличение защитного потенциала растительности. Данные процессы должны вести к снижению величины смыва на территории. Основным фактором, приведшим к этому, является ухудшение противоэрозионной способности почвы в следствие процессов дегумификации, распространенных на территории области. Дегумификации подвержено порядка 53 % сельскохозяйственных земель Волгоградской области. Такое широкое распространение данного процесса, привело к увеличению величины К-фактора на 19% и как вследствие, росту величины смыва.

Величина смыва, на территории области, снижается с запада на восток и с севера на юг. Это связано со снижением значений основных действующих акторов эрозионных процессов – R-фактор и LS-фактора. На самом северо-западе области, на границе с Воронежской областью, величина смыва тоже снижается. Это связано с распространёнными здесь черноземными почвами, которые обладают высокой противоэрозионной устойчивостью.

Для верификации полученных результатов, было проведено их сопоставление с итогами применения модели эрозии почв, разработанной под руководством Г. А. Ларионова (Ларионов, 1993). Данная модель применялась для разных регионов Европейской части РФ в работе Л.Ф.Литвина с соавторами (Литвин и др., 2017). Результаты сравнения приведены в таблице 4.5–7.

Таблица. 4.5 - 7. Сравнение результатов моделирования с результатами Л.Ф. Литвина (Литвин и др.,2017)

Источник	Площадь угодий, тыс. га, 1980-е	Масса смытой почвы, тыс. т, 1980-е	Разница полученных результатов относительно данных Литвина и др, %	Изменение интенсивности смывы, относительно 1980-х к уровню 2010-х, %	Разница полученных результатов относительно данных Литвина и др, %
Литвин Л.Ф. и др., 2017	5835,2	9919,80	-	+23,4	-
Крючков Н.Р.	5835,2	8636,10	-12%	+16,2%	-7,2%
	7609,9	11 262,71	+14%		

Расхождение с данными Литвина составило 12–14%, что является крайне небольшой величиной, и свидетельствует о хорошей воспроизводимости и достоверности полученных результатов. Согласно данным Литвина (Литвин и др., 2017) величина смыва увеличилась на 23,4% по сравнению с уровнем 1980. Расхождение с данными Литвина составило всего 7,2%, что также демонстрирует высокую воспроизводимость, а также достоверность полученных данных.

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

5.1. Оценка ущерба от деградации почв и земель

5.1.1. Оценка ущерба от деградации почв и земель СП «Донское»¹

Был проведен расчет ущерба от деградации почв по 6 ключевым показателям: изменение pH (H_2O), изменение содержания гумуса, обменного калия и подвижного фосфора, увеличение доли Na^+ от суммы обменных катионов, значению величины смыва почвы.

По показателю «смыва почвы», на территории хозяйства СП «Донское», деградации не выявлено.

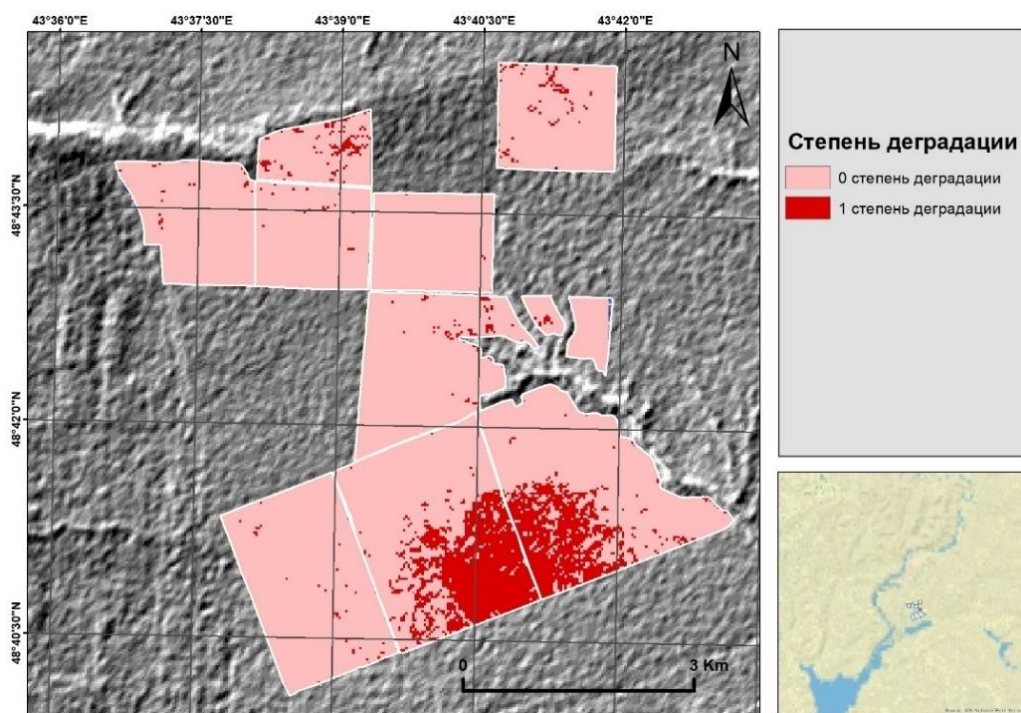


Рис. 5.1 - 1. Деградация по уменьшению показателя кислотности

На территории хозяйства встречаются небольшие участки с 1-ю степенью деградации почв по показателю изменения кислотности почвы относительно эталонных значений (Рисунок 5.1–1).

¹ В главе изложены данные, опубликованные в следующих научных статьях автора:

N. R. Kriuchkov, O. A. Makarov. The assessment of soil and land degradation in Volgograd region, the case of agricultural farm Donskoe // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. 2021 Sci. 862 012100 – DOI 10.1088/1755–1315/862/1/012100. – IF SJR 2021: 0,202

Общий объем публикации – 0,52 п.л. Объем личного вклада соискателя: 0,26 п.л.

Участки с подкислением зафиксированы на контурах, которые согласно архивным данным (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982) подвержены водной эрозии. Процессы подщелачивания зафиксированы для почвенных контуров с солонцовыми комплексами. Известно, что солонцовые почвы характеризуются повышенным содержанием обменного натрия, который и дает щелочную реакцию среды. Общая площадь деградированных почв по данному показателю составила 12 % от всей площади участка. Ущерб от деградации почв по данному показателю составил 16 029 696 рублей, или 5 911 руб./га.

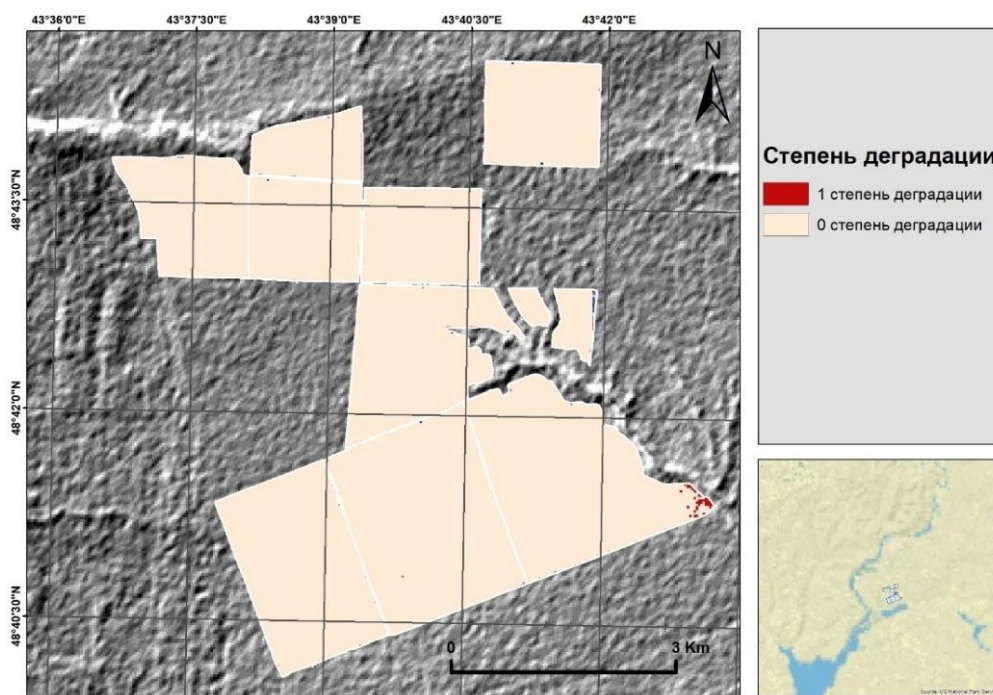


Рис. 5.1 - 2. Деградация по уменьшению содержания обменного калия

По показателю уменьшения содержания обменного калия по сравнению с недеградированным аналогом наблюдается деградация 1-й степени (Рисунок 5.1–2). Участки, подверженные деградации по данному показателю, выделяются неравномерно, основные деградированные площади расположены на склоне. Предположительно, деградация почв по показателю уменьшения содержания обменного калия может зависеть как от крутизны склона, так и от наличия более легких фракций гранулометрического состава, которые, как известно, характеризуются пониженным содержанием обменных форм по сравнению с более тяжелыми (Никитина, Романенков, Листов, 2014). Общая площадь деградированных почв по данному показателю составила <1% от всей площади исследования, что свидетельствует о незначительном распространении этого вида деградации (ущерб от деградации почв по показателю уменьшения содержания обменного калия составил 149 755 рублей, или 55 руб./га).

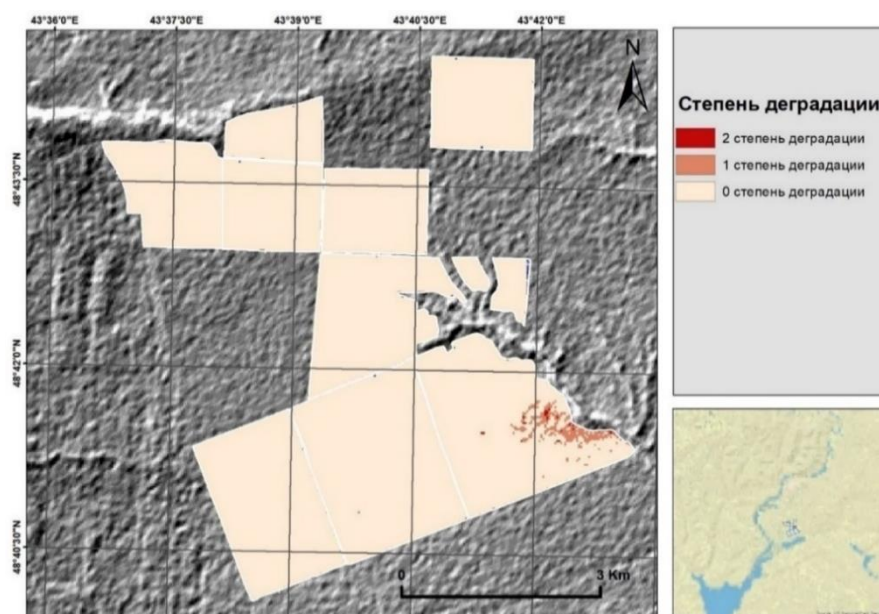


Рис. 5.1 - 3. Деградация по уменьшению содержания подвижного фосфора

На исследуемой территории агрохозяйства отмечается деградация почв 1-й, 2-й степеней по показателю уменьшения содержания подвижного фосфора (Рисунок 5.1–3). При этом часть контуров с деградированными почвами по данному показателю совпадает контурами деградации почв по показателю уменьшения содержания обменного калия, что может свидетельствовать об общих причинах деградационных процессов для обоих показателей. Ущерб от деградации почв по данному показателю составил 1 142 145 рублей, или 421 руб./га.

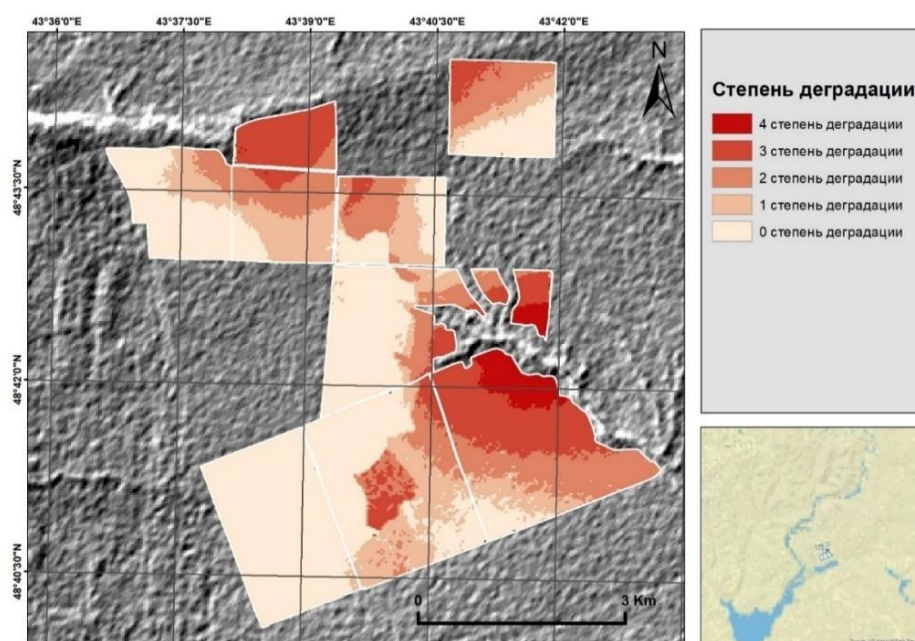


Рис. 5.1 - 4. Деградация по уменьшению содержания гумуса

Почвы на исследуемой территории агрохозяйства подвержены деградационным процессам всех степеней деградации по показателю уменьшения содержания гумуса. Контура деградированных участков распределены повсеместно, за исключением двух полей (Рисунок 5.1-4). При этом наибольшее развитие деградационных процессов зафиксировано на поле, которое подвержено водной эрозии почв (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982). Общая площадь деградированных почв составила 55 % от общей площади участка, при этом 35 % деградированных почв, характеризуются 2-й степенью деградации, 31% - 1-й степенью, 29% - 3-й степенью, и 5%—4 степенью. Ущерб от деградации почв по показателю уменьшения содержания гумуса составил 66 019 738 рублей, или 66 020 руб./га.

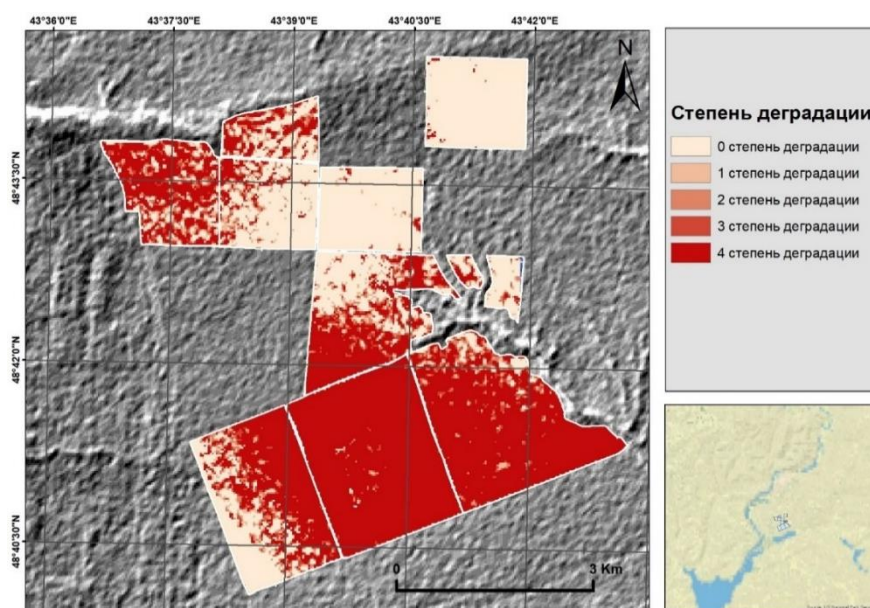


Рис. 5.1 - 5. Деградация по показателю увеличения доли Na^+ от суммы обменных катионов

Максимальное развитие деградационных процессов зафиксировано по показателю увеличения доли натрия от суммы обменных катионов. На исследуемой территории агрохозяйства установлены все четыре степени деградации по данному показателю (Рисунок 5.1–5). Контура почв, подверженных деградации, охватывают значительную область исследуемого участка. Такое повсеместное развитие деградационных процессов по данному параметру, предположительно, связано с идущим осолонцеванием почв, обусловленным, в первую очередь ростом площадей уже имеющихся солонцов в составе почвенных комплексов за счет аридизации климата (International Food Policy Research Institute, 2019). Так, в настоящее время (Рисунок 5.1–5) по сравнению с результатами обследования почв агрохозяйства Гипроземом в 1982 г. (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982), процессы осолонцевания стали проявляться практически повсеместно. Данная гипотеза, подтверждается результатами моделирования эрозионных процессов на

территории хозяйства (Глава 4.1–1). Более того, несмотря на тот факт, что диагностическим признаком, наличия процессов осолонцевания является значение доли натрия от суммы обменных катионов в солонцовом горизонте В, были зафиксированы увеличенные значения доли обменного натрия в пахотном горизонте, которые характерны для слабосолонцовых почв (более 3% от суммы обменных катионов) (Классификация и диагностика почв СССР, 1977). Несмотря на то, что нами выделена 4-я степень деградации, которая характеризуется как «уничтожение почвенного покрова» (Методические рекомендации..., 1996), данные земли используются в севообороте (в настоящее время на этих полях выращивается люцерна). Общая площадь деградированных почв по показателю увеличения доли натрия от суммы обменных катионов составила 69 % от общей площади исследуемого участка, величина ущерба от деградации почв по этому показателю – 245 948 414 рублей, или 94 089 руб./га.

Суммарные данные по процессам деградации приведены в таблице 5.1–1.

Таблица. 5.1 - 1. Значение показателей ущерба от деградации почв на территории СП «Донское»

Процесс	Площадь деградированных контуров, га	Ущерб, руб	Ущерб, руб./га	Вклад в общую величину, %
Осолонцевание	1794	245 948 414	94 089	74,69
Снижение содержания гумуса	1494	66 019 738	24 362	20,05
Снижение содержания обменного калия	4	149 755	55	0,05
Снижение содержания подвижного фосфора	30	1 142 145	421	0,35
Изменение pH	320	16 029 696	5911	4,87
Смыв т/га/год	0	0	0	0
Итого	2420	329 289 748	121 420	100

Суммарная величина ущерба от деградации почв и земель агрохозяйства СП «Донское» Калачёвского района Волгоградской области составила 329 289 749 рублей, что соответствует 121 420 руб/га. Наибольший вклад в эту величину (75%) внес ущерб от деградации почв по показателю увеличения доли натрия от суммы обменных катионов, что свидетельствует о значительном развитии для почв данной территории процессов осолонцевания (Сазонов и др., 2020).

5.1.2. Оценка ущерба от деградации почв и земель Калачевского района²

Результаты расчета ущерба от деградации почв для территории Калачевского района приведены в таблице 5.1–2.

Таблица. 5.1 - 2. Значение показателей ущерба от деградации почв на территории Калачевского района Волгоградской области

Процесс	Площадь деградированных контуров, га (% от общей площади)	Ущерб, руб	Ущерб, руб./га	Вклад в общую величину, %
Снижение содержания подвижного фосфора	43 600 (15,78)	829 263 023	3002	29,29
Снижение содержания обменного калия	3 600 (1,30)	80 947 984	293	2,86
Снижение содержания гумуса	132 400 (47,93)	1 534 150 951	5554	54,18
Изменение pH	6 200 (4,49)	100 536 416	364	3,55
Осолонцевание	6 200 (4, 49)	253 986 416	920	8,97
Смыв почвы	3 054 (1,11)	32 677 166	118	1,15
Итого	195 054 (71)	2 831 561 956	10 251	100

Суммарный вклад в величину ущерба от процессов снижения обменного калия, изменения pH и смыва почвы составляет всего 7,56% от общей величины ущерба, что свидетельствует о нешироком распространении данных процессов на территории района. Вклад «осолонцевания» в суммарную величину ущерба чуть больше – порядка 9%, что также свидетельствует о нешироком распространении данного процесса на территории района. Со временем, учитывая тенденцию аридизации, ущерб по данному показателю будет расти.

Вклад параметра «снижения подвижного фосфора» в суммарную величину ущерба от деградации почв Калачёвского района составляет 29% и является вторым по величине ущерба показателем. Скорее всего, это связано с особенностью снижения растворимости фосфатов в щелочных условиях, которые типичны для территории Калачёвского района.

² В главе изложены данные, опубликованные в следующих научных статьях автора:
О. А. Макаров, **Н. Р. Крючков**, А. С. Строков, Цветнов Е. В., Кубарев Е. Н.,

Абдулханова Д. Р. Оценка ущерба от деградации почв и земель муниципального образования (на примере Калачёвского муниципального района Волгоградской области) // Проблемы агрохимии и экологии. – 2021. – № 1. – С. 43–48.

Общий объем публикации – 0,64 п.л. Объем личного вклада соискателя: 0.13 п.л.

Наибольший вклад в величину ущерба вносит показатель «снижение содержание гумуса» - 54% от общей величины. Особенно интересен тот факт, что площадь контуров подверженных водной эрозии, и контуров, на которых зафиксировано снижение содержания гумуса, отличаются в несколько раз. Это может свидетельствовать о низком качестве земледелия на исследуемой территории.

Распределение вклада в суммарную величину ущерба на территории Калачёвского района, отличается от аналогичного распределения для территории хозяйства. Максимальный вклад в суммарную величину ущерба, вносит ущерб по показателю «снижения содержания гумуса», в отличие от хозяйства, где максимальный ущерб зафиксирован по показателю «осолонцевания».

5.1.3. Оценка ущерба от деградации почв и земель Волгоградской области

Согласно полученным данным от ЦАС «Волгоградский», САС «Михайловская» и САС «Камышинская», а также результатам моделирования потенциальной величины смыва, был рассчитан ущерб от деградации почв и земель на всю территорию Волгоградской области. Результаты расчета ущерба приведены в Таблице 5.1–3.

Таблица. 5.1 - 3. Значение показателей ущерба от деградации почв на территории Волгоградской области

Процесс	Площадь деградированных контуров, га (% от общей площади)	Ущерб, руб	Ущерб, руб./га	Вклад в общую величину, %
Снижение содержания подвижного фосфора	757 588 (9,69)	26 274 305	3 453	13,71
Снижение содержания обменного калия	298 679 (3,92)	14 487 747	1 904	7,56
Снижение содержания гумуса	4 000 556 (52,57)	135 561 263	17 814	70,76
Изменение pH	93 000 (1,23)	2 244 973	295	1,17
Осолонцевание	93 000 (1,23)	6 413 840	843	3,35
Смыв почвы	315 688 (4,15)	6 602 176	868	3,45
Итого	5 446 410 (72%)	191 584 303 237	25 176	100

На 72% площади сельскохозяйственных земель Волгоградской области, зафиксированы процессы деградации почв. Наибольший процент деградированных земель по показателю «снижения содержания гумуса» - 53%. Наименьший процент деградированных земель зафиксирован по показателям «осолонцевания» и «изменения рН». Суммарная площадь деградированных контуров по показателям агроистощения составила 13,61% от общей площади. Площадь деградированных контуров по показателю «смыва почвы» составила чуть больше 4% от общей площади сельскохозяйственных земель.

Суммарный ущерб от деградации почв на территории Волгоградской области составил 191 584 303 236, 67 рублей. Наибольший вклад в данную величину внес ущерб от деградации по показателю «снижения содержания гумуса» - 135 561 263 рубля. Наименьший вклад в суммарную величину ущерба внес показатель «изменения рН» - 2 244 973 рубля. Несмотря на то, что площадь контуров деградированных почв по показателю «осолонцевания» и «изменения рН» совпадают, они вносят разные вклады в суммарную величину ущерба. Это связано с более дорогостоящими мероприятиями по мелиорации для осолонцованных почв. Также стоит отметить, что суммарный ущерб от деградации по показателю «снижения содержания обменного калия» больше более чем в 2 раза, суммарного ущерба по показателю «смыва почвы», несмотря на тот факт, что площадь деградированных контуров по показателю «смыва почвы» выше. Это связано с тем, что на деградированных контурах по показателю «снижения обменного калия», наиболее распространены 4 и 3 степень деградации по данному признаку, а по показателю «смыва почвы» - 1 и 2 степень.

Удельный ущерб от деградации почв на территории Волгоградской области составил 25 176 руб./га. Наибольший вклад в данную величину внес удельный ущерб от деградации почв по показателю «снижения содержания гумуса» - 17 814 руб./га. Наименьший вклад в суммарную величину удельного ущерба внес показатель «изменения рН» - 295 руб./га.

Для анализа пространственного распределения величины удельного ущерба на территории области, полученные результаты были распределены по квантилям. На Рисунке 5.1.-6 представлены результаты данного обобщения.

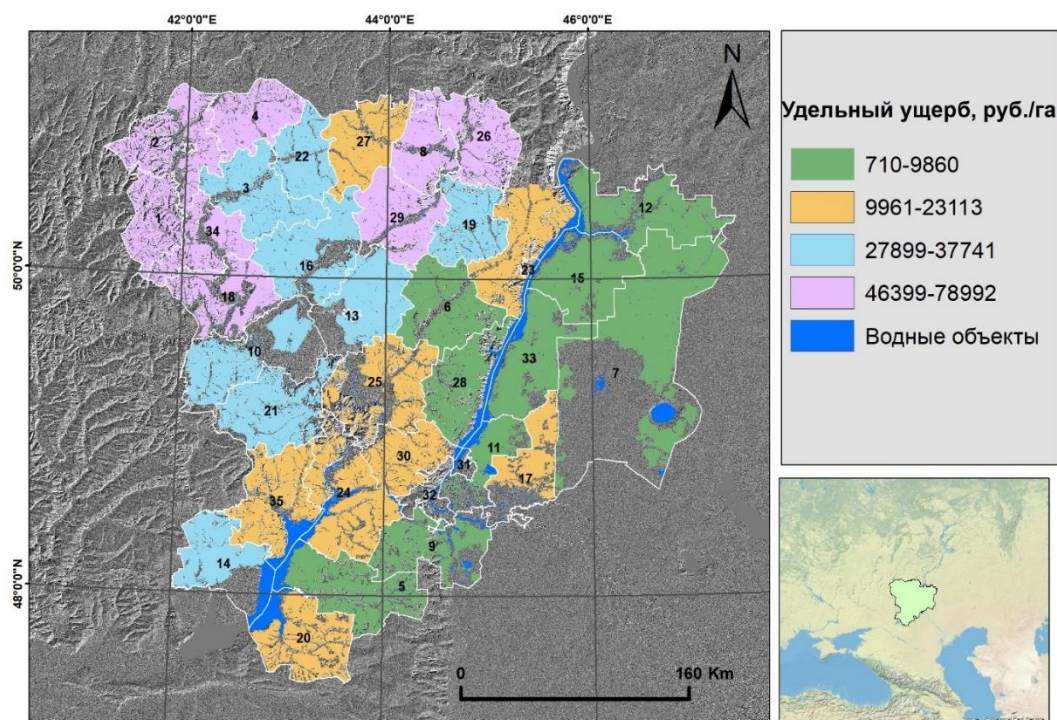


Рис. 5.1 - 6. Картосхема распределения районов по удельному ущербу от деградации почв

Согласно данному распределению, наблюдается четкая тенденция увеличения удельного ущерба с юга на север области, а также с востока на запад. Это может быть связано прежде всего с тем, что в северо-западной части области, встречаются наиболее плодородные почвы – черноземы, которые в свою очередь наиболее активно вовлечены в сельскохозяйственный оборот. Тем самым, на данной территории наблюдается наибольшая антропогенная нагрузка, по сравнению с южными территориями, что неминуемо ведет к увеличению риска развития деградационных процессов на данной территории. Помимо этого, на данных территориях наблюдается самая высокая стоимость кадастровой земли, что ведет также к увеличению величины ущерба по сравнению с более деградированными территориями, но с меньшей кадастровой стоимостью.

В таблице 5.1.-4 приведено процентное распределение вклада в суммарную величину ущерба исследуемых параметров по объектам исследований.

Таблица. 5.1 - 4. Процентный вклад в суммарный ущерб по объектам исследований

Процесс	СП «Донское»	Калачёвский район	Волгоградская область
Снижение содержания подвижного фосфора	0,35	29,29	13,71
Снижение содержания обменного калия	0,05	2,86	7,56

Процесс	СП «Донское»	Калачёвский район	Волгоградская область
Снижение содержания гумуса	20,05	54,18	70,76
Изменение pH	4,87	3,55	1,17
Осолонцевание	74,69	8,97	3,35
Смыв почвы	0	1,15	3,45

Доля в суммарном ущербе показателей «изменение pH» и «осолонцевание» с переходом на более высокий административный уровень снижается. Это, по-видимому, связано с двумя причинами: недооценкой величины ущерба по показателю «осолонцевания», и не широком распространении данных деградационных процессов. В перспективе, при продолжающейся аридизации климата, можно предположить, что доля данных показателей в суммарном ущербе будет только нарастать.

Доля в суммарном ущербе показателей «снижение содержания гумуса», «смыв почвы», а также «содержание обменного калия» с переходом на более высокий административный уровень растет. Это свидетельствует о широкой распространённости данных процессов на всей территории области.

Доля в суммарном ущербе показателя «снижение содержания подвижного фосфора», с переходом на уровень района растет, а при переходе на уровень области – падает. Это скорее всего связано с почвенно-климатическими условиями на территории хозяйства и района, которые влияют на растворимость фосфора. Растворимость фосфора снижается в щелочных условиях. Поэтому ущерб по данному показателю возрастает в более южных районах, и падает в более северных.

5.2. Оценка нейтрального баланса деградации земель

5.2.1. Оценка нейтрального баланса деградации земель СП «Донское»

Оценка нейтрального баланса деградации земель СП «Донское» проводилась только по адаптированной методике, ввиду отсутствия данных для проведения расчетов по стандартной методике. Результаты изменения исследуемых параметров приведены на Рисунках 5.2–1–5.2–5.

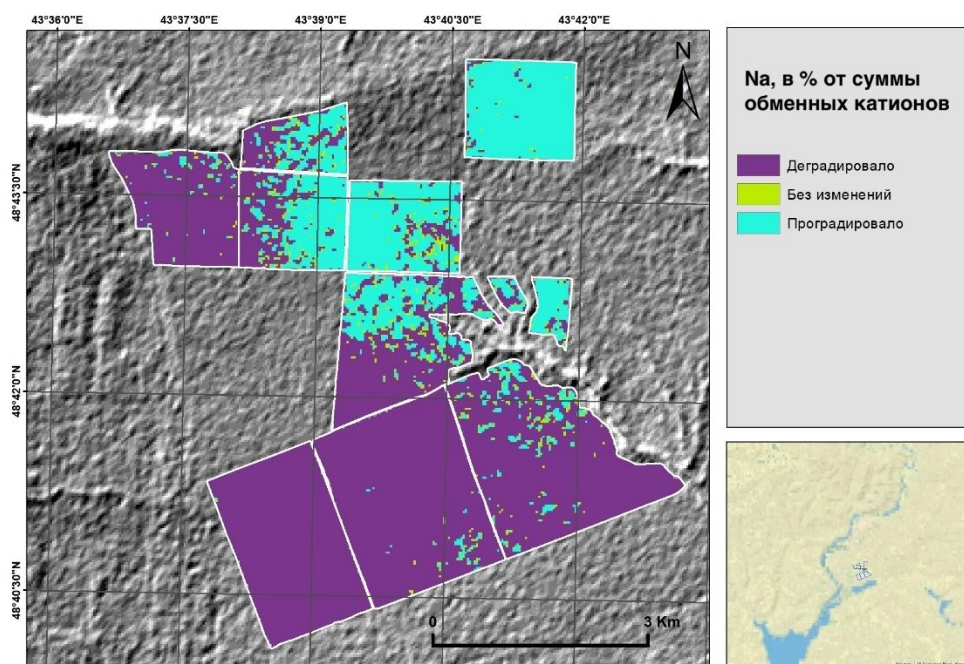


Рис. 5.2 - 1. Изменение содержания доли Na^+ от суммы обменных катионов на территории СП «Донское»

Согласно полученным результатам, значительная часть территории хозяйства (70% от общей территории) деградировало по показателю «Изменение доли Na^+ от суммы обменных катионов» (Рисунок 5.2–1). На 27% территории выявлено уменьшение доли Na^+ от суммы обменных катионов, и на 3% не выявлено изменений относительно уровня 1982 г. Полученные результаты, свидетельствуют об интенсивном протекании процессов осолонцевания на территории хозяйства. В свою очередь, это может быть связано с аридизацией климата. Также, это частично подтверждается результатами моделирования величины смыва. Один из параметров модели RUSLE2, R-фактор, который отвечает за эрозионный потенциал осадков, также снизился на территории хозяйства (Глава 3.1). Данный фактор напрямую зависит от количества и интенсивности осадков, что говорит о снижении количества осадков на исследуемом участке. Как вследствие этого процесса, формируются более благоприятные условия для накопления обменного Na^+ . Помимо этого, на участке ведется орошение водами Карповского водохранилища. К сожалению, в открытом доступе нет данных о минерализации, концентрации Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ в водах Карповского водохранилища, но согласно сообщениям СМИ, выросла минерализация вод в верхнем плесе Цимлянского водохранилища и Волго-Донском судоходном канале. Карповское водохранилище является частью Волго-Донского судоходного канала, и занимает промежуточное место между верхним плесом Цимлянского водохранилища и 13 шлюзом Волго-Донского судоходного канала. Поэтому можно предположить, что орошение водами, так же, может вести к увеличению доли обменного Na^+ .

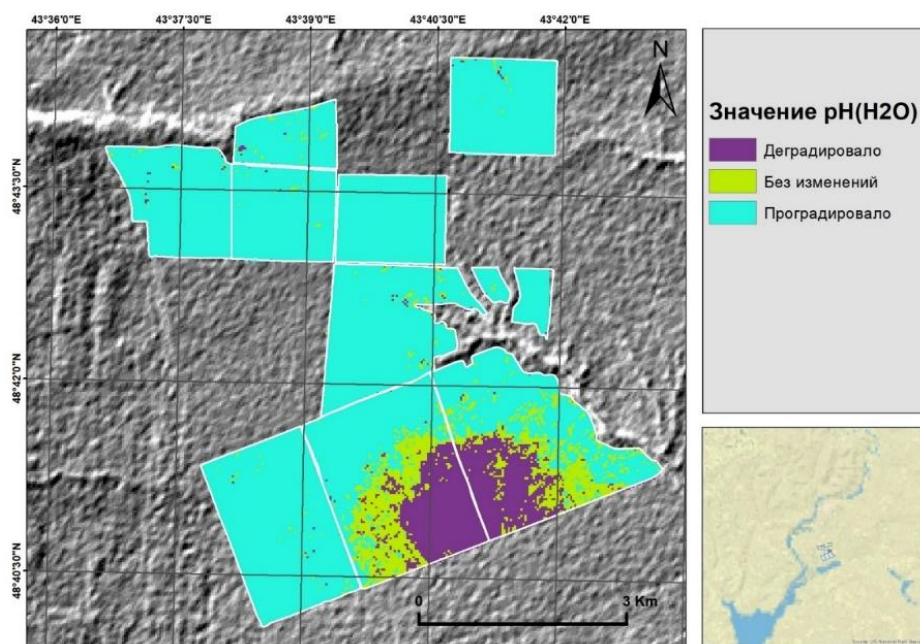


Рис. 5.2 - 2. Изменение pH (H_2O) на территории СП «Донское»

Согласно полученным результатам (Рисунок 5.2.-2), площадь деградированных контуров составила 11 % от общей территории по показателю изменения pH (H_2O). Значительная часть территории, 80%, проградировала, и на 9% не выявлено изменений. На территории хозяйства идет накопление Na^+ , но процессы пока не столько критичны, т. к. только на 11% от общей территории выявлено ухудшение (подщелачивание).

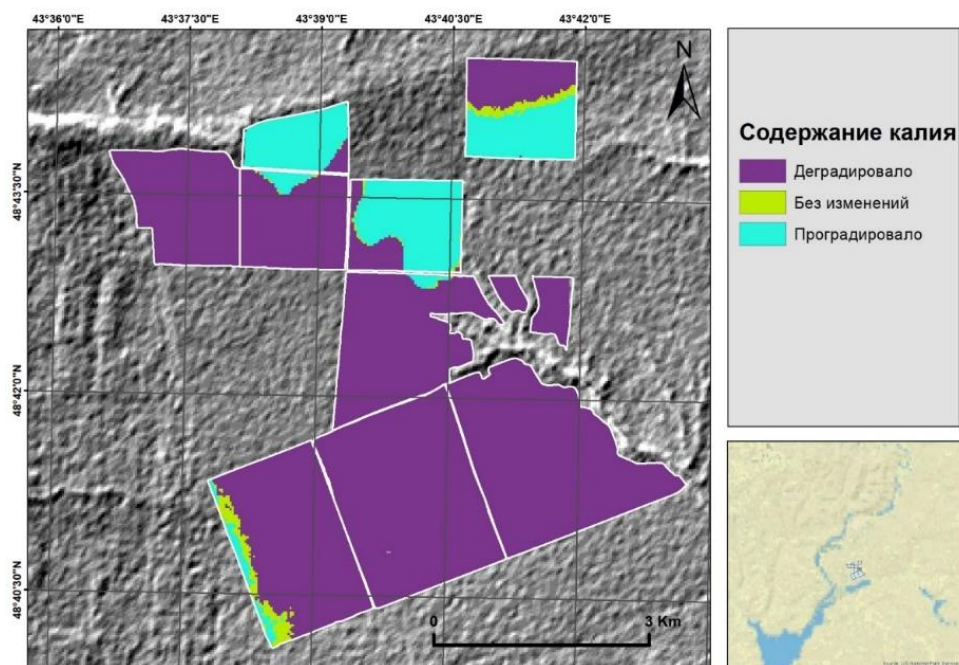


Рис. 5.2 - 3. Изменение содержания обменного калия на территории СП «Донское»

По показателю «изменение содержания обменного калия» (Рисунок 5.2.-3) на территории хозяйства СП «Донское» порядка 83% от общей территории деградировало,

15% проградировало, и 2% от общей территории не изменилось. Такое большое количество деградированных земель относительно уровня 1982 г., может быть связано с тем, что в советское время, применялось минеральных удобрений больше, нежели в современной России. Следовательно, и изначальный уровень содержания обменного калия, мог быть выше, чем современный.

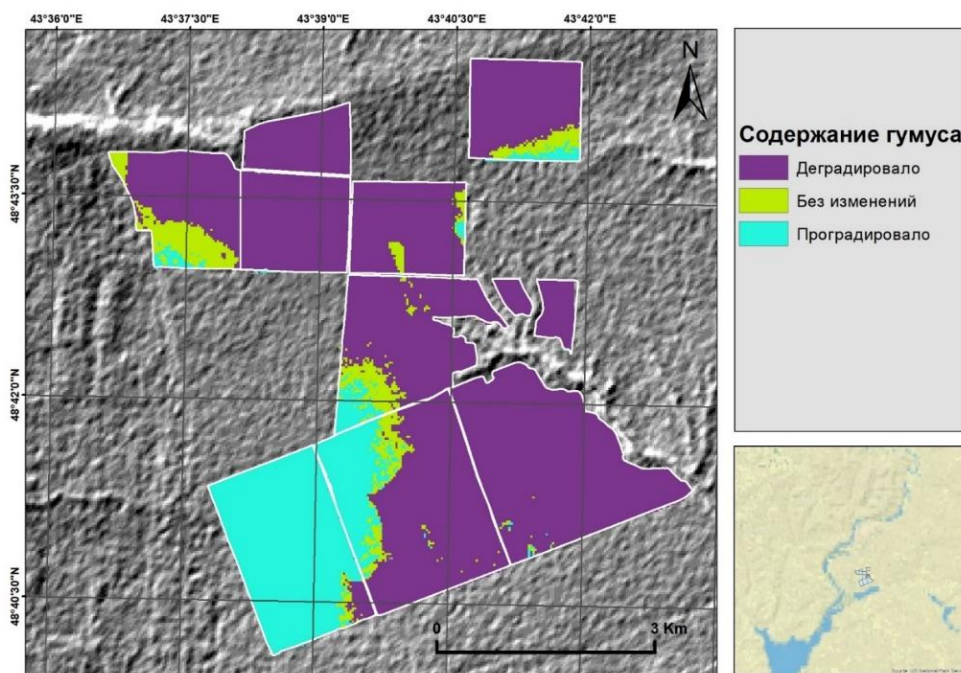


Рис. 5.2 - 4. Изменение содержание гумуса на территории СП «Донское»

Согласно полученным результатам (Рисунок 5.2.-4), на 73% от общей площади хозяйства зафиксирована деградация по показателю «содержание гумуса». На 20% от общей площади произошла проградация по данному показателю, и на 3% от общей площади изменений не выявлено. Основными причинами данного процесса могут выступать нерациональное землепользование и водная эрозия.

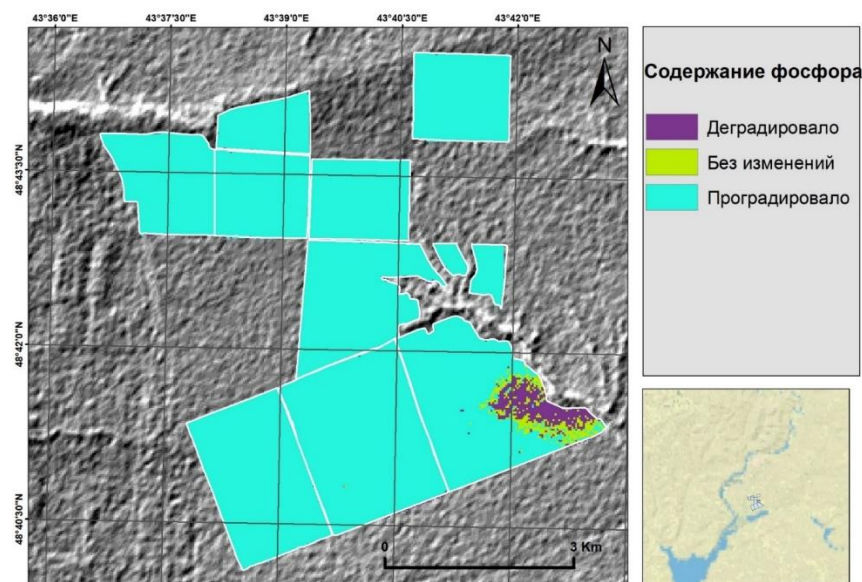


Рис. 5.2 - 5. Изменение содержание подвижного фосфора на территории СП «Донское»

По показателю «изменения содержания подвижного фосфора» деградировало только 4% от общей площади хозяйства. На 92% площади территории хозяйства зафиксировано улучшение по данному параметру, и на 4 % от общей площади изменений не зафиксировано.

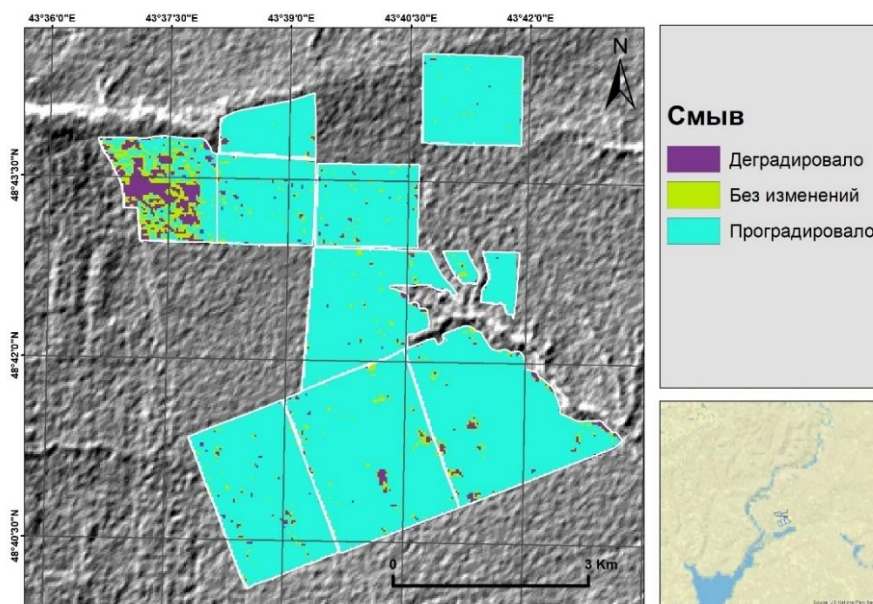


Рис. 5.2 - 6. Изменение величины смыва на территории СП «Донское»

По показателю «изменения величины смыва» на территории хозяйства СП «Донское», только на 4% от общей площади зафиксировано увеличение величины смыва (деградация) относительно уровня 1980-х. На 92% зафиксировано снижение величины смыва (проградация) и на 4 % величина смыва не изменилась. Основные контура, на которых величина смыва увеличилась, зафиксированы на северо-западном поле. Это связано с тем,

что на данном контуре, произошло увеличение К-фактора (т. е. снижение противэрозионной устойчивости почв). Это, по-видимому, связано с длительным эрозионным воздействием, которое испытывало данное поле. К примеру, согласно отчету Гипрозема (Балашов, Жулидова, Савичева, 1982), данное поле уже было подвержено водной эрозии. Длительное воздействие водной эрозии, ведет к ухудшению основных противэрозионных компонентов: содержание гумуса, изменению гранулометрического состава, нарушению структуры почвы.

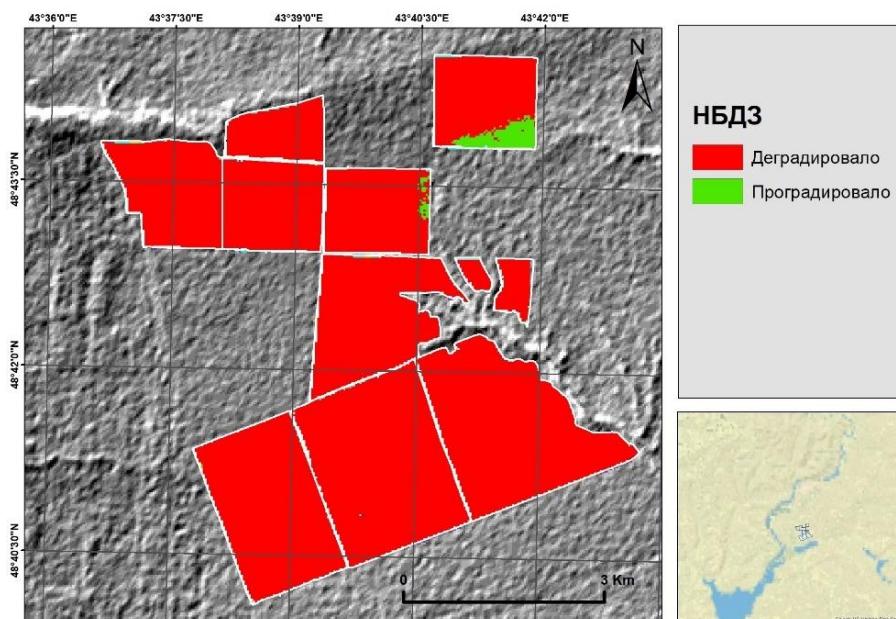


Рис. 5.2 - 7. НБДЗ по адаптированной методике на территории СП «Донское»

Таблица. 5.2 - 1. НБДЗ для территории СП «Донское» по адаптированной методике

№ п/п	Дегradированные земли, % от общей площади	Улучшенные земли, % от общей площади	НБДЗ
1	98,12	1,88	-96,24

Согласно полученным данным, на территории хозяйства наблюдается отрицательный баланс деградации земель: 98 % территории хозяйства деградировало, улучшилось только 2 %. Контуров, со значением НБДЗ без изменений, не выявлено. Наибольший вклад в показатель «деградированных земель» вносят такие параметры как «увеличение содержания доли Na^+ от суммы обменных катионов», «уменьшение содержания обменного калия», и «уменьшение содержания гумуса». Суммарное значение величины НБДЗ для территории хозяйства составило -96,24, что свидетельствует о крайне неустойчивом землепользовании на территории хозяйства.

5.2.2. Оценка нейтрального баланса деградации земель Калачевского района

Оценка нейтрального баланса деградации земель Калачёвского района проводилась двумя методами: по стандартной и по адаптированной методикам. Результаты расчета по стандартной и адаптированной методикам приведены на Рисунках 5.2.-8 и 5.2-9, Таблице 5.2-2.

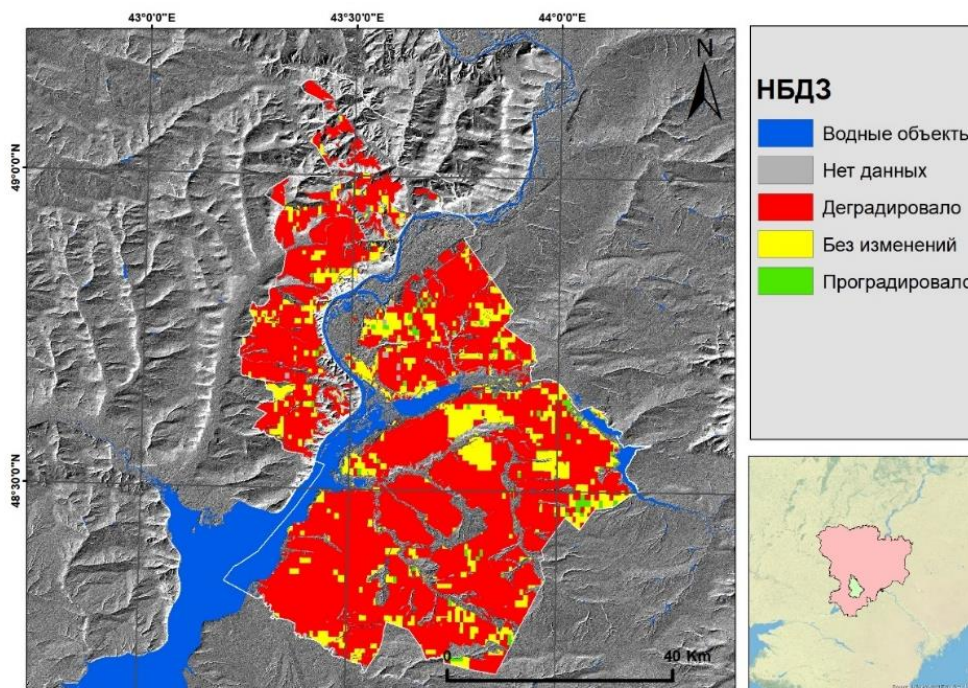


Рис. 5.2 - 8. НБДЗ по стандартной методике на территории Калачёвского района

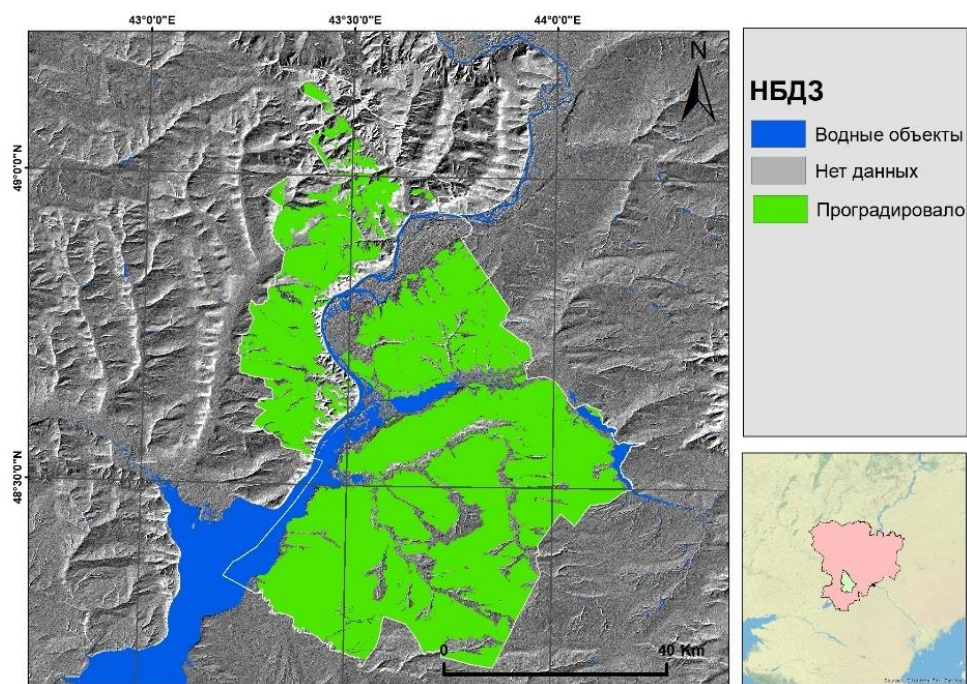


Рис. 5.2 - 9. НБДЗ по адаптированной методике на территории Калачёвского района

Таблица. 5.2 - 2. НБДЗ для территории Калачёвского района

Модификация методики	Деградированные земли, % от общей площади	Улучшенные земли, % от общей площади	НДБЗ
Калачёвский район (по стандартной методике)	81,82	1,54	-80,28
Калачёвский район (по адаптированной методике)	0	100	100

Согласно полученным данным, доля деградированных земель с/х назначения – почти 82%. Основной вклад в данную величину вносит показатель «изменение продуктивности» (т. е. снижение биотического отклика). Показатель НБДЗ для земель сельскохозяйственного назначения Калачёвского района составил -80,28 что свидетельствует о крайне неустойчивом землепользовании на территории Калачёвского района.

Согласно адаптированной методике, на землях Калачёвского района зафиксирована проградация (улучшение качества земель) по основным исследуемым показателям: содержанию гумуса, обменного калия, подвижного фосфора, а также снижение интенсивности смыва. Данный результат, к сожалению, не отражает полностью актуальное состояние территории района. Это связано с тем, что данные по 3 исследуемым параметрам (содержание гумуса, обменного калия и подвижного фосфора) не содержат пространственной привязки. И как вследствие, невозможно корректно оценить площадь деградированных земель по данным параметрам.

5.2.3. Оценка нейтрального баланса деградации земель Волгоградской области³

Оценка НБДЗ для территории области, также проводилась двумя методами: по стандартной и адаптированной методикам. Результаты расчета по стандартной методике приведены на Рисунке 5.2–10 и Таблице 5.2–3.

³В главе изложены данные, опубликованные в следующих научных статьях автора:

Е. В. Цветнов, О. А. Макаров, О. Б. Цветнова, **Н. Р. Крючков**. Опыт совмещенной оценки нейтрального баланса деградации земель Волгоградской области и их эколого-экономического ущерба // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 1. – С. 12–15.

Общий объем публикации – 0,73 п.л.. Объем личного вклада соискателя: 0,18 п.л.

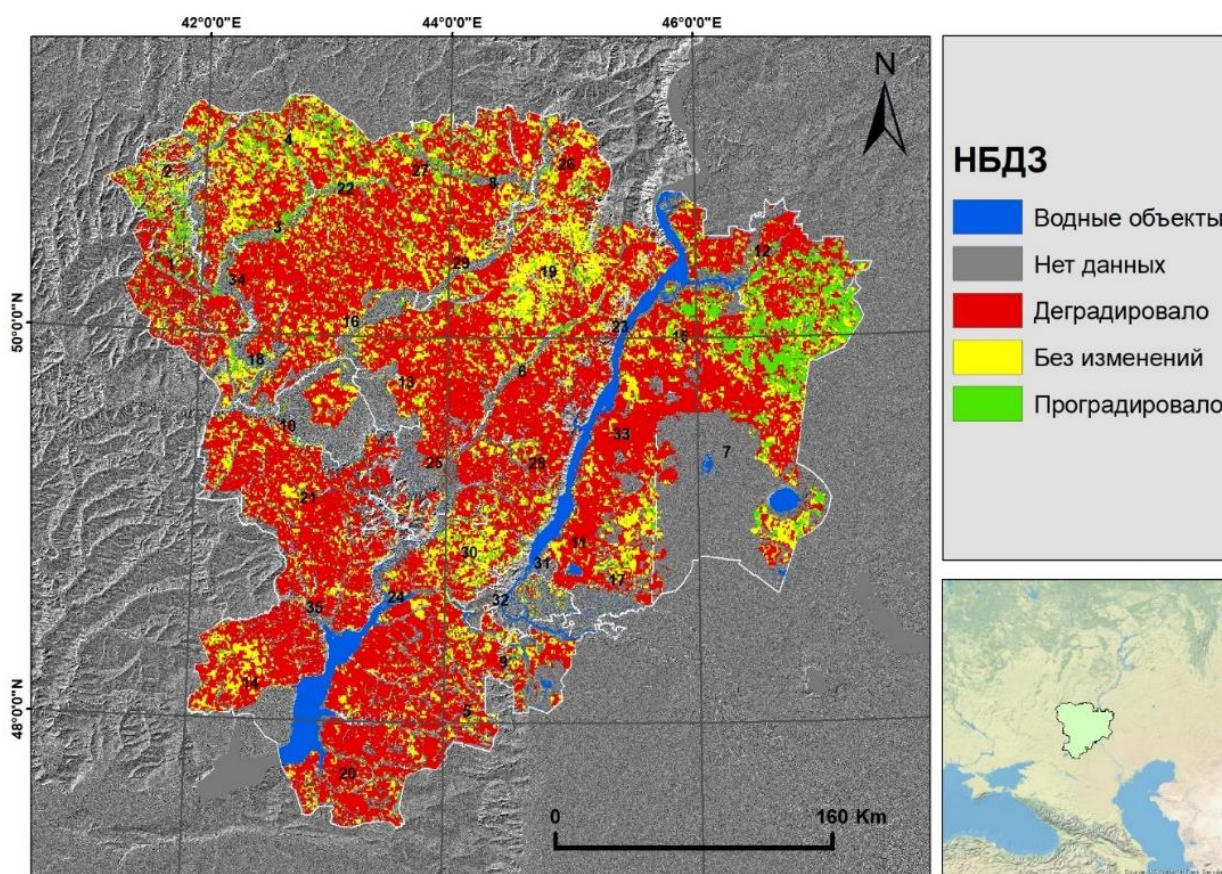


Рис. 5.2 - 10. Итоговая карта расчета величины НБДЗ для земель Волгоградской области по базовым настройкам Trends.Earth

Таблица. 5.2 - 3. Расчет величины нейтрального баланса деградации земель для территории Волгоградской области по базовому алгоритму

Наименование муниципального района	Деградированн ые земли, % от общей площади	Улучшенные земли, % от общей площади	НБДЗ
Волгоградская область	67,70	8,85	-58,85

Величина НБДЗ для Волгоградской области, в соответствии с полученными данными, имеет отрицательное значения (-58,85 %). То есть за 15 лет (с 2000 по 2015 гг.) 67,70 % территории области было подвержено деградации, тогда как улучшение отмечено на площади всего 8,85 %, что свидетельствует о крайне неустойчивом землепользовании в регионе. Полученные данные соотносятся с другими данными, которые были получены для данного региона (Kust, Andreeva, Lobkovskiy, 2020). Различие с данными Г. С. Куста с соавторами (2020) по показателю НБДЗ составило 7,35 %, что не является критичным. В то же время, данное различие объясняется тем, что в работе Г. С. Куста и соавторов (2020) НБДЗ рассчитывался на всю территорию региона, а не только на земли с/х назначения.

Отрицательный НБДЗ зафиксирован для всех без исключения муниципальных районов области. Наихудшее значение этого показателя отмечено для Суровикинского района – 85,88 %. Величина деградации здесь составляет 87,15 %, а улучшенных территорий – всего 1,27 %. Низкие значения НБДЗ характерны также для Котельниковского, Октябрьского, Быковского, Калачёвского, Иловлинского муниципальных районов (Рисунок 5.2–10).

Основной вклад в динамику НБДЗ для Волгоградской области вносит показатель продуктивности (биологического отклика экосистемы). Скорее всего, это связано наибольшим количеством данных, которые используются для расчета данного показателя. Показатель почвенного органического углерода оказался малозначимым, что скорее всего связано с недостаточным качеством встроенных в платформу «Trends.Earth» глобальных данных, где расчет динамики показателя ведется не по фактическому содержанию гумуса в почвах, а на основании усредненных данных для отдельных типов наземного покрова. Результаты расчета величины НБДЗ по адаптированной методике приведены в Рисунке 5.2–11, Таблице 5.2–4.

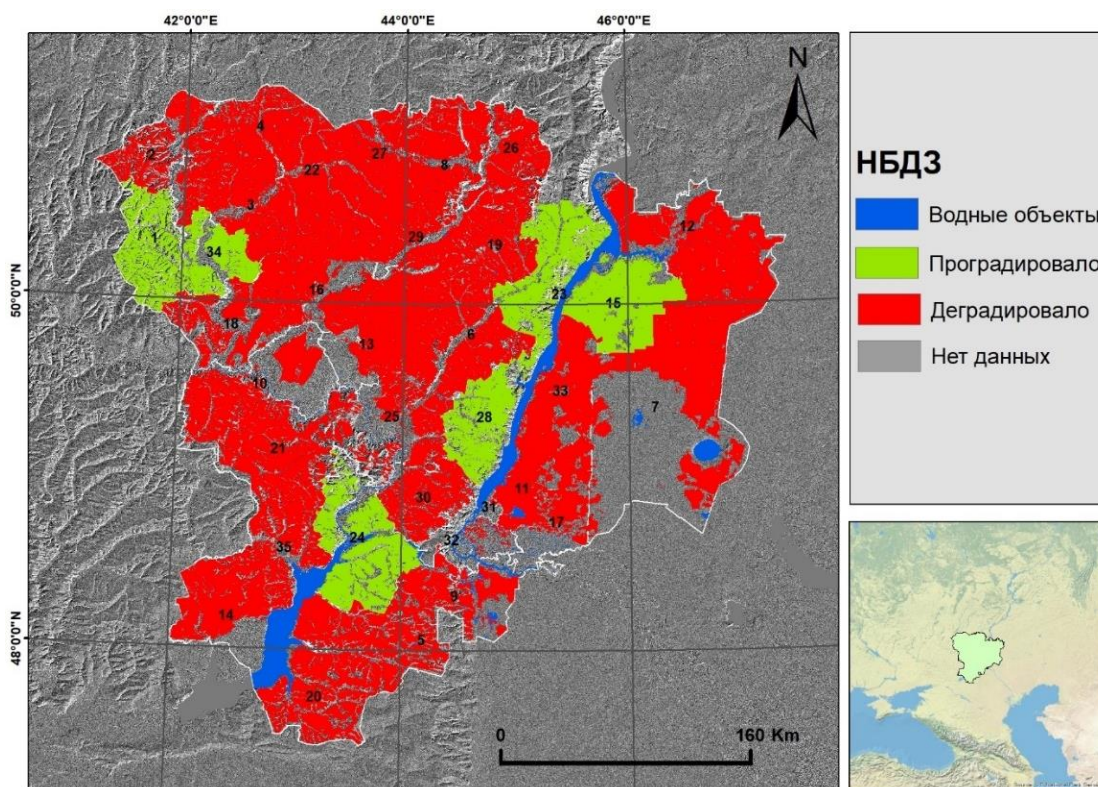


Рис. 5.2 - 11. Итоговая карта расчета величины НБДЗ для земель с/х назначения Волгоградской области по адаптированной методике

Таблица. 5.2 - 4. Расчет величины нейтрального баланса деградации земель для территории Волгоградской области по адаптированной методике

Наименование муниципального района	Деградированны е земли, % от общей площади	Улучшенные земли, % от общей площади	НБЗ
Волгоградская область	82,89	17,11	-65,78

Величина НБЗ для Волгоградской области, в соответствии с полученными данными, имеет отрицательное значения (-65,78%). Деградации было подвержено 82,89% территории области, тогда как улучшение отмечено на площади всего 17,11%, что подтверждает вывод, сделанный по результатам расчета по стандартной методике: землепользование в регионе крайне неустойчиво.

Улучшение сельскохозяйственных земель, было выявлено в 6 муниципальных районах области: Алексеевском, Дубовском, Калачёвском, Камышинском, Нехаевском и Николаевском. Как уже писалось ранее (глава 5.2.-3), результат, полученный по адаптированной методике, к сожалению, не отражает полностью актуальное состояние территории исследования. Это связано с тем, что данные по 3 исследуемым параметрам (содержание гумуса, обменного калия и подвижного фосфора) не содержат пространственной привязки. И как вследствие, невозможно корректно оценить площадь деградированных земель по данным параметрам.

В Таблице 5.2–5 приведены величины НБЗ полученные двумя методами.

Таблица. 5.2 - 5. НБЗ по стандартной и адаптированной методикам

	НБЗ (по стандартной методике)	НБЗ (по адаптированной методике)
Волгоградская область	-58,85	-65,78

Расхождение между итоговыми величинами НБЗ, составило порядка 6,93 %, что не является сильно значимым различием, и может свидетельствовать о сопоставимости полученных результатов. С другой стороны, как писалось выше, контура улучшенных земель, полученные по стандартной методике невозможно сопоставить с контурами улучшенных земель по адаптированной методике.

5.3. Оценка экономики деградации земель

Расчет величины экономики деградации земель проводился только по одному сценарию – с учетом производственных услуг (производства продукции растениеводства).

5.3.1. Оценка экономики деградации земель СП «Донское»

Рассчитанные параметры формулы (2) приведены в Таблице 5.3-1.

Таблица. 5.3 - 1. Параметры для расчета ЭДЗ для территории СП «Донское»

Параметр	Значение	Источник данных
A_i	2420 га	Площадь деградированной земли (согласно главе 5.1.1)
p^t	1,11	Средняя ставка дисконтирования на момент 2019 г.
z_i	293 833 980	Рассчитывался как произведение ущерба от деградации согласно формуле (2) на площадь контуров подверженных деградации
x_i	74 015 700	Затраты на производство растительной продукции считались согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru
p_j	43 644 700	Выручка с реализации растительной продукции считалась согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru
T	20 лет	

Результаты расчета ЭДЗ приведены в Таблице 5.3–2.

Таблица. 5.3 - 2. Оценка эффективности действия и бездействия против деградации земель СП «Донское»

Показатель	СП «Донское»
Стоимость «действия» на период 20 лет	953 410 079
Стоимость «бездействия» на период 20 лет	2 294 723 972
Соотношение бездействия к действию	2,41

Согласно полученным результатам, стоимость проведения работ по борьбе с деградацией составила 953 410 079 рублей. В свою очередь, стоимость «бездействия» по отношению к восстановлению деградированных земель, составила 2 294 723 972 рубля. Соотношение бездействия к действию составило 2,41 т. е. «действие» более экономически

целесообразно нежели «бездействие». Это свидетельствует о том, что вкладывать в борьбу с деградацией в 20-летней перспективе более эффективно, нежели не предпринимать никаких усилий. Стоит отметить, что несмотря на тот факт, что вкладываться в борьбу с деградацией в данном сценарии очень выгодно (соотношение бездействия к действию $\gg 1$), цена борьбы с деградацией в масштабах хозяйства выглядит слишком большой. Найти потенциального инвестора, готового внести 121 419 руб./га выглядит не реалистичной задачей. С другой стороны, согласно официальным источникам, данное хозяйство является одним из ведущих хозяйств Волгоградской области, создающим большое количество рабочих мест. С последующей деградацией, и снижением количества сельскохозяйственной продукции, производимой хозяйством, можно будет ожидать отток рабочих рук в другие регионы, что негативно скажется на экономике региона. Следовательно, руководство региона может быть заинтересовано и выступать потенциальным инвестором борьбы с деградацией.

5.3.2. Оценка экономики деградации земель Калачевского района

Рассчитанные параметры формулы (2) приведены в Таблице 5.3-3.

Таблица. 5.3 - 3. Параметры для расчета ЭДЗ для территории Калачёвского района

Параметр	Значение	Источник данных
A_i	195 054 га	Площадь деградированной земли (согласно главе 5.1.2)
p^t	1,11	Средняя ставка дисконтирования на момент 2019 г.
z_i	1 999 498 554	Рассчитывался как произведение ущерба от деградации согласно формуле (2) на площадь контуров подверженных деградации
x_i	888 894 237	Затраты на производство растительной продукции считались согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru
p_j	1 008 991 026	Выручка с реализации растительной продукции считалась согласно официальным данным,

Параметр	Значение	Источник данных
		представленным на сайте fedstat.ru
T	20 лет	

Результаты расчета ЭДЗ приведены в Таблице 5.3–4.

Таблица. 5.3 - 4. Оценка эффективности действия и бездействия против деградации земель Калачёвского района

Показатель	Калачёвский район
Стоимость «действия» на период 20 лет	15 056 685 537
Стоимость «бездействия» на период 20 лет	15 615 271 127
Соотношение бездействия к действию	1,04

Согласно полученным результатам, стоимость проведения работ по борьбе с деградацией составила 15 056 685 537 рублей. В свою очередь, стоимость «бездействия» по отношению к восстановлению деградированных земель, составила 15 615 271 127 рублей. Соотношение бездействия к действию составило 1,04 т. е. «действие» более экономически целесообразно нежели «бездействие». Это свидетельствует о том, что вкладывать в борьбу с деградацией в 20-летней перспективе более эффективно, нежели не предпринимать никаких усилий. В данном случае, по сравнению с ситуацией, наблюдаемой на территории хозяйства, привлечение средств на борьбу с деградацией более реалистично. Стоимость борьбы с деградацией – 15 424 руб./га.

5.3.3. Оценка экономики деградации земель Волгоградской области

Рассчитанные параметры формулы (2) приведены в Таблице 5.3-5.

Таблица. 5.3 - 5. Параметры для расчета ЭДЗ для территории Волгоградской области

Параметр	Значение	Источник данных
A_i	5 446 410 га	Площадь деградированной земли (согласно главе 5.1.3)
p^t	1,11	Средняя ставка дисконтирования на момент 2019 г.
z_i	137 118 818 160	Рассчитывался как произведение ущерба от деградации согласно формуле (2) на площадь контуров подверженных деградации

Параметр	Значение	Источник данных
x_i	38 786 608 815	Затраты на производство растительной продукции считались согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru
p_j	51 342 646 839	Выручка с реализации растительной продукции считалась согласно официальным данным, представленным на сайте fedstat.ru
T	20 лет	

Результаты расчета ЭДЗ приведены в Таблице 5.3–6

Таблица. 5.3 - 6. Оценка эффективности действия и бездействия против деградации земель Волгоградской области.

Показатель	Волгоградская область
Стоимость «действия» на период 20 лет	719 986 503 244
Стоимость «бездействия» на период 20 лет	1 070 842 245 866
Соотношение бездействия к действию	1,49

Согласно полученным результатам, стоимость проведения работ по борьбе с деградацией составила 719 986 503 244 рубля. В свою очередь, стоимость «бездействия» по отношению к восстановлению деградированных земель, составила 1 070 842 245 866 рублей. Соотношение бездействия к действию составило 1,49 т. е. «действие» более экономически целесообразно нежели «бездействие». Это свидетельствует о том, что вкладывать в борьбу с деградацией в 20-летней перспективе более эффективно, нежели не предпринимать никаких усилий.

Таблица. 5.3 - 7. Оценка эффективности действия и бездействия против деградации земель на 3-х организационных уровнях

Показатель	СП «Донское»	Калачёвский район	Волгоградская область
Соотношение бездействия к действию	2,41	1,04	1,49

Несмотря на тот факт, что при расчете учитывалась только одна экосистемная услуга – производственная (продукция растениеводства), согласно рассчитанным сценариям, борьба с деградацией земель экономически рентабельна на всех 3-х уровнях: хозяйства, района и области (Таблица 5.3–7). Это связано с относительно высоким плодородием почв исследуемого региона – выручка от производимой растительной сельскохозяйственной продукции намного превышает стоимость ущерба. Поэтому снижение выручки в результате деградации будет крайне болезненно для местного населения.

ГЛАВА 6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ К ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ДЕГРАДАЦИИ

В таблице 6.1.-1 приведены данные по доле деградированных земель, рассчитанными согласно методологии ущерба от деградации почв и НБДЗ.

Таблица. 6.1 - 1. Доля деградированных земель в % от общей территории

Методология эколого- экономической оценки деградации земель	СП «Донское»	Калачёвский район	Волгоградская область
Ущерб от деградации почв и земель	91	71	71
НБДЗ (стандартная)	-	82	68
НБДЗ (адаптированная)	98	0	83

Как мы видим, расхождение между двумя методиками по определению деградированных почв и земель небольшое, что говорит о получении сопоставимых результатов. Помимо этого, на этого косвенно указывает и тот факт, что наибольший ущерб вносит потеря гумуса, что свидетельствует о крайне неустойчивом землепользовании. На это также и указывает отрицательное значение НБДЗ.

Самое большое расхождение составляет 15% между стандартной и адаптированной методикой НБДЗ на уровне области, что также не является критически большим числом. С другой стороны, согласно адаптированной методике, на уровне района, не зафиксировано деградации земель, что конечно же, является ошибкой, и связано напрямую с ограниченностью исходных данных для проведения расчета. Для адаптированной методики НБДЗ, требуется больше данных, которые, к сожалению, имеются в доступе у министерства сельского хозяйства, но не предоставляются для анализа. Сравнение средних значений по контурам сельскохозяйственных земель, как мы видим, может приводить к получению сопоставимых результатов, но, это скорее больше связано с совпадением, нежели с реальной картиной.

Метод «ЭДЗ» помогает эффективно оценить необходимость борьбы с деградацией почв и земель, но, к сожалению, не подходит для оценки/расчета площади контуров деградированных территорий. Но данный метод помогает понять реалистичность принятия решения касательно проведения восстановительных мероприятий на деградированных контурах.

ВЫВОДЫ

1. Установлена тенденция к снижению потенциальной величины смыва почвы, рассчитанной с использованием модели RUSLE -2, для агрохозяйства СП «Донское», Калачёвского муниципального района за период 1980–2010 гг. Для Волгоградской области установлена обратная тенденция за период 1980–2010 гг. Используемая модель продемонстрировала сопоставимые результаты с другими исследованиями. Увеличение потенциальной величины смыва на всей территории области, связано с дегумификацией почв.
2. Для оценки деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения использовались показатели их агроистощения (снижения содержания гумуса, обменного калия и подвижного фосфора), изменения pH (H₂O), осолонцевания и смыва (последний показатель определялся по результатам моделирования эрозионных процессов при помощи RUSLE2). Степень деградации почв и земель по отдельными показателям варьирует для агрохозяйства СП «Донское» от 0-й (деградация отсутствует) до 4-й (очень высокая), основной вклад в деградацию – процессы осолонцевания; для Калачёвского муниципального района – от 0-й до 4-й, основной вклад в деградацию – снижение содержания гумуса; для Волгоградской области в целом - от 0-й до 4-й, основной вклад в деградацию – снижение содержания гумуса.
3. Максимальная величина удельного ущерба для агрохозяйства СП «Донское» приходится на осолонцевание почв и составляет 94 089 руб./га, для Калачёвского муниципального района и Волгоградской области в целом приходится на уменьшение содержания гумуса в почвах и составляет 5554 руб./га и 17814 руб./га соответственно.
4. А) Расчеты по базовой методике, проведенные для периода 2000-2015 гг., выявили, что показатель НДБЗ для Калачёвского муниципального района является одним из самых низких по области, составляя -71,88% (показатель деградации здесь - 73,75%, улучшенных территорий всего 1,86%), показатель НБДЗ для Волгоградской области в целом также отрицателен и составляет -46,79% (за исследуемый период времени деградировало 60,44% территории области при улучшении всего 10,66%).
- Б) Применение адаптированной методики для расчета показателя НБДЗ за период 1982-2019 гг. (глобальный индикатор ПОУ заменён на показатель содержания гумуса, использованы данные по содержанию обменного калия и подвижного фосфора, а также – величина смыва почвы, полученная путем моделирования) установили отрицательный баланс деградации земель для агрохозяйства СП «Донское» (98% территории хозяйства

деградировало, улучшилось только 2 %) и Волгоградской области (доля деградированных земель составляет 82,89%, улучшенных 17,11% от общей площади). Для территории Калачёвского муниципального района было получено абсолютное преобладание улучшенных почв (100%).

Таким образом, использование концепции нейтрального баланса деградации земель выявляет значительную неустойчивость землепользования в регионе, проявившуюся, как правило, в высокой доле деградированных в период 2000–2015 гг. почв и земель сельскохозяйственного назначения.

5. Применение методики Й. фон Брауна (методология экономики деградации земель) показало целесообразность проведения работ по восстановлению деградированных земель: соотношение «действия» к «бездействию» для всех исследованных иерархических уровнях административно-хозяйственного устройства территории Волгоградского региона (агрохозяйство-муниципальный район-область) выше единицы.

6. Было установлено незначительное расхождение (7% на уровне хозяйства, 11 % на уровне района и 3% на уровне области) в результатах оценки площадей контуров деградированных почв и земель, полученных различными методами (определение величины ущерба и показателя нейтрального баланса деградации земель в двух модификациях), что может свидетельствовать о корректности проведенных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашов А. П. Почвы Волгоградского ордена Ленина специализированного объединения «Волго-Дон» Калачёвского района Волгоградской обл. и рекомендации по их использованию / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, В. П. Савичева. – Волгоград, 1983а. – 196 с.
2. Балашов А. П. Почвы землепользования совхоза «Маяк» Калачёвского района Волгоградской обл. и рекомендации по их использованию / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, В. П. Савичева. – Волгоград, 1983б. – 244 с.
3. Балашов А. П. Почвы к-за «Россия» Калачёвского района Волгоградской обл. и рекомендации по их использованию / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, В. П. Савичева. – Волгоград, 1982. – 155 с.
4. Балашов А. П. Почвы откормсовхоза «Варваровский» Калачёвского района Волгоградской обл. и рекомендации по их использованию / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, В. П. Савичева. – Волгоград, 1983с. – 136 с.
5. Балашов А. П. Почвы землепользования совхоза «Калачёвский» Калачёвского района Волгоградской обл. / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, Б. П. Чурсин. – Волгоград, 1983а. – 207 с.
6. Балашов А. П. Почвы землепользования совхоза «Крепь» Калачёвского района Волгоградской обл. и рекомендации по их использованию / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, Б. П. Чурсин. – Волгоград, 1982. – 177 с.
7. Балашов А. П. Почвы землепользования совхоза «Мариновский» Калачёвского района Волгоградской обл. и рекомендации по их использованию / А. П. Балашов, А. Н. Жулидова, Б. П. Чурсин. – Волгоград, 1983б. – 267 с.
8. Бондаренко Е. В. Опыт учета экосистемных сервисов почв при оценке деградации земель (на примере УО ПЭЦ МГУ) / Е. В. Бондаренко. – дис. ... канд.б.наук - МГУ им. М.В.Ломоносова, 2016. – 121 с.
9. ВНИИГМИ МЦД. ВНИИГМИ МЦД / ВНИИГМИ МЦД. – Обнинск, 2021. – URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.
10. География динамики земледельческой эрозии почв на Европейской территории России / Л. Ф. Литвин, З. П. Кирюхина, С. Ф. Краснов, Н. Г. Добровольская // Почвоведение. – 2017. – № 11. – С. 1390-1400.
11. Горохова И. Н. Изменения мелиоративного состояния орошаемых почв Волгоградской области в XXI веке / И. Н. Горохова, Е. И. Панкова, В. А. Харланов // Почвоведение. – 2019. – № 5. – С. 595-612.
12. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 9 с.
13. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 8 с.
14. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 4 с.
15. ГОСТ 26950-86. Почвы. Метод определения обменного натрия. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 6 с.
16. Деградация горных черноземов северного склона Джинальского хребта (Центральный Кавказ) и ее эколого-экономические последствия / Э. Н. Молчанов, И. Ю. Савин, В. В. Разумов и др. // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2017. – Т. 87. – С. 79-86.
17. Дегтярева Е. Т. Почвы Волгоградской области / Е. Т. Дегтярева, А. Н. Жулидова. – Волгоград : Нижне-Волжское книжное издательство, 1970.

18. Добровольский Г. В. Деградация и охрана почв / Г. В. Добровольский. – Москва : Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
19. Добровольский Г. В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – Москва : Изд-во МГУ, 2012. – 413 с.
20. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2019 году / В. Е. Сазонов, О. В. Горелов, В. Ю. Земцов и др. – Волгоград, 2020. – 300 с.
21. Золотокрылин А. Н. Характеристики весенне-летних засух в сухие и влажные периоды на юге Европейской России / А. Н. Золотокрылин, Т. Б. Титкова, Е. А. Черенкова // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26. – № 4 (85). – С. 76-83.
22. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях / А. С. Фрид, И. В. Кузнецова, И. Е. Королева и др. – Москва : ГНУ Почв.ин-т им.В.В.Докучаева, 2010. – 176 с.
23. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова, Н. Н. Розов ред. . – Москва : Колос, 1977. – 221 с.
24. Красная книга почв Волгоградской области / К. Н. Кулик, В. М. Кретинин, А. С. Рулёв, В. М. Шишунков. – 2017.
25. Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки / Г. А. Ларионов. – Москва : Изд-во МГУ, 1993. – 200 с.
26. Мальцев К. А. Цифровые модели рельефа и их использование в расчётах темпов смыва почв на пахотных землях / К. А. Мальцев, В. Н. Голосов, А. М. Гафуров // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. – 2018. – Т. 160. – № 3. – С. 514-530.
27. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Сборник нормативных актов «Охрана почв» / Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – Москва : Изд-во РЭФИА, 1996. – 174-196 с.
28. Минсельхоз. Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) / Минсельхоз. – Москва, 2020. – URL: <https://efis.mcx.ru/> (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.
29. Минсельхоз. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России / Минсельхоз, Почвенный институт им. В. В. Докучаева. – Москва, 2019. – URL: <http://www.egrpr.esoil.ru/> (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.
30. Моделирование эрозионных процессов на территории малого водосборного бассейна / А. С. Керженцев, Р. Майснер, В. В. Демидов и др.; А. С. Керженцев, Р. Майснер ред. . – Ин-т фунда. – Москва : Наука, 2006. – 224 с.
31. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» / Р. С.-Х. Эдельгериев ред. . – Т.2. – Москва : ООО «Издательство МБА», 2019. – 476 с.
32. Никитина Л. В. Обменный калий и его подвижность в дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава / Л. В. Никитина, В. А. Романенков, М. П. Листов // Плодородие. – 2014. – № 5. – С. 18-21.
33. О включении экосистемных услуг в систему оценки ущерба от деградации земель / Е. В. Цветнов, О. А. Макаров, А. С. Яковлев, Е. В. Бондаренко // Почвоведение. – 2016. – № 12. – С. 1534-1540.
34. Отечественные подходы к оценке степени деградации почв и земель / Э. Н. Молчанов, И. Ю. Савин, А. С. Яковлев и др. // Почвоведение. – 2015. – Т. 11. – С. 1394-1406.
35. Оценка ущерба от деградации почв и земель субъектов Российской Федерации / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов и др. // Земледелие. – 2020. – С. 3-6.
36. Панкова Е. И. Мелиоративное состояние и вторичное засоление почв

- орошаемых земель Волгоградской области / Е. И. Панкова, А. Ф. Новикова // Почвоведение. – 2004. – № 6. – С. 731-744.
37. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. – Утвержден Минприроды России и Роскомземом от 27 декабря 1993 г., 1993. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9033369> (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.
38. Почвенная карта Волгоградской области (М 1:400000) / Е. М. Цвылев ред. . – ГУГК СССР, 1989.
39. Практикум по агрохимии: Учеб. Пособие / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, О. А. Амелянчик и др.; В. Г. Минеев ред. . – Москва : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
40. Приказ комитета по управлению государственным имуществом Волгоградской области от 27 октября 2015 года N 46-н «Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов Волгоградской области» (с изменениями на 30 января 2020 . – Волгоград, 2020. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/430658600> (дата обращения: 10.05.2020). – Текст : электронный.
41. Редкие виды растений и животных Калачёвского района Волгоградской области: материалы для «Красной книги растений и животных Волгоградской области» / В. А. Сагалаев, Д. Ф. Баштаник, О. Г. Брехов и др.; В. А. Сагалаев ред. . – Волгоград : Издатель, 2004. – 200 с.
42. Сапожников П. М. Основные проблемы при проведении государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения / П. М. Сапожников // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2019. – № 12. – С. 111-115.
43. Сапожников П. М. Двадцатилетие кадастровой оценки земель в России – основные проблемы и трудности / П. М. Сапожников, Н. Г. Рыбальский // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2019. – № 4. – С. 93-97.
44. Устойчивое развитие сельских территорий: вопросы стратегии и тактики / Н. П. Андреева, Д. Н. Ивашов, В. В. Козлов и др.; В. М. Баутина, Д. Н. Ивашова ред. . – Москва : Росинформагротех, 2004. – 310 с.
45. Федеральная служба статистики. Федеральная служба статистики. – URL: <http://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.
46. Харитоненко П. Н. Земля Калачевская / П. Н. Харитоненко. – Волгоград : Комитет по печати и информации, 1998. – 352 с.
47. Экологическое нормирование качества почв как основа для оценки их деградации / О. А. Макаров, А. С. Яковлев, П. В. Красильников, Е. В. Бондаренко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 4. – С. 40-44.
48. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / С. Н. Бобылёв, Е. Н. Букварёва, В. И. Грабовский и др.; Е. Н. Букварёва, Д. Г. Замолотчиков ред. . – Москва : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016.
49. Юдина А. В. Лазерная дифрактометрия в почвоведении: методические аспекты и диагностическое значение / А. В. Юдина. – дис. ... канд.б.наук - МГУ им М.В.Ломоносова, 2018. – 251 с.
50. Яковлев А. С. Эколого-экономическая оценка деградации земель / А. С. Яковлев; А. С. Яковлев, О. А. Макаров, С. В. Кисилев, Э. Н. Молчанов ред. . – Москва : МАКС Пресс, 2016. – 256 с.
51. Яковлев А. С. Экологическое нормирование почв и управление их качеством / А. С. Яковлев, М. В. Евдокимова. – 2011. – Т. 5. – № 1 21. – С. 582-596.
52. A-review-of-the-Revised-Universal-Soil-Loss-Equation-RUSLE-With-a-view-to-increasing-its-global-applicability-and-improving-soil-loss-estimates2018Hydrology-and-Earth-System-SciencesOpen-Access.pdf / B. Rubianca, J. Bethanna, M. Deborah, N. Kevin. // Hydrology and Earth System Sciences. – 2018. – № 1995. – P. 6059-6086.

53. A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions / H. Xie, Y. Zhang, Z. Wu, T. Lv // *Land*. – 2020. – Vol. 9. – № 1.
54. A Case of Soil Erosion's Economic Assessment / O. A. Makarov, E. V. Tsvetnov, A. S. Stokov et al. // *Moscow University Soil Science Bulletin*. – 2019. – Vol. 74. – № 5. – P. 214-220.
55. A land degradation interpretation matrix for reporting on UN SDG indicator 15.3.1 and land degradation neutrality / N. C. Sims, N. N. Barger, G. I. Metternicht, J. R. England // *Environmental Science and Policy*. – 2020. – Vol. 114. – № June. – P. 1-6.
56. A review of the application of the MUSLE model worldwide / S. H. R. Sadeghi, L. Gholami, A. Khaledi Darvishan, P. Saeidi // *Hydrological Sciences Journal*. – 2014. – Vol. 59. – № 2. – P. 365-375.
57. Adhikari B. Ecological economics of soil erosion: A review of the current state of knowledge / B. Adhikari, K. Nadella // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2011. – Vol. 1219. – № 1. – P. 134-152.
58. Agency shifts in agricultural land governance and their implications for land degradation neutrality / N. Debonne, J. van Vliet, G. Metternicht, P. Verburg // *Global Environmental Change*. – 2021. – Vol. 66. – № December 2019. – P. 102221.
59. Albaladejo J. Eco-Holistic Soil Conservation to support Land Degradation Neutrality and the Sustainable Development Goals / J. Albaladejo, E. Díaz-Pereira, J. de Vente // *Catena*. – 2021. – Vol. 196. – № May 2020. – P. 104823.
60. Assessing resilience to underpin implementation of Land Degradation Neutrality: A case study in the rangelands of western New South Wales, Australia / A. L. Cowie, C. M. Waters, F. Garland et al. // *Environmental Science and Policy*. – 2019. – Vol. 100. – № December 2018. – P. 37-46.
61. Assessing soil degradation in northern Eurasia / P. Krasilnikov, O. Makarov, I. Alyabina, F. Nachtergaele // *Geoderma Regional*. – 2016. – Vol. 7. – № 1. – P. 1-10.
62. Assessment of soil erosion at large watershed scale using RUSLE and GIS: A case study in the Loess Plateau of China / B. J. Fu, W. W. Zhao, L. D. Chen et al. // *Land Degradation and Development*. – 2005. – Vol. 16. – № 1. – P. 73-85.
63. Baumber A. Synergies between Land Degradation Neutrality goals and existing market-based instruments / A. Baumber, E. Berry, G. Metternicht // *Environmental Science and Policy*. – 2019. – Vol. 94. – № December 2018. – P. 174-181.
64. Bircher P. Comparing different multiple flow algorithms to calculate RUSLE factors of slope length (L) and slope steepness (S) in Switzerland / P. Bircher, H. P. Liniger, V. Prasuhn // *Geomorphology*. – 2019. – Vol. 346. – P. 106850.
65. Borrelli P. Rainfall erosivity in Italy: a national scale spatio-temporal assessment / P. Borrelli, N. Diodato, P. Panagos // *International Journal of Digital Earth*. – 2016. – Vol. 9. – № 9. – P. 835-850.
66. Brémond P. Review Article: Economic evaluation of flood damage to agriculture - Review and analysis of existing methods / P. Brémond, F. Grelot // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. – 2013. – Vol. 13. – № 10. – P. 2493-2512.
67. Commoner B. *The Closing Circle: Nature, Man and Technology* / B. Commoner. – New York : Knopf, 1972. – 326 p.
68. Dechter R. The Optimality of A* / R. Dechter, J. Pearl // *Search in Artificial Intelligence* / L. Kanal, V. Kumar eds. . – New York : Springer, 1988. – P. 166-199.
69. Determining C- and P-factors of RUSLE for different land uses and management practices across agro-ecologies: case studies from the Upper Blue Nile basin, Ethiopia / B. Kebede, A. Tsunekawa, N. Haregeweyn et al. // *Physical Geography*. – 2021. – Vol. 42. – № 2. – P. 160-182.
70. Dimotta A. *Global Soil Erosion Costs : a Critical Review of the Economic Global Soil Erosion Costs* : / A. Dimotta // *Technical report*. – 2019. – № February.
71. Dooley E. Land degradation neutrality under the SDGs: National and international

- implementation of the land degradation neutral world target / E. Dooley, E. Roberts, S. Wunder // *elni Review*. – 2015. – № April. – P. 2-9.
72. Economic assessment of soil erosion damage on smallholder farms in marginal lands of Mahi ravines in Gujarat / V. C. Pande, R. S. Kurothe, H. B. Singh et al. // *Agricultural Economics Research Review*. – 2013. – Vol. 26. – № 1. – P. 63-71.
 73. Economics Of Land Degradation: The Costs of Action versus Inaction / E. Nkonya, N. Gerber, J. von Braun et al. // *IFRI Issue Briefs*. – 2012a. – Vol. 68. – № September. – P. 1-7.
 74. Economics of Land Degradation in Uzbekistan / A. Aw-Hassan, V. Korol, N. Nishanov et al. // *ZEPolicy Brief*. – 2015. – № 14.
 75. Economics of Land Degradation Initiative: Methods and Approach for Global and National Assessments / E. Nkonya, J. von Braun, A. Mirzabaev et al. // *SSRN Electronic Journal*. – 2013. – № 183.
 76. Estimating the soil erosion cover-management factor at the european part of Russia / S. Mukharamova, A. Saveliev, M. Ivanov et al. // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. – 2021. – Vol. 10. – № 10.
 77. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale / P. Panagos, P. Borrelli, K. Meusburger et al. // *Land Use Policy*. – 2015a. – Vol. 48. – P. 38-50.
 78. Estimation of Soil Erosion in Nepal using a RUSLE modeling and geospatial tool / P. Koirala, S. Thakuri, S. Joshi, R. Chauhan // *Geosciences (Switzerland)*. – 2019. – Vol. 9. – № 4.
 79. Estimation of the USLE cover and management factor C using satellite remote sensing: A review / W. Zhang, Z. Zhang, F. Liu et al. // *Proceedings - 2011 19th International Conference on Geoinformatics, Geoinformatics 2011*. – 2011.
 80. Foster G. R. Evaluating Irregular Slopes for Soil Loss Prediction. / G. R. Foster, W. H. Wischmeier // *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. – 1974. – Vol. 17. – № 2. – P. 305-309.
 81. Gebreselassie S. Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development / S. Gebreselassie, O. K. Kirui, A. Mirzabaev; E. Nkonya, A. Mirzabaev, J. von Braun eds. . – Cham : Springer International Publishing, 2016. – 401-430 p.
 82. Geospatial Analysis of Soil Erosion Susceptibility and Causative Factors in Anambra State, South East, Nigeria / R. U. Ayadiuno, D. C. Ndulue, C. C. Ndichie et al. // *Scientific Review*. – 2021. – № 81. – P. 5-32.
 83. Ghosal K. A Review of RUSLE Model / K. Ghosal, S. Das Bhattacharya // *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 48. – № 4. – P. 689-707.
 84. Gichenje H. Establishing a land degradation neutrality national baseline through trend analysis of GIMMS NDVI Time-series / H. Gichenje, S. Godinho // *Land Degradation and Development*. – 2018. – Vol. 29. – № 9. – P. 2985-2997.
 85. Gilbey B. A review of the Land Degradation Neutrality Process. Ecosystem Programme. Global Drylands Initiative / B. Gilbey. – 2018. – P. 74.
 86. Global consequences of land use / J. A. Foley, R. DeFries, G. P. Asner et al. // *Science*. – 2005. – Vol. 309. – № 5734. – P. 570-574.
 87. Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach / J. Chen, J. Chen, A. Liao et al. // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2015. – Vol. 103. – P. 7-27.
 88. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records / P. Panagos, P. Borrelli, K. Meusburger et al. // *Scientific Reports*. – 2017. – Vol. 7. – № 1. – P. 1-12.
 89. Good Practice Guidance: SDG Indicator 15.3.1. Version 1.0 / N. C. Sims, C. Green, G. J. Newnham et al. – 2017. – № September. – P. 1-115.
 90. Graaff J. de. The Price of Soil Erosion: an economic evaluation of soil conservation and watershed development / J. de Graaff. – 1996. – 1-320 p.
 91. Gribov A. Empirical Bayesian kriging implementation and usage / A. Gribov, K.

- Krivoruchko // *Science of the Total Environment*. – 2020. – Vol. 722. – P. 137290.
92. Grunewald K. Ecosystem services – Concept, methods and case studies / K. Grunewald, O. Bastian. – 2015. – 1-312 p.
 93. Hamilton C. The Anthropocene / C. Hamilton // *Encyclopedia of Ecology*. – Elsevier, 2019. – P. 239-246.
 94. Hart P. E. the Heuristic Determination / P. E. Hart, N. J. Nilsson, B. Raphael // *IEEE Transactions of systems science and cybernetics*. – 1968. – № 2. – P. 100-107.
 95. Häyhä T. Ecosystem services assessment: A review under an ecological-economic and systems perspective / T. Häyhä, P. P. Franzese // *Ecological Modelling*. – 2014. – Vol. 289. – P. 124-132.
 96. Higginbottom T. P. Assessing land degradation and desertification using vegetation index data: Current frameworks and future directions / T. P. Higginbottom, E. Symeonakis // *Remote Sensing*. – 2014. – Vol. 6. – № 10. – P. 9552-9575.
 97. Ifejika S. C. Land Degradation Neutrality - Potentials for its operationalisation at multi-levels in Nigeria / S. C. Ifejika, A. Adenle, S. Boillat // *Environmental Science and Policy*. – 2019. – Vol. 94. – № June 2018. – P. 63-71.
 98. Improvement of the K-Factor of USLE and soil erosion estimation in Shihmen reservoir watershed / B. S. Lin, C. K. Chen, K. Thomas et al. // *Sustainability (Switzerland)*. – 2019. – Vol. 11. – № 2.
 99. Improving cover and management factor (C-factor) estimation using remote sensing approaches for tropical regions / A. Almagro, T. C. Thomé, C. B. Colman et al. // *International Soil and Water Conservation Research*. – 2019. – Vol. 7. – № 4. – P. 325-334.
 100. Improving the global applicability of the RUSLE model - Adjustment of the topographical and rainfall erosivity factors / V. Naipal, C. Reick, J. Pongratz, K. Van Oost // *Geoscientific Model Development*. – 2015. – Vol. 8. – № 9. – P. 2893-2913.
 101. International Food Policy Research Institute. Global Food Policy Report / International Food Policy Research Institute. – Washington, DC, 2019. – 166 p.
 102. Karaburun A. Estimation of C factor for soil erosion modeling using NDVI in Buyukcekmece watershed / A. Karaburun // *Ozean Journal of Applied Sciences*. – 2010. – Vol. 3. – № 1. – P. 77-85.
 103. Kiani-Harchegani M. Practicing land degradation neutrality (LDN) approach in the Shazand Watershed, Iran / M. Kiani-Harchegani, S. H. Sadeghi // *Science of the Total Environment*. – 2020. – Vol. 698. – P. 134319.
 104. Kirui O. K. Economics of land degradation in Eastern Africa / O. K. Kirui, A. Mirzabaev. – Bonn This, 2014.
 105. Kust G. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment / G. Kust, O. Andreeva, A. Cowie // *Journal of Environmental Management*. – 2017. – Vol. 195. – P. 16-24.
 106. Kust G. S. Land Degradation Neutrality: the Modern Approach to Research on Arid Regions at the National Level / G. S. Kust, O. V. Andreeva, V. A. Lobkovskiy // *Arid Ecosystems*. – 2020. – Vol. 10. – № 2. – P. 87-92.
 107. Lal R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation / R. Lal // *Sustainability (Switzerland)*. – 2015. – Vol. 7. – № 5. – P. 5875-5895.
 108. Lal R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global / R. Lal. – 2013. – Vol. 1623. – № 2004.
 109. Land degradation neutrality: The science-policy interface from the UNCCD to national implementation / P. Chasek, M. Akhtar-Schuster, B. J. Orr et al. // *Environmental Science and Policy*. – 2019. – Vol. 92. – № May 2018. – P. 182-190.
 110. Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality / A. L. Cowie, B. J. Orr, V. M. Castillo Sanchez et al. // *Environmental Science and Policy*. – 2018. – Vol. 79. – № August 2017. – P. 25-35.
 111. Lee S. Soil erosion assessment and its verification using the Universal Soil Loss

- Equation and Geographic Information System: A case study at Boun, Korea / S. Lee // *Environmental Geology*. – 2004. – Vol. 45. – № 4. – P. 457-465.
112. Li Z. Impacts of climate change on water erosion: A review / Z. Li, H. Fang // *Earth-Science Reviews*. – 2016. – Vol. 163. – P. 94-117.
 113. Lumb M. Land Degradation Land Degradation / M. Lumb. – 1994. – 1-5 p.
 114. Maltsev K. Assessment of soil loss by water erosion in small river basins in Russia / K. Maltsev, O. Yermolaev // *Catena*. – 2020. – Vol. 195. – № May. – P. 104726.
 115. MEA. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment / MEA // *Choice Reviews Online*. – 2004. – Vol. 41. – № 08. – P. 41-4645-41-4645.
 116. Measuring net primary production in forests: Concepts and field methods / D. A. Clark, S. Brown, D. W. Kicklighter et al. // *Ecological Applications*. – 2001. – Vol. 11. – № 2. – P. 356-370.
 117. Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale / P. Panagos, P. Borrelli, K. Meusburger et al. // *Environmental Science and Policy*. – 2015b. – Vol. 51. – P. 23-34.
 118. Monitoring soil for sustainable development and land degradation neutrality / G. Tóth, T. Hermann, M. R. da Silva, L. Montanarella // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2018. – Vol. 190. – № 2.
 119. Moving towards a twin-agenda: Gender equality and land degradation neutrality / V. Collantes, K. Kloos, P. Henry et al. // *Environmental Science and Policy*. – 2018. – Vol. 89. – № June. – P. 247-253.
 120. Nkonya E. Economics of land degradation and improvement - A global assessment for sustainable development / E. Nkonya, A. Mirzabaev, J. von Braun. – 2015. – 1-686 p.
 121. Oldeman L. R. Global Extent of Soil Degradation / L. R. Oldeman. – ISRIC, 1992. – 19-36 p.
 122. Panagos P. A new European slope length and steepness factor (LS-factor) for modeling soil erosion by water / P. Panagos, P. Borrelli, K. Meusburger // *Geosciences (Switzerland)*. – 2015. – Vol. 5. – № 2. – P. 117-126.
 123. Peel M. C. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification / M. C. Peel, B. L. Finlayson, T. A. McMahon // *Hydrology and Earth System Sciences*. – 2007. – Vol. 11. – № 5. – P. 1633-1644.
 124. Pereira P. Land degradation neutrality. How to reverse land degradation with conservation agriculture practices? / P. Pereira, I. Bogunovic // *Proceedings of the 12th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*. – Osijek, Croatia, 2019. – P. 27-29.
 125. Physically based soil erosion and sediment yield models revisited / A. Pandey, S. K. Himanshu, S. K. Mishra, V. P. Singh // *Catena*. – 2016. – Vol. 147. – P. 595-620.
 126. Potschin M. B. Ecosystem services / M. B. Potschin, R. H. Haines-Young // *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. – 2011. – Vol. 35. – № 5. – P. 575-594.
 127. Proxy global assessment of land degradation / Z. G. Bai, D. L. Dent, L. Olsson, M. E. Schaepman // *Soil Use and Management*. – 2008. – Vol. 24. – № 3. – P. 223-234.
 128. Rainfall erosivity in Europe / P. Panagos, C. Ballabio, P. Borrelli et al. // *Science of the Total Environment*. – 2015c. – Vol. 511. – P. 801-814.
 129. Realising the Carbon Benefits of Sustainable Land Management Practices / J. L. Chotte, E. Aynekulu, A. Cowie et al. – 2019. – 1-108 p.
 130. Renard K. G. Science Documentation Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 / K. G. Renard. – 2013. – Vol. 2. – № August. – P. 1-355.
 131. Renard K. G. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE / K. G. Renard, J. R. Freimund // *Journal of Hydrology*. – 1994. – Vol. 157. – № 1-4. – P. 287-306.
 132. Revised slope length factor for the universal soil loss equation / D. K. McCool, G. R. Foster, C. K. Mutchler, L. D. Meyer // *Transactions of the American Society of Agricultural*

Engineers. – 1989. – Vol. 32. – № 5. – P. 1571-1576.

133. Schwegler P. Economic valuation of environmental costs of soil erosion and the loss of biodiversity and ecosystem services caused by food wastage / P. Schwegler // *Scientific Paper Award 2014*. – 2014. – P. 20 p.

134. Soil degradation: a global problem endangering sustainable development / C. Jie, C. Jing-zhang, T. Man-zhi, G. Zi-tong // *Journal of Geographical Sciences*. – 2002. – Vol. 12. – № 2. – P. 243-252.

135. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences / B. Wang, F. Zheng, M. J. M. Römken, F. Darboux // *Geomorphology*. – 2013. – Vol. 187. – P. 1-10.

136. Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS / P. Panagos, K. Meusburger, C. Ballabio et al. // *Science of the Total Environment*. – 2014. – Vols. 479-480. – № 1. – P. 189-200.

137. Soil Erosion: A Review of Models and Applications / P. U. Igwe, A. A. Onuigbo, O. C. Chinedu et al. // *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*. – 2017. – Vol. 4. – № 12. – P. 138-150.

138. Soil erosion: An important indicator for the assessment of land degradation neutrality in Russia / P. Tsymbarovich, G. Kust, M. Kumani et al. // *International Soil and Water Conservation Research*. – 2020. – Vol. 8. – № 4. – P. 418-429.

139. Soil erosion assessment by RUSLE with improved P factor and its validation: Case study on mountainous and hilly areas of Hubei Province, China / P. Tian, Z. Zhu, Q. Yue et al. // *International Soil and Water Conservation Research*. – 2021. – Vol. 9. – № 3. – P. 433-444.

140. Soil erosion modelling: A global review and statistical analysis / P. Borrelli, C. Alewell, P. Alvarez et al. // *Science of The Total Environment*. – 2021. – Vol. 780. – P. 146494.

141. Soil loss on the arable lands of the forest-steppe and steppe zones of European Russia and Siberia during the period of intensive agriculture / V. N. Golosov, A. L. Collins, N. G. Dobrovolskaya et al. // *Geoderma*. – 2021. – Vol. 381. – № January 2020. – P. 114678.

142. Spatial and temporal variability of rainfall erosivity factor for Switzerland / K. Meusburger, A. Steel, P. Panagos et al. // *Hydrology and Earth System Sciences*. – 2012. – Vol. 16. – № 1. – P. 167-177.

143. Taking Land Degradation Neutrality from concept to practice: Early reflections on LDN target setting and planning / B. Gilbey, J. Davies, G. Metternicht, C. Magero // *Environmental Science and Policy*. – 2019. – Vol. 100. – № April. – P. 230-237.

144. The economic valuation of ecosystem services of biodiversity components in protected areas: A review for a framework of analysis for the gargano national park / D. Pisani, P. Pazienza, E. V. Perrino et al. // *Sustainability (Switzerland)*. – 2021. – Vol. 13. – № 21.

145. The Economics of Desertification, Land Degradation, and Drought Toward an Integrated Global Assessment / E. Nkonya, N. Gerber, P. Baumgartner et al. // *SSRN Electronic Journal*. – 2012b. – № May 2011.

146. The Economics of Land Degradation: Toward an Integrated Global Assessment / E. Nkonya, N. Gerber, P. Baumgartner et al. – 2011.

147. The economics of land degradation / J. Von Braun, N. Gerber, A. Mirzabaev, E. Nkonya. – Bonn, 2013.

148. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe / P. Panagos, P. Borrelli, J. Poesen et al. // *Environmental Science and Policy*. – 2015d. – Vol. 54. – P. 438-447.

149. The total costs of soil degradation in England and Wales / A. R. Graves, J. Morris, L. K. Deeks et al. // *Ecological Economics*. – 2015. – Vol. 119. – P. 399-413.

150. Tools4LDN Project Roadmap for Trends.Earth Data Enhancements. A Review of Publicly Available Geospatial Datasets and Indicators in Support of Land Degradation Monitoring / G. Antunes Daldegan, M. Noon, A. Zvoleff, M. Gonzalez-Roglich. – 2020.

151. Towards improved USLE-based soil erosion modelling in India: A review of prevalent pitfalls and implementation of exemplar methods / A. Majhi, R. Shaw, K. Mallick, P. P.

Patel // *Earth-Science Reviews*. – 2021. – Vol. 221. – № April. – P. 103786.

152. UNCCD. Achieving Land Degradation Neutrality at the country level / UNCCD. – 2016. – 32 p.

153. Uncertainties and policy challenges in implementing Land Degradation Neutrality in Russia / G. Kust, O. Andreeva, V. Lobkovskiy, N. Telnova // *Environmental Science and Policy*. – 2018. – Vol. 89. – № July. – P. 348-356.

154. Unpacking the concept of land degradation neutrality and addressing its operation through the Rio Conventions / M. Akhtar-Schuster, L. C. Stringer, A. Erlewein et al. // *Journal of Environmental Management*. – 2017. – Vol. 195. – P. 4-15.

155. Use and misuse of the K factor equation in soil erosion modeling: An alternative equation for determining USLE nomograph soil erodibility values / K. Auerswald, P. Fiener, W. Martin, D. Elhaus // *Catena*. – 2014. – Vol. 118. – P. 220-225.

156. User's Guide: Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2) / G. R. Foster, D. G. Yoder, G. A. Weesies et al. // US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. – 2008. – Vol. 2. – P. 1-429.

157. USGS. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). – URL: ftp://ftp.glcf.umd.edu/glcf/SRTM/Degree_Tiles/ (date accessed: 10.10.2021). – Text : electronic.

158. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change / N. Pettorelli, J. O. Vik, A. Mysterud et al. // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2005. – Vol. 20. – № 9. – P. 503-510.

159. Valuation and assessment of soil erosion costs / T. S. Telles, S. C. F. Dechen, L. G. A. de Souza, M. de F. Guimarães // *Scientia Agricola*. – 2013. – Vol. 70. – № 3. – P. 209-216.

160. Wang L. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling / L. Wang, H. Liu // *International Journal of Geographical Information Science*. – 2006. – Vol. 20. – № 2. – P. 193-213.

161. Wen X. Assessment of ecosystem services in restoration programs in China: A systematic review / X. Wen, J. Théau // *Ambio*. – 2020. – Vol. 49. – № 2. – P. 584-592.

162. Wunder S. Implementing Land Degradation Neutrality (SDG 15.3) at National Level: General Approach, Indicator Selection and Experiences from Germany / S. Wunder, T. Kaphengst, A. Frelih-Larsen. – 2018. – P. 191-219.

163. Yang F. Spatiotemporal variation and trends in rainfall erosivity in China's dryland region during 1961-2012 / F. Yang, C. Lu // *Catena*. – 2015. – Vol. 133. – P. 362-372.

164. Zamo M. Estimation of the Continuous Ranked Probability Score with Limited Information and Applications to Ensemble Weather Forecasts / M. Zamo, P. Naveau // *Mathematical Geosciences*. – 2018. – Vol. 50. – № 2. – P. 209-234.

Приложение А

Исходные данные физико-химического состояния почв на территории СП «Донское»
по результатам обследования в 2019 г.

№ п/п	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	ЕКО, ммоль- экв/100 г	Na ⁺ , %	Гумус, %	pH (H ₂ O), ед. pH
1	46,5	375,0	16,86	0,87	1,66	6,54
2	28,5	295,0	31,74	0,62	1,42	7,76
3	43,8	320,5	22,35	0,9	1,56	7,26
4	69,1	473,1	20,11	0,84	1,63	7,15
5	37,8	328,5	22,01	0,77	1,73	7,25
6	34,0	364,9	38,9	0,46	1,43	7,67
7	38,0	336,4	21,2	0,87	1,38	7,4
8	31,4	288,5	21,19	1	0,90	7,21
9	34,2	341,0	21,48	0,94	1,05	7,34
10	47,8	402,2	21,4	0,76	1,82	7,42
11	45,3	358,4	20,31	0,78	1,40	6,89
12	50,2	358,4	23,82	0,68	1,52	7,44
13	42,3	298,4	30,37	0,54	1,39	7,6
14	30,9	293,1	20,67	0,79	2,30	7,87
15	58,4	330,7	22,26	0,76	1,32	6,98
16	57,3	350,4	43,43	0,55	1,36	7,16
17	46,9	358,8	9,92	1,15	1,15	7,17
18	45,9	374,5	19,46	0,89	1,58	7,15
19	58,0	371,9	20,46	1,67	1,47	7,4
20	46,2	379,1	21,44	1,57	1,20	7,83
21	45,2	333,3	26,39	1,28	1,37	7,05
22	54,9	356,7	15,88	0,86	1,68	6,73
23	48,8	352,8	26,23	0,95	1,64	7,27
24	47,7	355,0	19,58	1,14	1,94	7,31
25	54,4	386,1	20,12	0,89	2,06	7,11
26	55,2	357,2	20,39	1,36	1,99	7,23
27	47,8	319,1	21,43	1,7	1,79	6,65
28	66,4	436,7	20,93	1,56	1,99	6,45
29	63,2	321,3	32,83	1,34	1,49	7,25
30	52,6	372,1	21,88	1,52	1,99	7,85
31	41,6	351,1	25	1,41	1,75	7,31
32	40,1	405,1	20,82	0,44	2,05	6,8
33	22,5	249,4	18,85	0,46	0,85	7,27
34	43,5	360,3	19,42	0,84	1,47	6,32
35	36,7	343,2	18,97	0,8	1,73	7,31
36	43,7	355,5	23,69	0,6	1,28	6,92
37	35,4	386,8	20,73	0,47	1,10	7,04

№ п/п	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	ЕКО, ммоль- экв/100 г	Na ⁺ , %	Гумус, %	рН (Н ₂ O), ед. рН
38	37,8	433,3	21,71	2,8	2,10	7,08
39	66,2	347,8	16,57	1,57	1,10	6,76
40	52,7	160,0	19,26	3,1	0,88	6,78
41	54,8	296,4	23,3	2,96	1,05	6,75
42	48,5	290,9	23,75	0,39	1,38	7,17
43	53,6	278,4	21,01	3,1	1,73	6,78
44	46,6	238,6	20	0,49	1,07	6,96
45	44,1	242,2	19,06	3,85	1,21	6,5
46	51,5	264,6	24,12	0,41	0,88	7,02
47	48,9	192,8	20,34	1,98	0,78	7,3
48	52,6	232,8	19,46	2,93	1,41	7,32
49	57,9	275,9	17,37	3,66	1,16	7,22
50	59,6	298,6	29,06	1,72	1,59	7,22
51	45,5	222,4	21,25	0,77	0,79	7,79
52	23,4	244,6	20,51	0,53	1,62	7,34
53	24,1	234,0	32,53	0,22	1,49	7,1
54	23,7	257,6	46,34	1,23	1,54	6,95
55	28,9	258,4	35,09	2,15	1,58	7,38
56	29,4	286,5	33,76	2,25	1,65	7,53
57	31,2	356,7	46,32	1,41	1,56	7,14
58	18,0	216,9	41,96	1,48	1,56	7,63
59	34,6	320,3	34,13	1,05	1,16	7,37
60	38,4	270,9	20,44	4,04	1,65	7,24
61	40,6	307,8	20,59	3,62	1,43	7,82
62	35,6	251,4	41,14	1,77	1,05	7,28
63	65,7	302,0	41,64	1,79	1,66	6,88
64	31,4	326,3	20,34	2,06	1,54	7,1
65	26,3	266,3	30,61	2,04	1,43	6,82
66	27,5	269,0	20,82	3,05	1,21	7,06
67	33,1	286,5	37,69	1,82	1,88	7,33
68	37,6	301,0	21,56	3	1,43	7,51
69	36,1	278,6	21,44	0,43	0,99	6,93
70	31,2	280,3	24,01	3,1	1,32	7,24
71	49,6	408,5	19,71	1,05	2,71	7,21
72	66,7	309,2	-	-	1,54	7,02
73	51,0	280,3	-	-	1,68	7,04
74	30,4	239,1	-	-	1,54	7,11
75	42,7	212,8	-	-	1,73	7,1
76	33,2	218,1	-	-	1,30	7,2
77	28,5	223,2	-	-	0,90	7,23
78	29,8	226,5	-	-	1,26	7,28

№ п/п	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	ЕКО, ммоль- экв/100 г	Na ⁺ , %	Гумус, %	рН (Н ₂ O), ед. рН
79	24,6	236,9	-	-	1,30	7,31
80	24,7	222,9	-	-	1,71	7,83
81	39,5	203,4	-	-	1,08	7,78
82	50,1	228,5	-	-	1,37	7,28
83	51,9	235,7	-	-	1,45	7,11
84	22,2	213,0	-	-	1,16	7,67
85	31,2	225,1	-	-	1,04	7,5
86	38,5	193,3	-	-	1,12	7,81
87	17,4	190,6	-	-	1,29	6,96
88	57,3	237,9	-	-	1,57	7,27
89	27,4	205,8	-	-	1,49	7,13
90	23,1	205,3	-	-	1,23	7,79
91	40,6	237,9	-	-	1,30	7,3
92	61,5	235,2	-	-	1,10	7,21
93	26,1	201,0	-	-	1,66	7,88
94	42,2	186,8	-	-	1,37	7,35
95	35,1	212,3	-	-	1,47	6,78
96	18,1	175,7	-	-	1,43	7,26
97	23,5	190,4	-	-	1,32	7,33
98	12,6	251,6	-	-	1,41	6,45
99	40,8	272,3	-	-	2,27	7,42
100	29,5	242,0	-	-	1,88	7,23
101	37,8	261,2	-	-	1,56	7,29
102	11,2	252,6	-	-	1,91	7,36
103	9,5	194,5	-	-	1,87	7,25
104	8,4	169,9	-	-	1,65	7,03
105	7,5	191,4	-	-	1,47	7,38
106	10,9	234,5	-	-	1,97	7,39
107	15,9	169,7	-	-	1,43	7,27
108	12,1	158,1	-	-	1,54	7,62
109	14,3	182,9	-	-	2,12	6,74
110	18,6	244,1	-	-	1,18	7,15
111	14,7	195,2	-	-	1,99	7,67
112	9,9	211,4	-	-	1,68	7,8
113	244,0	267,3	-	-	1,34	6,55
114	64,2	267,0	-	-	2,31	7,56
115	97,5	255,7	-	-	2,00	7,27
116	70,0	211,6	-	-	1,51	7,21
117	53,2	233,0	-	-	1,30	7,56
118	58,9	315,2	-	-	1,48	7,09
119	48,2	200,5	-	-	1,57	7,15

№ п/п	P₂O₅, мг/кг	K₂O, мг/кг	ЕКО, ммоль- экв/100 г	Na⁺, %	Гумус, %	рН (Н₂O), ед. рН
120	43,3	244,1	-	-	1,43	7,19
121	46,7	283,9	-	-	1,47	6,97
122	32,3	234,0	-	-	1,10	6,84
123	27,0	205,6	-	-	1,88	7,05
124	22,0	237,9	-	-	1,20	7,2
125	10,7	191,1	-	-	1,29	7,73
126	21,0	228,0	-	-	1,68	7,48
127	19,2	246,5	-	-	1,75	7,95
128	24,6	217,4	-	-	1,66	7,37
129	33,4	271,4	-	-	1,75	6,9
130	18,2	237,9	-	-	1,24	8,32
131	32,1	235,9	-	-	1,60	7,35

Приложение Б.

Данные о современном состоянии почвенного покрова Волгоградской области

№ п/п	Район	Группировки почв по содержанию подвижного фосфора по Мачигину, тыс.га						
		Очень низкое, <10 мг/кг	Низкое, 11–15 мг/кг	Среднее, 16–30 мг/кг	Повышенное, 31–45 мг/кг	Высокое, 46–60 мг/кг	Очень высокое, >60 мг/кг	Средневзвешенное содержание, мг/кг
1	Алексеевский	0,8	8,3	74,6	41,3	10,9	4,1	30,8
2	Быковский	0,22	0,41	26,69	58,93	49,11	55,7	46,8
3	Городищенский	12	21,6	61,1	21	8	5,1	25,5
4	Даниловский	20,58	33,1	81,14	26,79	5,9	4,98	23,2
5	Дубовский	4,4	13,1	81,9	43,7	13,8	6,2	29,7
6	Еланский	5,1	6,5	33,6	23	25,5	102,7	39
7	Жирновский	8,31	18,45	81,17	37,65	17,88	11,47	30
8	Иловлинский	0,9	15	106	40,8	10,2	8,3	28,9
9	Калачёвский	11,7	31,9	98	41,4	13,9	4	26,3
10	Камышинский	14,61	22,21	79,45	25,97	12,93	6,78	23,8
11	Киквидзенский	3,9	10,8	47,3	34,8	21,3	32,2	34,4
12	Клетский	14	44,1	103,8	22,9	6,4	3,1	22,8
13	Котельниковский	2	23	121,7	35	10,9	7,8	27,4
14	Котовский	18,84	15,95	58,07	27,13	10,38	8,53	26,8
15	Кумылженский	7,2	14,7	68,4	27,4	9,5	3,9	27,3
16	Ленинский	1,1	5,6	42,1	22,8	21	15,6	36,8
17	Михайловский	1,8	11,2	83,6	90,9	29,9	10,5	34,5
18	Нехаевский	1,2	16,1	78,2	36,7	2,9	1,8	27,7
19	Николаевский	2,85	4,97	56,48	57,08	35,58	40,76	40,6
20	Новоаннинский	1,3	9,1	89,1	66,4	37,4	13	34,1

№ п/п	Район	Группировки почв по содержанию подвижного фосфора по Мачигину, тыс.га						
		Очень низкое, <10 мг/кг	Низкое, 11–15 мг/кг	Среднее, 16–30 мг/кг	Повышенное, 31–45 мг/кг	Высокое, 46–60 мг/кг	Очень высокое, >60 мг/кг	Средневзвешенное содержание, мг/кг
21	Новониколаевский	1,2	4,5	80,1	53,4	16	13,7	33,3
22	Октябрьский	0,7	22	160,3	40,1	7,9	3,6	26,2
23	Ольховский	17,61	31,38	107,56	24,23	7,13	2,97	20
24	Палласовский	0,09	1,26	79,99	111,49	64,85	65,21	42,2
25	Руднянский	4,69	11,27	44,99	27,05	8,11	13,02	31,4
26	Светлоярский	2,4	8,4	75,9	33,7	15,2	16	32,5
27	Серафимовичский	8,5	25,2	105,1	32,2	9,7	3,1	25,5
28	Среднеахтубинский	0,9	3,5	27,4	11,3	10,7	6,3	34,4
29	Старополтавский	5,59	11,11	102,6	67,53	25,45	18,42	33,2
30	Суровикинский	35,5	44,3	72,5	23,5	4,7	1,7	20,1
31	Урюпинский	3,6	9,1	90,8	68,2	28,7	9,4	33,2
32	Фроловский	2,2	16,6	95,3	44,4	15,1	13,6	30,3
33	Чернышковский	0,2	6,9	79,7	51,8	20	12,9	33,2

№ п/п	Район	Группировки почв по содержанию обменного калия по Мачигину, тыс.га						
		Очень низкое, <100 мг/кг	Низкое, 101–200 мг/кг	Среднее, 201–300 мг/кг	Повышенное, 301–400 мг/кг	Высокое, 401–600 мг/кг	Очень высокое, >600 мг/кг	Средневзвешенное содержание, мг/кг
1	Городищенский	-	7,6	42,8	40,7	32,2	5,5	354
2	Дубовский	0,8	13,0	44,4	60,7	39,4	4,8	349
3	Иловлинский	0,7	15,4	61,6	56,9	35,9	10,7	342
4	Клетский	0,2	1,6	23,1	92,5	72,8	4,1	398
5	Суровикинский	-	0,2	6,6	37,9	110,2	27,3	476
6	Чернышковский	-	0,4	16,4	52,2	86,6	15,9	435

№ п/п	Район	Группировки почв по содержанию обменного калия по Мачигину, тыс.га						
		Очень низкое, <100 мг/кг	Низкое, 101–200 мг/кг	Среднее, 201–300 мг/кг	Повышенное, 301–400 мг/кг	Высокое, 401–600 мг/кг	Очень высокое, >600 мг/кг	Средневзвешенное содержание, мг/кг
7	Фроловский	-	11,7	50,9	52,6	63,4	8,6	373
8	Калачёвский	-	3,6	23,9	73,3	83,2	16,9	418
9	Котельниковский	-	0,1	11,1	76,0	102,3	10,9	435
10	Октябрьский	-	0,6	16,0	102,8	103,6	11,6	415
11	Светлоярский	0,3	3,2	20,2	51,6	54,7	21,6	423
12	Ленинский	-	2,0	8,1	19,2	39,5	39,4	488
13	Среднеахтубинский	-	-	5,1	10,4	21,2	23,4	496
14	Алексеевский	0,1	21,2	45,6	47,9	22,4	2,8	315,6
15	Еланский	0,2	0,4	2,7	61,1	87,8	44,2	430,3
16	Киквидзенский	0,2	0,2	4,5	43,1	87,6	13,7	427,7
17	Кумылженский	0,1	18,9	54,4	37,5	18,2	2	302,1
18	Михайловский	0,5	2,1	24,4	77,7	106,6	16,6	409,9
19	Нехаевский	0,3	1,1	19,4	51,5	61,1	3,5	404,1
20	Новоаннинский	0,2	5,6	36,3	92,8	75,3	6,1	392,8
21	Новониколаевский	0,3	3,5	24,3	72,2	57,4	11,2	398,9
22	Серафимовичский	0,4	8,3	47,2	94,1	33,4	0,4	368,6
23	Урюпининский	2	30	48,7	70,1	53,3	5,7	332,7
24	Быковский	1,22	13,47	31,25	34,97	57,05	53,12	433,2
25	Николаевский	0,43	8,43	22,77	34,28	57,58	74,24	469,8
26	Даниловский	0,50	7,11	39,99	63,04	51,00	10,84	370
27	Руднянский	0,22	3,45	18,31	37,51	40,34	9,30	398
28	Жирновский	1,26	20,25	50,70	54,45	41,37	6,89	340
29	Котовский	1,47	33,46	31,21	27,08	35,23	10,45	329
30	Камышинский	3,02	36,43	55,98	36,59	22,94	7,00	259

№ п/п	Район	Группировки почв по содержанию обменного калия по Мачигину, тыс.га						
		Очень низкое, <100 мг/кг	Низкое, 101–200 мг/кг	Среднее, 201–300 мг/кг	Повышенное, 301–400 мг/кг	Высокое, 401–600 мг/кг	Очень высокое, >600 мг/кг	Средневзвешенное содержание, мг/кг
31	Ольховский	0,20	9,49	39,69	66,80	61,64	13,06	348
32	Старополтавский	0,08	1,17	19,25	88,36	76,96	44,90	448
33	Палласовский	0,00	0,05	4,98	27,05	115,84	174,99	549

№ п/п	Район	Классы почв по гумусированности, тыс. га						
		Преобладающий тип почвы	Преобладающий гран.состав	Меньше минимального содержания	Слабогумусированные	Среднегумусированные	Сильногумусированные	Средневзвешенное, %
1	Городищенский	Кашт.	Среднесуглинистые	2,6	50,0	66,8	9,4	1,93
2	Дубовский	Кашт.	Среднесуглинистые	6,2	93,1	61,2	2,6	2,05
3	Иловлинский	Кашт.	Среднесуглинистые	24,5	78,6	72,3	5,8	3,30
4	Клетский	Т-кашт./Кашт.	Тяжелосуглинистые	40,8	110,8	40,6	2,1	3,03
5	Суровикинский	Кашт.	Тяжелосуглинистые	0,2	59,0	112,2	10,8	2,54
6	Чернышковский	Кашт.	Тяжелосуглинистые	52,5	82,4	34,4	2,2	2,27
7	Фроловский	Т-кашт.	Тяжелосуглинистые	77,2	87,9	20,4	1,7	2,56

№ п/ п	Район	Классы почв по гумусированности, тыс. га						
		Преобладающий тип почвы	Преобладающий гран.состав	Меньше минимального содержания	Слабогумусированные	Среднегумусированные	Сильногумусированные	Средневзвешенное, %
8	Калачёвский	Кашт.	Среднесуглинистые	13,0	119,4	57,3	11,2	1,97
9	Котельниковский	Кашт.	Тяжелосуглинистые	11,1	130,5	53,6	5,2	1,94
10	Октябрьский	Кашт./С-кашт.	Среднесуглинистые	35,5	146,7	50,6	1,8	1,67
11	Светлоярский	С-кашт.	Среднесуглинистые	0,2	24,8	111,6	15,0	2,04
12	Ленинский	С-кашт.	Среднесуглинистые	0,3	14,5	72,2	21,2	2,16
13	Среднеахтубинский	С-кашт.	Тяжелосуглинистые	0	1,9	40,4	17,8	2,31
14	Алексеевский	Чернозём южный	Тяжелосуглинистые	29,2	63,6	25,6	2,8	4,5
		Чернозём обыкновенный	Тяжелосуглинистые	18,8	0	0	0	5,5
15	Еланский	Чернозём южный	Тяжелосуглинистые	2	111	52,2	31,2	5,2
16	Киквидзенский	Чернозём южный	Тяжелосуглинистые	1,9	59,6	23,6	9,5	5

№ п/ п	Район	Классы почв по гумусированности, тыс. га						
		Преоблада ющий тип почвы	Преобладаю щий гран.состав	Меньше минималь ного содержан ия	Слабогумусиро ванные	Среднегумусиро ванные	Сильногумусиро ванные	Средневзвеш енное, %
		Чернозём обыкновенн ый	Тяжелосуглин истые	17,7	30	7	0	6,3
17	Кумылженск ий	Чернозём южный	Среднесуглин истые	61,5	57,5	11,4	0,7	3,1
18	Михайловски й	Чернозём южный	Тяжелосуглин истые	30,7	146,4	20,5	3,2	4,5
		Тёмно- каштановые	Тяжелосуглин истые	9,3	17,2	0,6	0	2,7
19	Нехаевский	Чернозём южный	Тяжелосуглин истые	2,9	26,4	17,9	7,1	5,1
		Чернозем обыкновенн ый	Тяжелосуглин истые	27,9	44,2	8,5	2	6,3
20	Новоаннинск ий	Чернозём южный	Тяжелосуглин истые	8,2	127,6	72,9	7,6	4,9
21	Новониколае вский	Чернозём обыкновенн ый	Тяжелосуглин истые	100,1	45,3	14,2	9,3	6,1
22	Серафимович ский	Темно- каштановые	Среднесуглин истые	41	93,8	6,7	0	2,8
		Чернозём южный	Среднесуглин истые	1,7	40,6	0	0	3,5

№ п/ п	Район	Классы почв по гумусированности, тыс. га						
		Преоблада ющий тип почвы	Преобладаю щий гран.состав	Меньше минималь ного содержан ия	Слабогумусиро ванные	Среднегумусиро ванные	Сильногумусиро ванные	Средневзвеш енное, %
23	Урюпински й	Чернозём южный	Тяжелосуглин истые	44,5	53,2	20,1	1,2	4,5
		Чернозём обыкновенн ый	Тяжелосуглин истые	32,7	43,3	12,7	2,1	6,3
24	Быковский	-	-	79,02	51,59	45,91	14,54	1,7
25	Николаевски й	-	-	53,77	69,87	72,37	1,71	1,94
26	Даниловский	-	-	123,54	29,99	17,34	1,60	3
27	Руднянский	-	-	82,85	22,32	3,96	0,00	3,5
28	Жирновский	-	-	120,23	28,82	23,24	2,64	2,75
29	Котовский	-	-	138,90	19,91	15,32	0,69	2,12
30	Камышински й	-	-	103,32	51,06	32,18	4,30	1,9
31	Ольховский	-	-	93,58	28,69	28,95	10,73	1,83
32	Старополтавс кий	-	-	62,07	91,12	73,18	4,33	1,94
33	Палласовский	-	-	19,60	121,72	130,66	50,92	2,06

Административные районы	Реакция почвенного раствора (рН)					
	Нейтральная 6,5-7,5		Слабощелочная 7,6-8,5		Щелочная 8,6-9,0	
	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%
Городищенский	16,3	12,6	112,5	87,4	-	-
Дубовский	53,6	32,8	109,5	67,2	-	-
Иловлинский	37,1	20,5	131,6	72,6	12,5	6,9
Клетский	20,8	10,7	149,0	76,7	24,5	12,6
Суровикинский	41,9	23,0	133,6	73,3	6,7	3,7
Чернышковский	16,3	9,5	121,5	70,8	33,7	19,7
Фроловский	87,5	46,7	97,0	51,8	2,7	1,5
Калачёвский	74,3	37,0	120,4	59,9	6,2	3,1
Котельниковский	29,5	14,7	163,3	81,5	7,6	3,8
Октябрьский	19,3	8,2	215,3	91,8	-	-
Светлоярский	14,8	9,7	136,8	90,3	-	-
Ленинский	7,8	7,2	100,4	92,8	-	-
Среднеахтубинский	-	-	60,1	100,0	-	-

Приложение В.

Используемые сцены Landsat для расчета С-фактора

№ п/п	№ сцены Landsat
	1980-е
1984	LT05_L2SP_170025_19840505_20200918_02_T1; LT05_L2SP_170026_19840505_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171025_19840901_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171026_19840901_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171027_19840901_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172024_19840519_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172025_19840519_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172026_19840519_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172027_19840722_20200918_02_T1; LT05_L2SP_173025_19840830_20200918_02_T1; LT05_L2SP_173026_19840830_20200918_02_T1; LT05_L2SP_173027_19840830_20200918_02_T1; LT05_L2SP_174024_19840906_20200918_02_T1; LT05_L2SP_174025_19840906_20200918_02_T1; LT05_L2SP_174026_19840922_20200918_02_T2
1985	LT05_L2SP_170025_19850828_20200918_02_T1; LT05_L2SP_170026_19850828_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171025_19850718_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171026_19850819_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171027_19850819_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172024_19850810_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172025_19850810_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172026_19850810_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172027_19850810_20200918_02_T1; LT05_L2SP_173025_19850716_20200918_02_T1; LT05_L2SP_173026_19850817_20200918_02_T1; LT05_L2SP_173027_19850817_20200918_02_T1; LT05_L2SP_174024_19850605_20200918_02_T1; LT05_L2SP_174025_19850605_20200918_02_T1.
1986	LT05_L2SP_170025_19860831_20200918_02_T1; LT05_L2SP_170026_19860612_20200917_02_T1; LT05_L2SP_171025_19860603_20200918_02_T1; LT05_L2SP_171026_19860721_20200917_02_T1; LT05_L2SP_171027_19860721_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172024_19860813_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172025_19860610_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172025_19860813_20200918_02_T1; LT05_L2SP_172026_19860813_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172027_19860712_20200917_02_T1; LT05_L2SP_173024_19860703_20200917_02_T1;

	LT05_L2SP_173025_19860703_20200917_02_T1; LT05_L2SP_173026_19860703_20200917_02_T1; LT05_L2SP_173027_19860703_20200917_02_T1; LT05_L2SP_174024_19860827_20200918_02_T1; LT05_L2SP_174025_19860827_20200918_02_T1.
1987	LT05_L2SP_173025_19870807_20201014_02_T1; LT05_L2SP_174025_19870713_20201014_02_T1; LT05_L2SP_174024_19870713_20201014_02_T1; LT05_L2SP_173027_19870807_20201014_02_T1; LT05_L2SP_173026_19870807_20201014_02_T1; LT05_L2SP_172027_19870816_20201014_02_T1; LT05_L2SP_172026_19870816_20201014_02_T1; LT05_L2SP_172025_19870816_20201014_02_T1; LT05_L2SP_172024_19870816_20201014_02_T1; LT05_L2SP_171027_19870809_20201014_02_T1; LT05_L2SP_171026_19870809_20201014_02_T1; LT05_L2SP_171025_19870809_20201014_02_T1.
1988	LT04_L2SP_171026_19880803_20200917_02_T1; LT04_L2SP_171027_19880803_20200917_02_T1; LT04_L2SP_173024_19880801_20200917_02_T1; LT04_L2SP_173025_19880801_20200917_02_T1; LT04_L2SP_173026_19880801_20200917_02_T1; LT04_L2SP_173027_19880801_20200917_02_T1; LT05_L2SP_170025_19880804_20200917_02_T1; LT05_L2SP_170026_19880804_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172024_19880530_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172025_19880530_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172025_19880818_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172026_19880818_20200917_02_T1; LT05_L2SP_172027_19880818_20211118_02_T1; LT05_L2SP_174024_19880731_20200917_02_T1; LT05_L2SP_174025_19880731_20200917_02_T1.
2010-e	
2017	LC08_L2SP_170025_20170601_20200903_02_T1; LC08_L2SP_171027_20170608_20200903_02_T1; LC08_L2SP_172025_20170530_20200903_02_T1; LC08_L2SP_173025_20170606_20200903_02_T1; LC08_L2SP_173026_20170606_20200903_02_T1; LC08_L2SP_173027_20170606_20200903_02_T1; LC08_L2SP_171026_20170811_20200903_02_T1; LC08_L2SP_172026_20170919_20200903_02_T1; LC08_L2SP_172027_20170818_20200903_02_T1; LC08_L2SP_171025_20170608_20200903_02_T1; LC08_L2SP_174024_20170917_20200903_02_T1; LC08_L2SP_174025_20170917_20200903_02_T1.

2018	LC08_L2SP_174025_20180616_20200831_02_T1; LC08_L2SP_172025_20180618_20200831_02_T1; LC08_L2SP_175025_20180623_20200831_02_T1; LC08_L2SP_174024_20180616_20200831_02_T1; LC08_L2SP_173027_20180609_20200831_02_T1; LC08_L2SP_173026_20180609_20200831_02_T1; LC08_L2SP_173025_20180625_20200831_02_T1; LC08_L2SP_172027_20180602_20200831_02_T1; LC08_L2SP_172026_20180602_20200831_02_T1; LC08_L2SP_172024_20180618_20200831_02_T1; LC08_L2SP_171026_20180526_20200901_02_T1; LC08_L2SP_171025_20180526_20200901_02_T1.
2019	LC08_L2SP_170025_20190826_20200826_02_T1; LC08_L2SP_170026_20190826_20200826_02_T1; LC08_L2SP_171025_20190614_20200828_02_T1; LC08_L2SP_171026_20190614_20200828_02_T1; LC08_L2SP_171027_20190614_20200828_02_T1; LC08_L2SP_172025_20190723_20200827_02_T1; LC08_L2SP_172026_20190909_20200826_02_T1; LC08_L2SP_172027_20190621_20200827_02_T1; LC08_L2SP_173024_20190815_20200827_02_T1; LC08_L2SP_173025_20190612_20200828_02_T1; LC08_L2SP_173026_20190815_20200827_02_T1; LC08_L2SP_173027_20190815_20201015_02_T1; LC08_L2SP_174024_20190822_20200827_02_T1; LC08_L2SP_174025_20190822_20200827_02_T1; LC08_L2SP_174026_20190822_20200827_02_T1.
2020	LC08_L2SP_172026_20200826_20200905_02_T1; LC08_L2SP_172025_20200826_20200905_02_T1; LC08_L2SP_172024_20200826_20200905_02_T1; LE07_L2SP_172026_20200903_20201001_02_T1; LE07_L2SP_172025_20200615_20200823_02_T1; LE07_L2SP_172024_20200615_20200823_02_T1; LC08_L2SP_174024_20200824_20200905_02_T1; LC08_L2SP_174025_20200707_20200912_02_T1; LC08_L2SP_173026_20200630_20200823_02_T1; LC08_L2SP_173025_20200529_20200820_02_T1; LC08_L2SP_173024_20200529_20200820_02_T1; LC08_L2SP_172027_20200607_20200824_02_T1; LC08_L2SP_171026_20200616_20200823_02_T1; LC08_L2SP_171025_20200616_20200823_02_T1.
2021	LC08_L1TP_171025_20210806_20210811_02_T1; LC08_L1TP_171026_20210806_20210811_02_T1; LC08_L1TP_171027_20210806_20210811_02_T1; LC08_L1TP_172025_20210829_20210901_02_T1;

	LC08_L1TP_172026_20210829_20210901_02_T1; LC08_L1TP_172027_20210829_20210901_02_T1; LC08_L1TP_173025_20200902_20200906_02_T1; LC08_L1TP_173026_20210703_20210712_02_T1; LC08_L1TP_174024_20210726_20210804_02_T1; LC08_L1TP_174025_20210726_20210804_02_T1; LC08_L1TP_174026_20210726_20210804_02_T1.
--	---

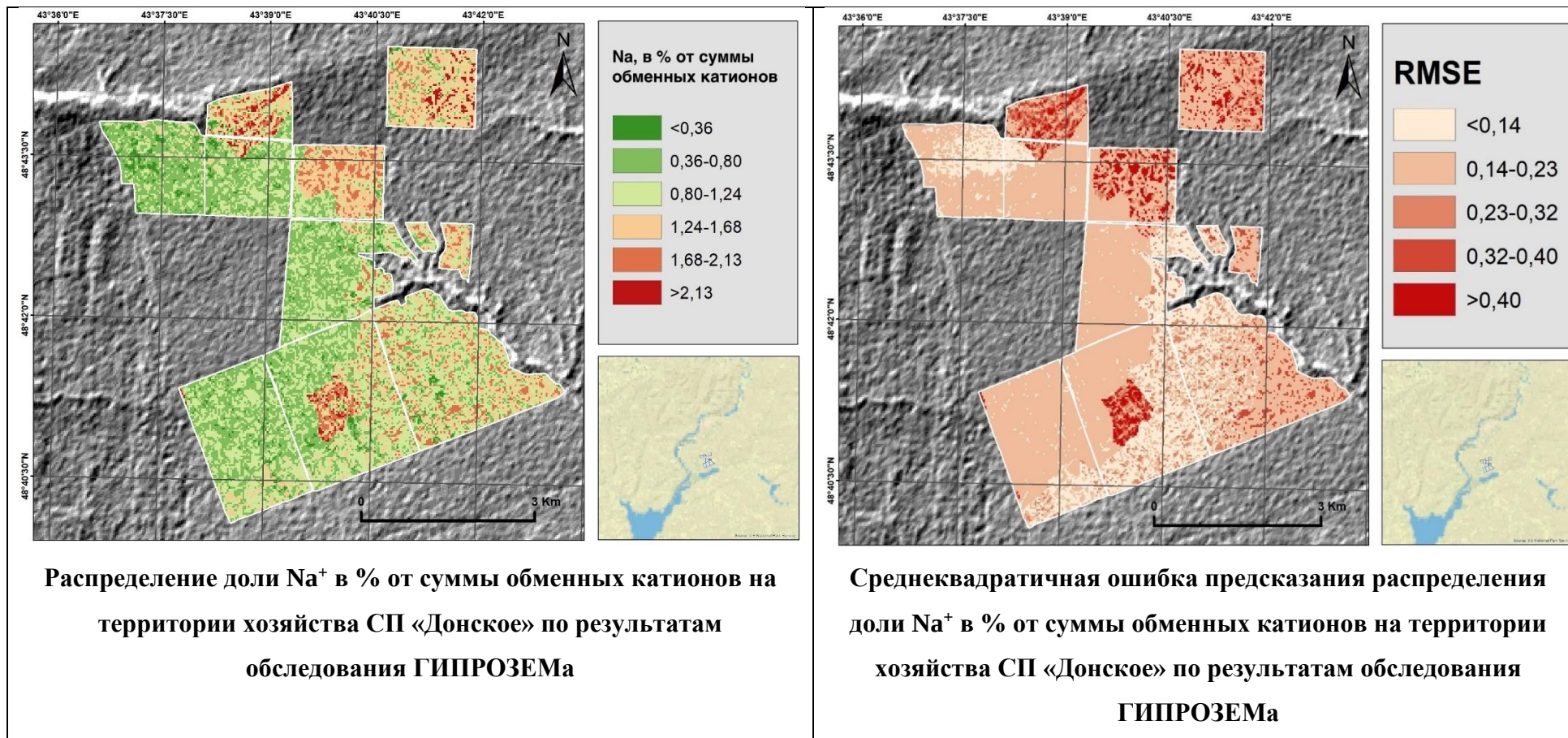
Приложение Г.

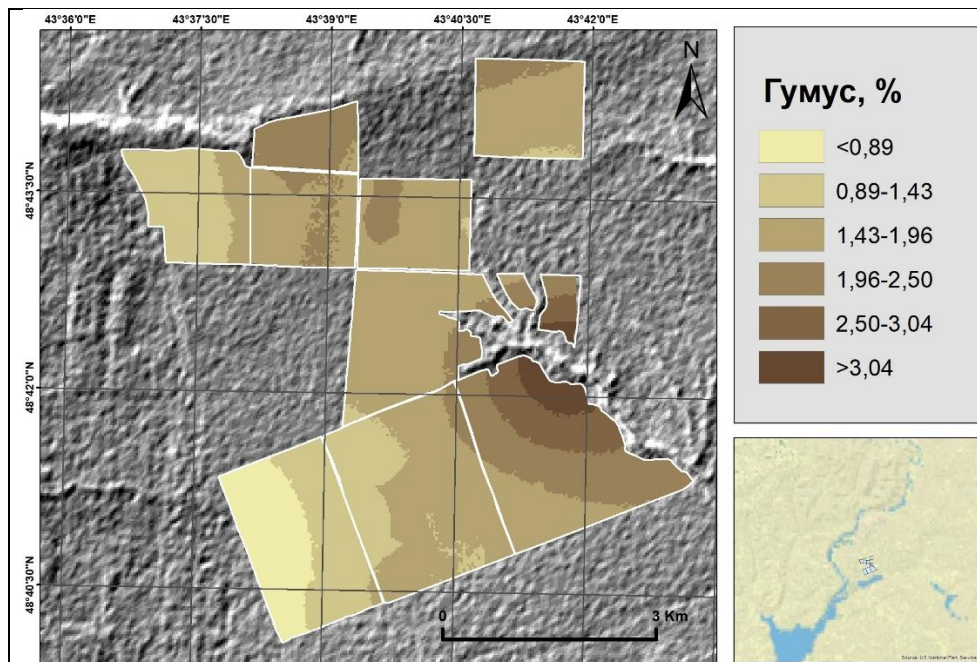
Данные для расчёта выручки от реализации сельскохозяйственной продукции.

№ п/п	Район	Доход от реализации с/х продукции, руб	Величина с/х угодий, га	Доход, руб./ га
1	Алексеевский	46744500	10951	4268,51
2	Быковский	108277400	24642	4394,02
3	Городищенский	134712700	7975	16891,87
4	Даниловский	241435000	39503	6111,81
5	Дубовский	30203000	22993	1313,57
6	Еланский	902256000	73048	12351,55
7	Жирновский	259905000	35833	7253,23
8	Иловлинский	49427000	22320	2214,47
9	Калачевский	399425000	81716	4887,97
10	Камышинский	26166149	11038	2370,55
11	Киквидзенский	648025400	39365	16461,97
12	Клетский	140998300	30719	4589,94
13	Котельниковский	469952000	125503	3744,55
14	Котовский	15070000	7412	2033,19
15	Кумылженский	325174254	36405	8932,13
16	Ленинский	124025000	2721	45580,67
17	Михайловский	1014345000	88050	11520,10
18	Нехаевский	248325000	21372	11619,17
19	Николаевский	132113000	20137	6560,71
20	Новоаннинский	619507000	33673	18397,74
21	Новониколаевский	615323000	30403	20238,89
22	Октябрьский	598779143	162674	3680,85
23	Ольховский	155259000	51626	3007,38
24	Палласовский	13994440	6551	2136,23
25	Руднянский	612673000	50445	12145,37
26	Светлоярский	665556000	24159	27548,99
27	Серафимовичский	852238000	82564	10322,15
28	Среднеахтубинский	361565000	7406	48820,55
29	Старополтавский	133549000	44107	3027,84
30	Суровикинский	219774030	77371	2840,52
31	Урюпинский	290746000	17965	16184,02
32	Фроловский	176986000	41311	4284,23
33	Чернышковский	401313000	74515	5385,67

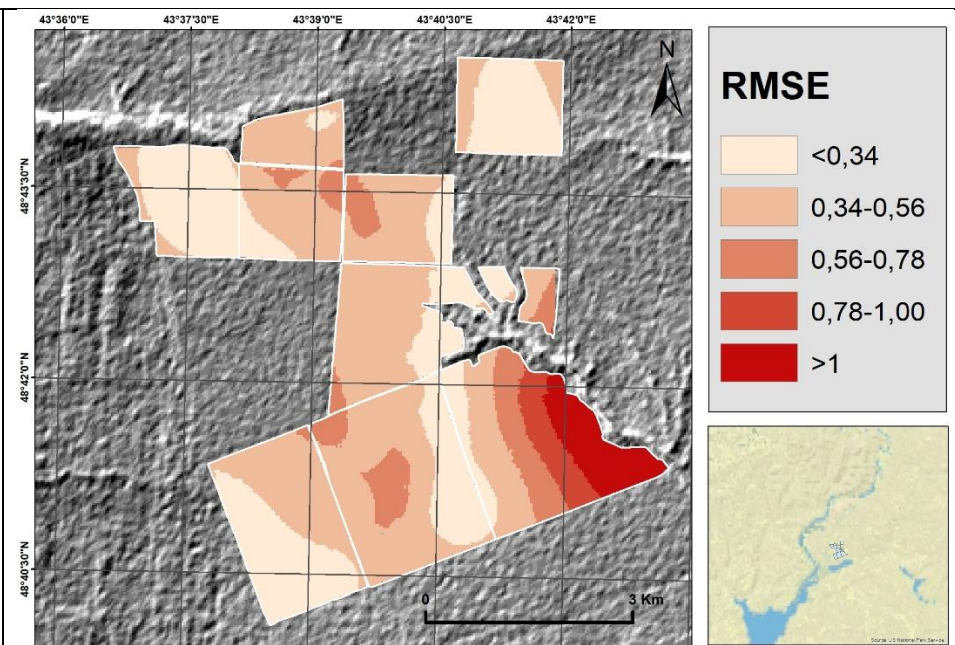
Приложение Д.

Картосхемы распределения исследуемых параметров на территории СП «Донское» по результатам обследования Гипрозема

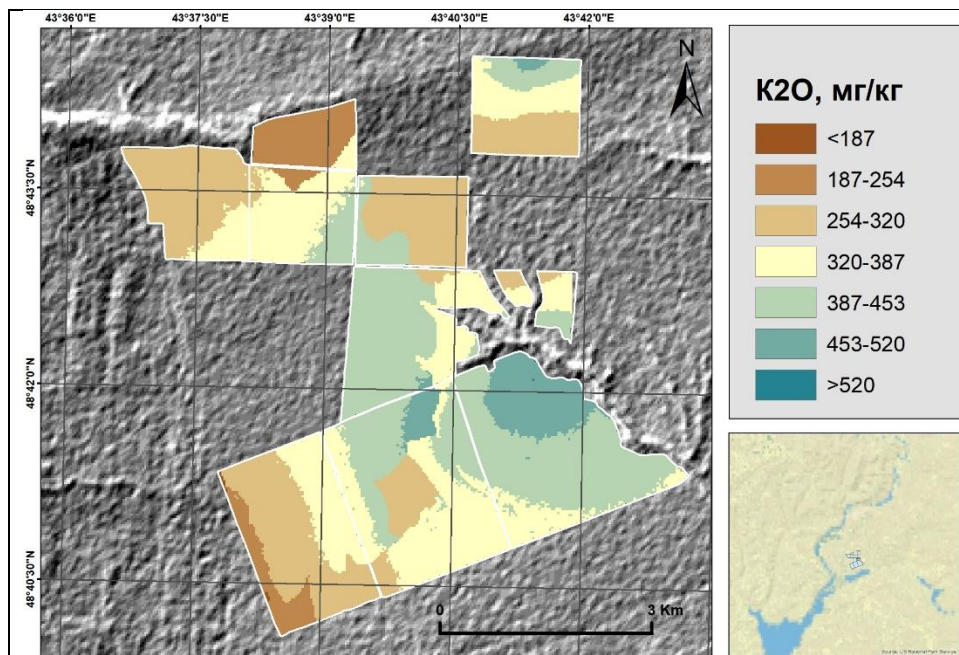




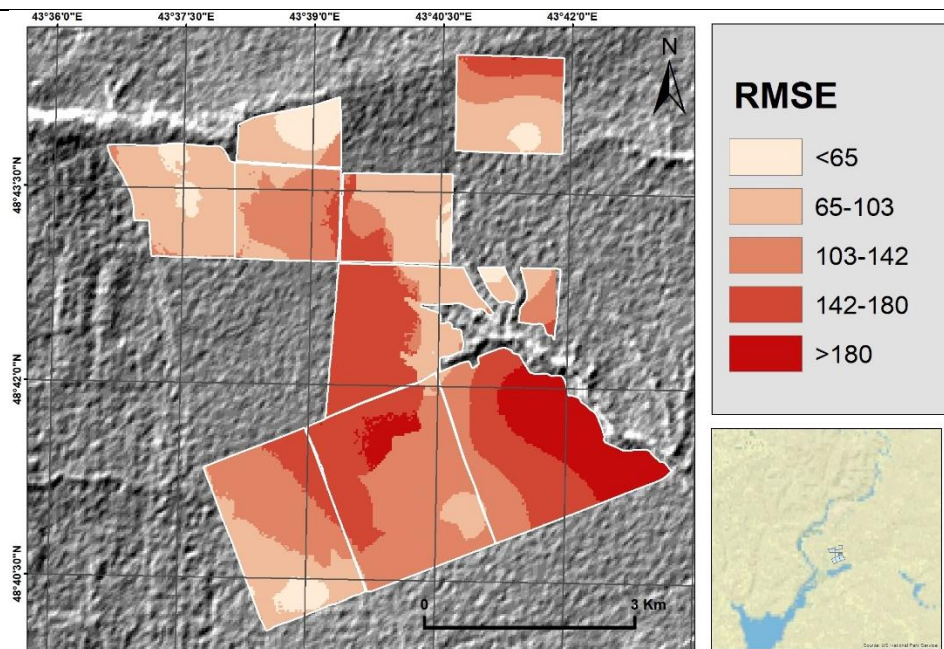
**Распределение содержания гумуса, % на территории хозяйства
СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМа**



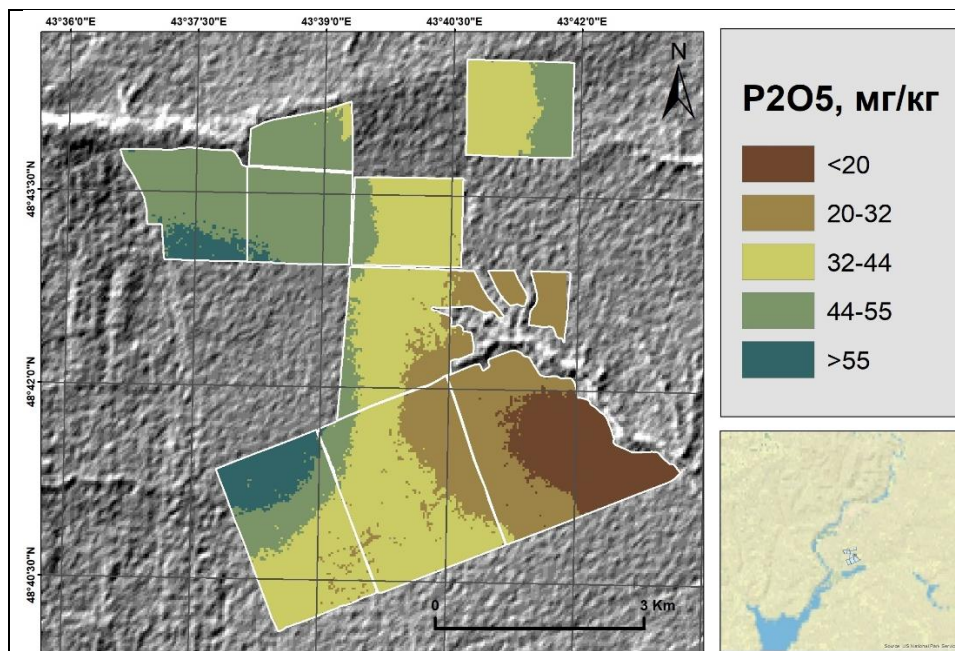
**Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения
содержания гумуса, % на территории хозяйства СП «Донское»
по результатам обследования ГИПРОЗЕМа**



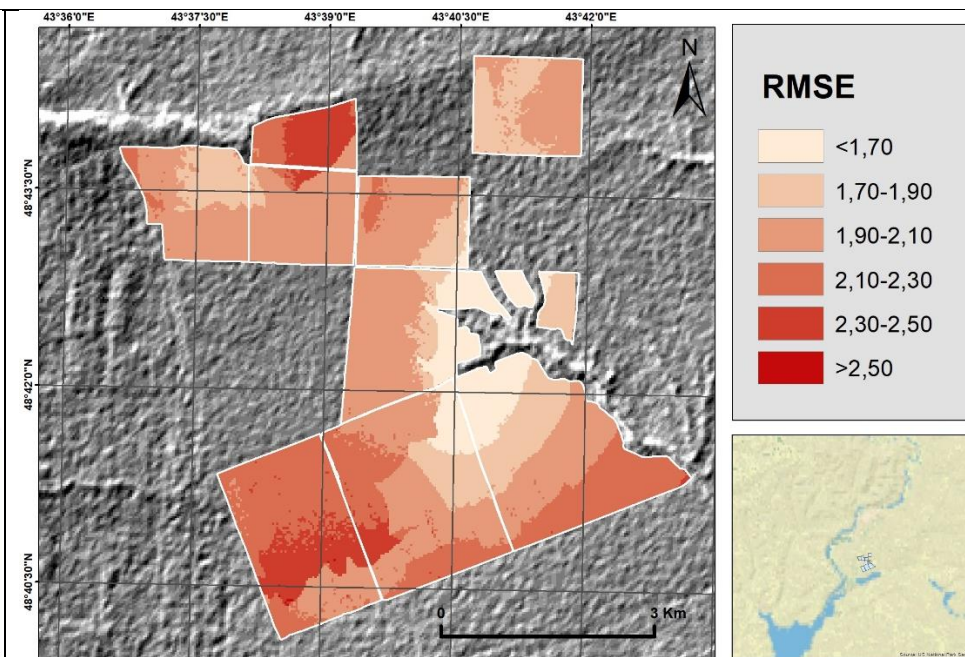
Распределение содержания обменного калия на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМ



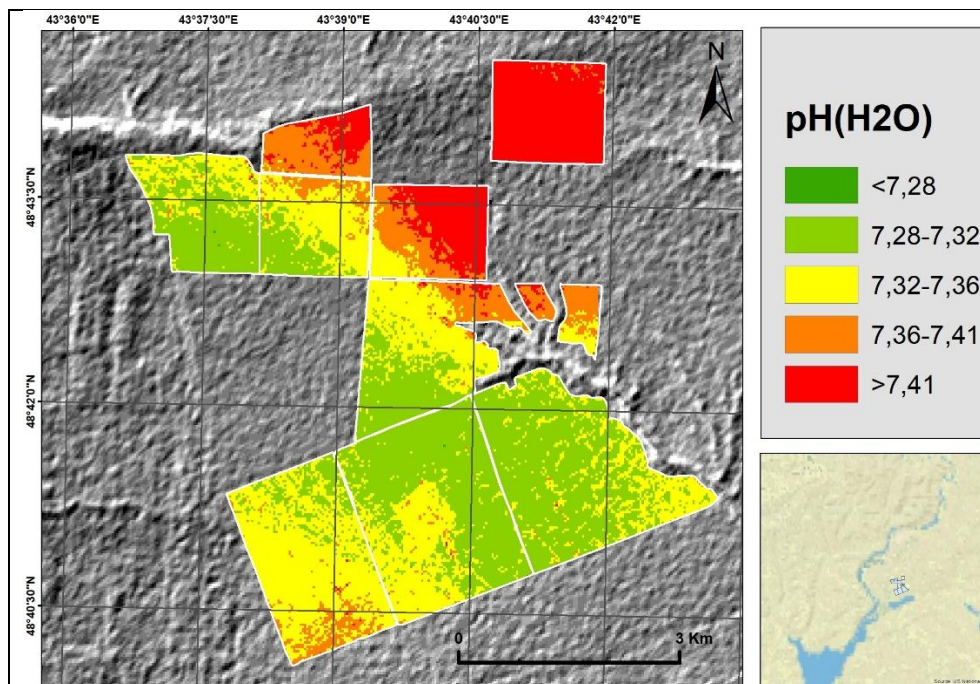
Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения обменного калия на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМ



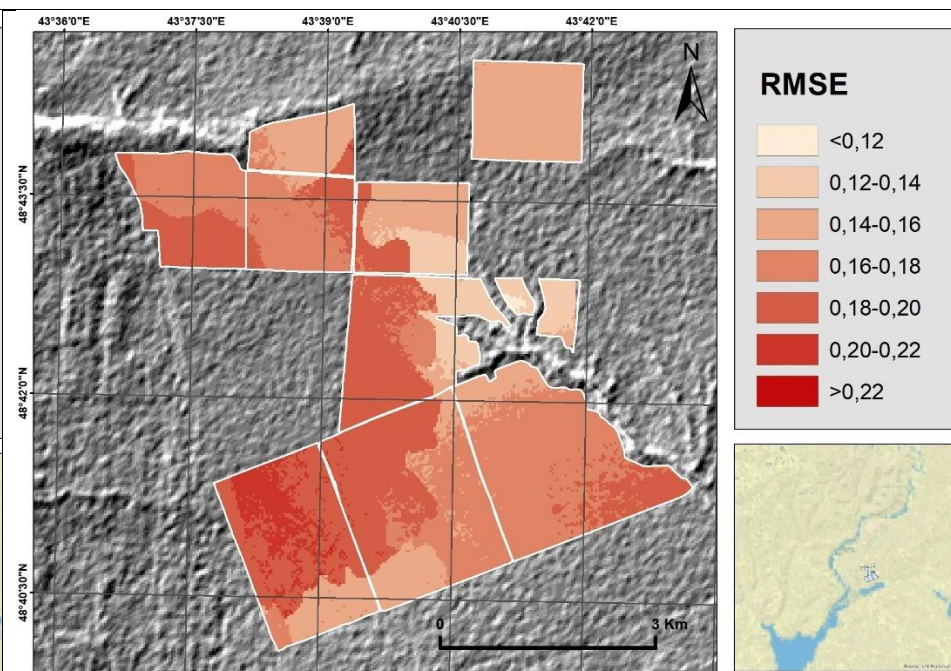
Распределение содержания подвижного фосфора на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМ



Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения подвижного фосфора на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМ



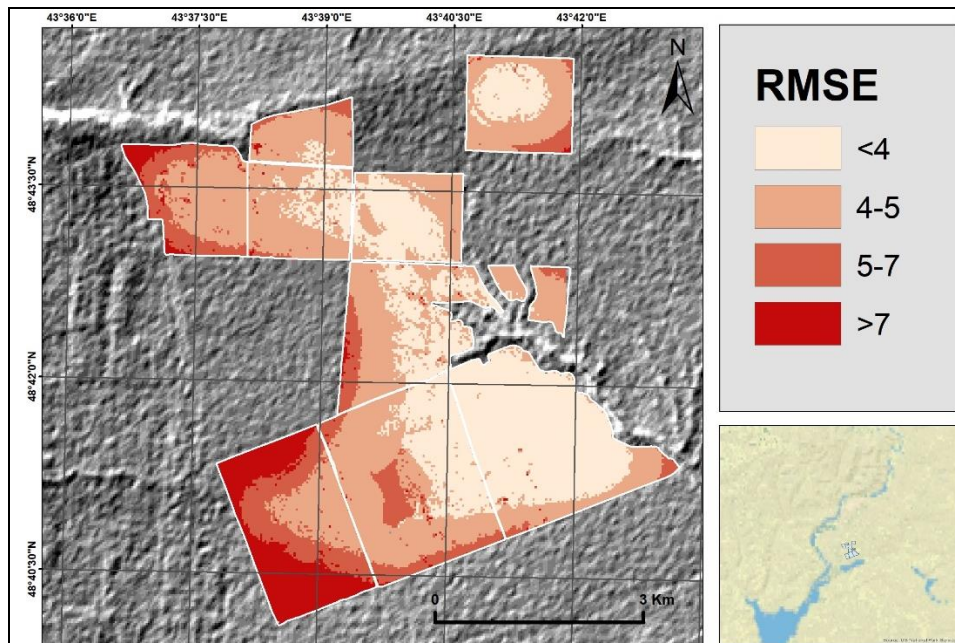
Распределение рН (H₂O) на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМа



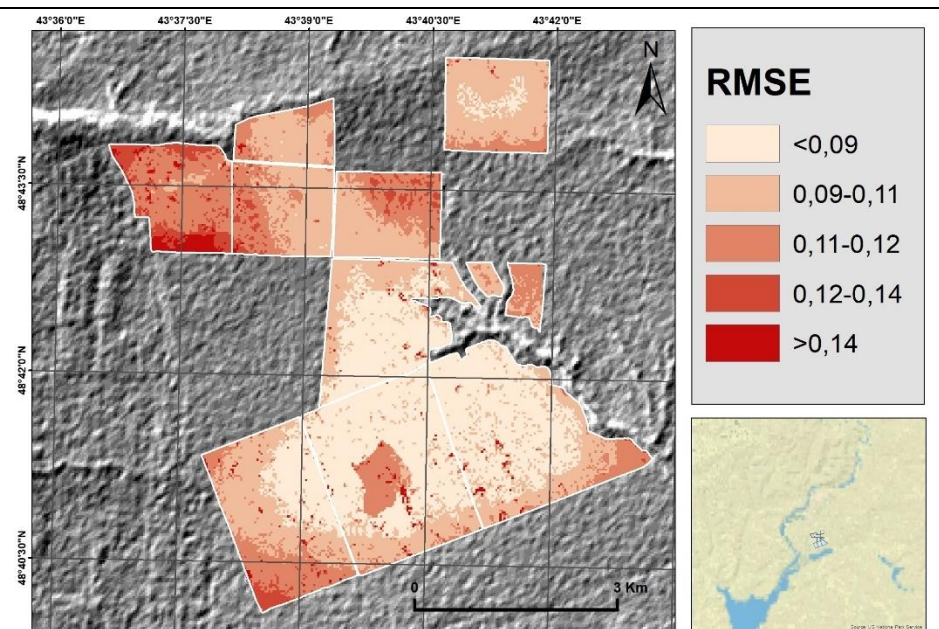
Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения рН (H₂O) на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования ГИПРОЗЕМа

Приложение Е

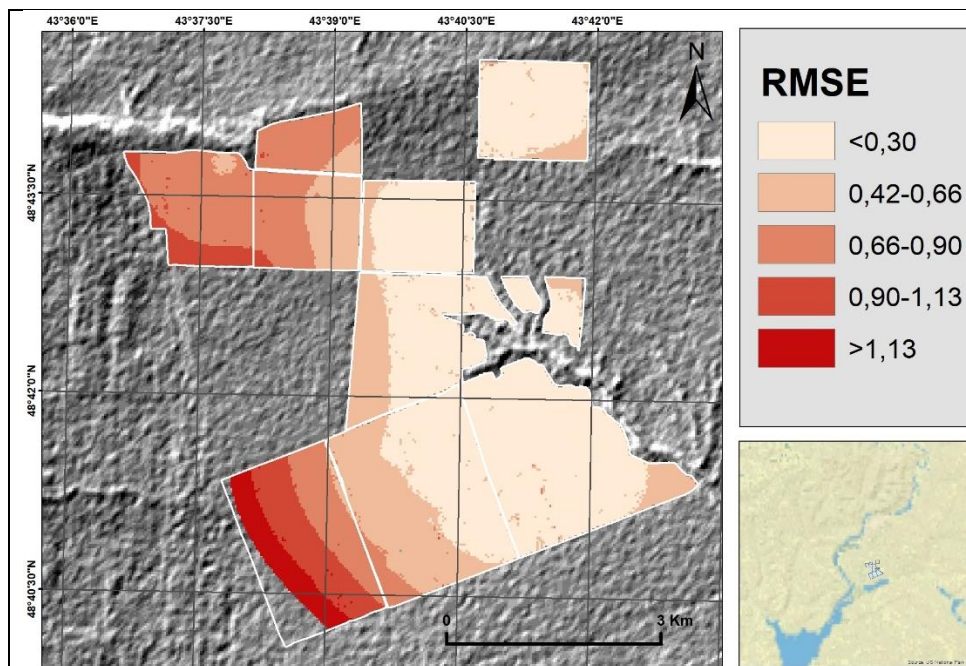
Стандартные ошибки распределения исследуемых показателей деградации на территории СП «Донское» по результатам обследования 2019 г.



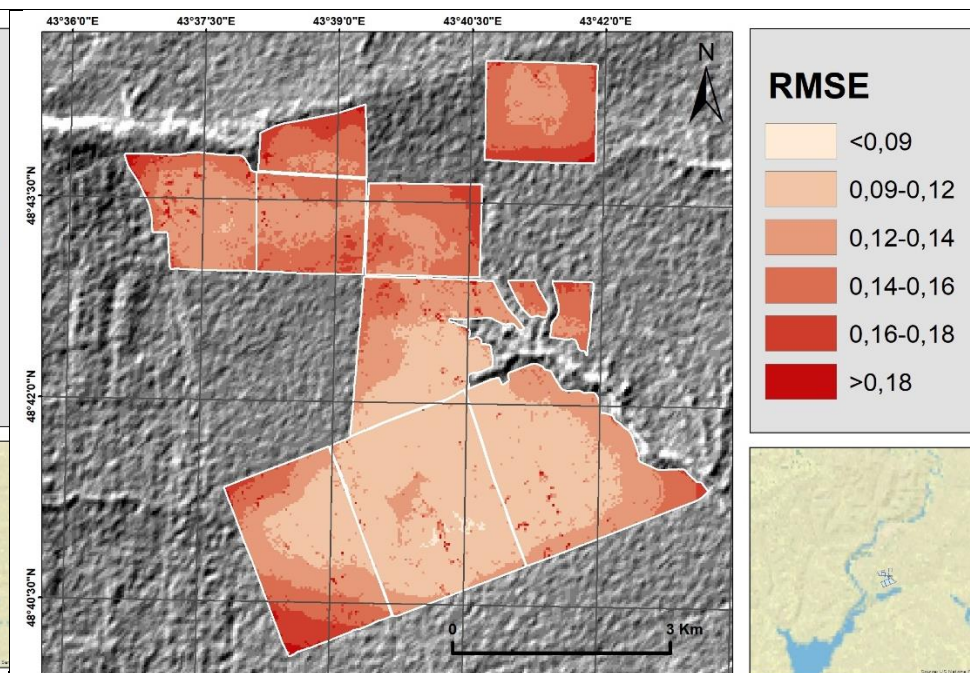
Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения подвижного фосфора, мг/кг на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования 2019 г.



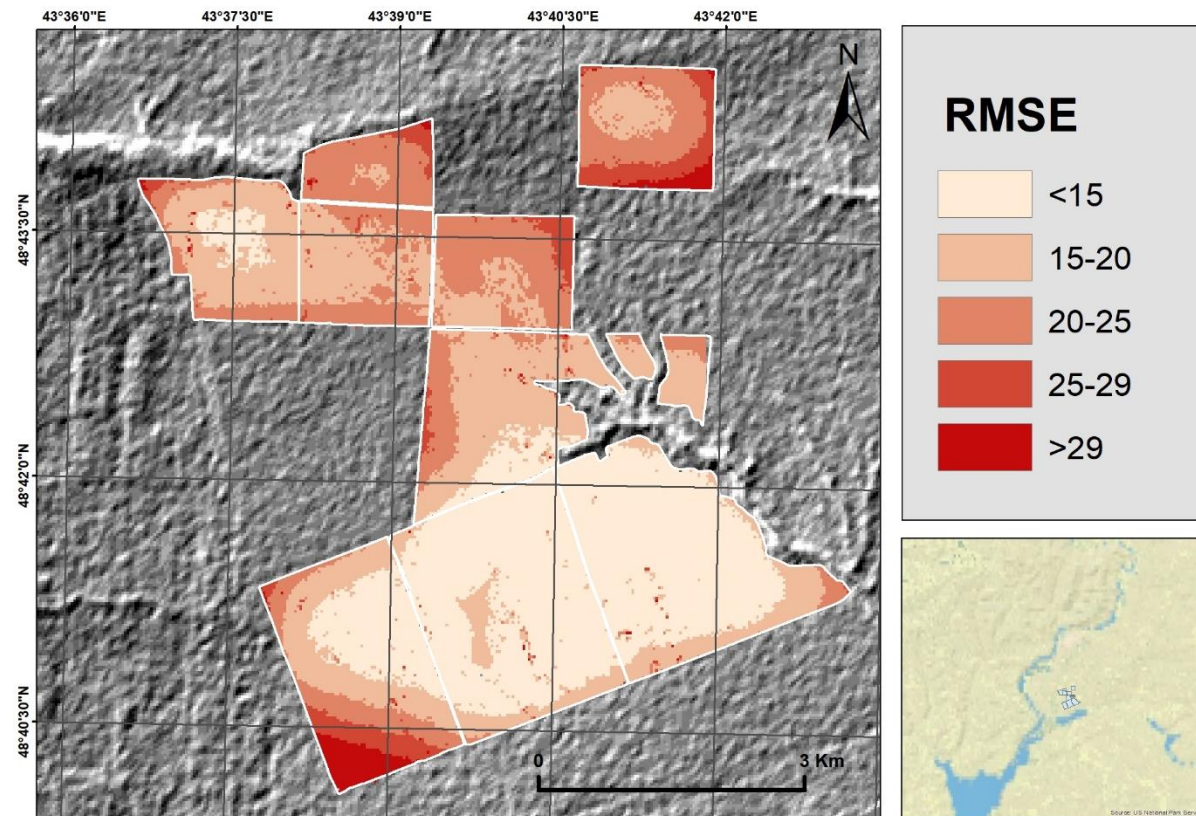
Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения рН (Н₂О) на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования 2019



Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения Na^+ в % от суммы обменных катионов на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования 2019 г.



Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения гумуса, % на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования 2019



Среднеквадратичная ошибка предсказания распределения обменного калия, мг/кг на территории хозяйства СП «Донское» по результатам обследования 2019

Приложение Ё

Исходные данные для расчёта К-фактора (2010-е) из Красной книги почв Волгоградской области (ККП ВО) и ЕГРПР. Данные приведены для пахотного горизонта.

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
1	Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая примитивная легкосуглинистая высокой поймы на засоленных супесях	бесструктурный	супесчаный	2,1	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,879	ККП ВО
2	Аллювиальная насыщенная слоистая глеевая засоленная супесчаная на слоистых оглеенных и засоленных супесях	бесструктурный	супесчаный	3,64	0,9	61,45	17,02	0,8	3,23	16,6	20,6 8	0,605	ККП ВО
3	Солонец автоморфный каштановый мелкий тяжелосуглинистый на древнеозерных светло-коричневых легких суглинках	плитчатый	супесчаный	1,01	1,15	50,33	28,12	6,08	12,8	1,52	20,4	0,073	ККП ВО
4	Солончак гидроморфный	бесструктурный	среднесуглинистый	1,32	3,3	26,66	29,24	3,44	23,52	13,84	40,8	0,071	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	соровый хлоридно-натриевый глинистый на донных осадках солей												
5	Солончак гидроморфный такыровый легкосуглинистый на донных засоленных осадках, подстилаемых лечебными грязями	глыбистый	среднесуглинистый	1,93	6,03	26,57	33,92	2,92	18,12	12,44	33,48	0,829	ККП ВО
6	Солонец полугидроморфный легкосуглинистый на серых оглеенных глинах	комковатый	среднесуглинистый	1,56	3,22	34,26	24,52	0,92	10,2	26,88	38	0,701	ККП ВО
7	Луговая тучная мощная глинистая на иловато-органических отложениях	зернистый	среднесуглинистый	3,61	17,95	8,77	37,04	10,56	13,52	12,16	36,24	0,584	ККП ВО
8	Светло-каштановая слабосолонцеватая тяжелосуглинистая почва на желтоватых	пылеватый	среднесуглинистый	1,67	0,82	19,94	43,88	5,52	13,48	16,36	35,36	0,675	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	засоленных тяжелых суглинках												
9	Солонец каштановый автоморфный мелкий тяжелосуглинистый	пластинчатый	среднесуглинистый	1,47	1,47	16,01	54,12	8,48	9,4	10,52	28,4	0,756	ККП ВО
10	Чернозем неполноразвитый среднегумусный суглинистый на светло-желтом, подстилаемом кремнеземными каменистыми породами	зернистый	среднесуглинистый	4,82	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
11	Чернозем неполноразвитый малогумусный суглинистый сильнощебенистый на пестроцветных засоленных суглинках, подстилаемых мел-мергелевыми рухляковыми породами	мелкозернистый	среднесуглинистый	5,19	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,196	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
12	Аллювиальная луговая насыщенная малогумусная суглинистая на погребенной лугово- болотной почве	крупнозерн истый	среднесуглин истый	3,49	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,621	ККП ВО
13	Аллювиальная луговая насыщенная малогумусная тяжелосуглинистая на светло-серых глинах	зернистый	тяжелосуглин истый	4,5	3,53	36,55	3,4	3,56	13,92	39,04	56,5 2	0,283	ККП ВО
14	Намытые почвы лощин и днищ балок на делювиальных глинах и суглинках	комковаты й	легкосуглини стый	0,93	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,855	ККП ВО
15	Чернозем южный малогумусный молодомозный легкосуглинистый на желтовато-светло- коричневых легких суглинках	комковаты й	легкосуглини стый	1,38	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,823	ККП ВО
16	чернозем южный карбонатный слабогумусный	комковаты й	тяжелосуглин истый	1,59	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,544	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	маломощный тяжелосуглинистый на коричневых почвах												
17	Аллювиально луговая насыщенная среднегумусная среднемощная глинистая на аллювиальных светло- бурых глинах центральной поймы	комковаты й	глинистый	2,43	1,21	14,43	8,52	10,68	14,68	50,48	74,0 4	0,377	ККП ВО
18	Аллювиальная лугово- лесная слоистая малогумусная суглинистая на легких суглинках	зернистый	среднесуглин истый	3,16	38,2 4	19,88	3,72	6,88	34,6	45,2	45,2	0,560	ККП ВО
19	Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая очень слабогумусированная остепненная песчаная на песках и супесях прирусловой поймы	бесструкту рный	песчаный	0,37	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	1,005	ККП ВО
20	Чернозем южный среднегумусный	крупнозерн истый	среднесуглин истый	4,47	0,92	48,08	14,32	1,96	17,92	16,8	36,6 8	0,559	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	маломощный суглинистый на светло-коричневых суглинках												
21	Чернозем южный укороченный среднегумусный легкосуглинистый на элювии меловых пород	мелкозерни стый	среднесуглин истый	5,46	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
22	Темно-каштановая слабогумусная маломощная на коричневых глинах	мелкозерни стый	тяжелосуглин истый	8,32	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
23	Чернозем южный укороченный малогумусный суглинистый на пестроцветных засоленных тяжелых суглинках	мелкоглыб истый	среднесуглин истый	3,11	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,733	ККП ВО
24	Луговато-лесо- черноземная легкосуглинистая на	зернистый	легкосуглини стый	2,58	12,1 8	57,66	10,84	0,2	8,36	10,76	19,3 2	0,639	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	пестроцветных суглинках												
25	Чернозем южный среднегумусный маломощный легкосуглинистый на желтых пестроцветных тяжелых суглинках	пороховат ый	легкосуглини стый	1,41	11,8 8	61,24	5,4	3	5,04	13,44	21,4 8	0,692	ККП ВО
26	Чернозем обыкновенный среднемощный слабогумусный суглинистый на желтых пестроцветных песках	зернистый	легкосуглини стый	1,34	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,697	ККП ВО
27	Чернозем южный укороченный многогумусный тяжелосуглинистый среднещебенистый на аллювии доломитизированных опок	зернистый	тяжелосуглин истый	5,85	9,27	28,05	16,92	5,76	18,04	21,96	45,7 6	0,241	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
28	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый на желтобурых глина подстилаемых мел- мергелевыми породами	зернистый	тяжелосуглин истый	4,82	8,32	39,36	9,28	4,76	11,2	27,08	43,0 4	0,468	ККП ВО
29	Луговато-лесо- черноземная, неполноразиватая, легкосуглинистая на желтоватых песках и песчаниках	зернистый	легкосуглини стый	2,46	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,619	ККП ВО
30	Чернозем неполноразвитый среднегумусный легкосуглинистый на пестроцветных суглинках, подстилаемых рухляком мел- мергелевых пород	мелкозерни стый	легкосуглини стый	3,62	22,5 5	36,69	7,84	4,92	5,1	22,9	32,9 2	0,456	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
31	Чернозем неполноразвитый малогумусный легкосуглинистый сильнощепнистый на элювии меловых пород	мелкозерни стый	легкосуглини стый	5,39	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,185	ККП ВО
32	Каштановая среднегумусная маломощная тяжелосуглинистая на пестроцветных легких суглинках	мелкокомк оватый	среднесуглин истый	3	1,4	39,48	10,84	6,32	12,6	20,36	39,2 8	0,628	ККП ВО
33	Каштановая неполноразвитая слабогумусированная супесчаная слабокаменисто- щебенистая на белых кварцевых песках	бесструкту рный	песчаный	0,67	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,980	ККП ВО
34	Каштановая неполноразвитая малогумусная легкосуглинистая сильнощепнистая на	пылеватый	легкосуглини стый	4,8	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,185	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	делювиально- пролювиальных отложениях, подстилаемых меловыми горными породами												
35	Лугово-каштановая остепненная среднегумусная среднемощная суглинистая на делювиальных серовато-коричневых суглинках	пороховат ый	среднесуглин истый	2,15	2,23	46,17	18,12	5,88	11,64	15,96	33,4 8	0,647	ККП ВО
36	Каштановая среднегумусная маломощная среднесуглинистая на светло-коричневых карбонатных тяжелых суглинках, подстилаемых глинами	комковаты й	среднесуглин истый	2,34	25,2 8	14,08	23,68	5,08	13,52	18,36	36,9 6	0,739	ККП ВО
37	Неполноразвитая, лугово-лесо-	зернистый	среднесуглин истый	5,44	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	каштановая, легкосуглинистая, каменисто-щебенистая на элювии силикатных пород												
38	Каштановая неполноразвитая среднегумусная суглинистая среднещебнистая на рухляковых мел- мергелевых породах	зернистый	среднесуглин истый	2,45	31,6 8	38,04	8,52	0,88	4,48	16,4	21,7 6	0,623	ККП ВО
39	Агролесомелиорирова нная каштановая маломощная суглинистая на карбонатных белесовато- коричневато-палевых суглинках	зернистый	среднесуглин истый	3,4	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,584	ККП ВО
40	Каштановая среднегумусная маломощная среднесуглинистая слабощебнистая на	комковаты й	среднесуглин истый	3,2	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,727	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	палевых каменисто- щебнистых суглинках												
41	Аллювиальная лугово- болотная остепненная среднегумусная глинистая солонцевато- солончаковая на аллювиальных засоленных глинах	зернистый	глинистый	2,6	1,06	1,42	30,6	5,56	23,96	37,4	66,9 2	0,381	ККП ВО
42	Аллювиальная лесная насыщенная темноцветная среднегумусная среднемощная суглинистая на светло- коричневато-палевых глинистых отложениях	комковаты й	тяжелосуглин истый	2,38	1,35	48,37	2,2	3,76	5,32	39	48,0 8	0,465	ККП ВО
43	Лугово-лесо- каштановая, малогумусная, маломощная, супесчаная на желтых супесях	мелкозерни стый	супесчаный	2,55	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,713	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
44	Темно-каштановая среднегумусированная маломощная остаточносолонцевата я суглинистая почва на тяжелосуглинистом элювии меловых пород	мелкокомк оватый	легкосуглини стый	1,46	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,818	ККП ВО
45	Каштановая неполноразвитая среднегумусная легкосуглинистая средне-и сильнокаменистая на элювии кремнеземных пород	мелкозерни стый	легкосуглини стый	3,08	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,576	ККП ВО
46	Каштановая неполноразвитая малогумусная супесчаная сильнокаменистая на желтовато-зеленых супесях	бесструкту рный	супесчаный	1,19	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,955	ККП ВО
47	Аллювиальная луговато-лесная	бесструкту рный	легкосуглини стый	3,78	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,237	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	насыщенная малогумусная легкосуглинистая на аллювиальных суглинках и супесях												
48	Темно-каштановая малогумусная маломощная легкосуглинистая на светло-коричневых суглинках, подстилаемых буро- коричневыми глинами и опоками	мелкозерни стый	легкосуглини стый	2,18	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,639	ККП ВО
49	Аллюваильная дерновая насыщенная среднебугристая среднезаросшая супесчаная на погребенных сильнодефлированных каштановых легкосуглинистых почвах	бесструкту рный	супесчаный	1,14	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,959	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
50	Луговато-каштановая слоистая глубокопогребенная супесчаная на светло- коричневых слоистых легких суглинках	бесструкту рный	супесчаный	0,59	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	1,005	ККП ВО
51	Лугово-черноземная тучная маломощная легкосуглинистая на озерны слоистых песчаных и супесчаных оглееных отложениях	зернистый	легкосуглини стый	3,22	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,567	ККП ВО
52	Каштановая погребенная сильнодефлированная легкосуглинистая на светло-коричневых засоленных суглинках	бесструкту рный	песчаный	0,38	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	1,004	ККП ВО
53	Аллювиальная дерновая песчаная подстилаемая светло- коричневыми суглинками	бесструкту рный	супесчаный	0,92	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,978	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
54	Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая глабокозасоленная на засоленных светло- коричневатых тяжелых суглинках	бесструкту рный	супесчаный	0,89	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,980	ККП ВО
55	Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая малогумусная супесчаная на слоистых супесях и песках	мелкозерни стый	супесчаный	3,7	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,617	ККП ВО
56	Аллювиальная лугово- болотная иловато- перегнойно глеевая тяжелосуглинистая на озерно-болотных тяжелых иловато- суглинистых наносах	мелкоглыб истый	тяжелосуглин истый	5,65	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
57	Аллювиальная луговая насыщенная зернистая среднегумусная маломощная	зернистый	легкосуглини стый	3,27	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,563	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	легкосуглинистая на слоистых песчаных, супесчаных и легкосуглинистых отложениях												
58	Аллювиальная луговая насыщенная засоленная малогумусная маломощная суглинистая на засоленных пестроцветных супесях	зернистый	среднесуглин истый	4,46	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
59	Аллювиальная луговато-лесная насыщенная среднегумусная среднемощная среднесуглинистая на коричневых тяжелых суглинках, подстилаемых желтоватыми легкими суглинками	зернистый	среднесуглин истый	8,26	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
60	Аллювиальная луговая насыщенная зернистая среднегумусная среднемощная суглинистая на светло- коричневых глинах	мелкокомк оватый	среднесуглин истый	2,22	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,795	ККП ВО
61	Аллювиальная лесная насыщенная среднегумусная маломощная суглинистая на желтовато- коричневых суглинках, подстилаемых желтоватыми супесями	зернистый	среднесуглин истый	3,83	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,554	ККП ВО
62	Аллювиальная лугово- болотная неполноразвитая суглинистая по днищам ериков на слоистых суглинках	мелкозерни стый	легкосуглини стый	10,04	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,512	ККП ВО
63	Аллювиальная луговая насыщенная зернистая	зернистый	среднесуглин истый	2,54	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,644	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	среднегумусная маломощная суглинистая на желтых супесчаных отложениях												
64	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный глинистый на светло- буровато-коричневой карбонатной глине	зернистый	глинистый	5,39	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО
65	Чернозем обыкновенный агролесомелиорирован ный среднегумусный маломощный глинистый на светло- буровато-коричневой глине	мелкокомк оватый	глинистый	9,91	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,462	ККП ВО
66	Чернозем южный среднегумусный маломощный глинистый на светло-	зернистый	глинистый	8,62	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	коричневой карбонатной глине												
67	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный глинистый на светло- коричневой глине	зернистый	глинистый	6,41	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО
68	Чернозем неполноразвитый слабогумусированный суглинистый на щебенистых меловых суглинках конусов выноса пролювиальных отложений	комковаты й	среднесуглин истый	5,89	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,672	ККП ВО
69	Чернозем южный укороченный малогумусный тяжелосуглинистый на светло-коричневых карбонатных засоленных глинах	комковаты й	тяжелосуглин истый	10,25	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
70	Луговато-черноземная среднегумусная маломощная солончаковая глинистая на древней аллювиальной светло- коричневой глине, подстилаемой желтовато-светло- коричневыми засоленными суглинками	зернистый	тяжелосуглин истый	6,2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
71	Луговато-черноземная малогумусная маломощная тяжелосуглинистая на древних аллювиальных желтовато- коричневых суглинках, подстилаемых белесовато-палевой глиной	комковаты й	тяжелосуглин истый	5,64	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
72	Аллювиальная луговая насыщенная темноцветная глинистая подстилаемая палевой тяжелой глиной	зернистый	глинистый	5,77	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО
73	Чернозем южный многогумусный маломощный глинистый на светло- коричневой глине	зернистый	глинистый	7,86	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО
74	Чернозем южный укороченный малогумусный глинистый на светло- коричневой карбонатной глине	крупноком коватый	глинистый	6,36	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,462	ККП ВО
75	Чернозем южный среднегумусный укороченный глинистый на светло- коричневой карбонатной глине	зернистый	глинистый	7,4	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО
76	Чернозем южный слабогумусированный	комковаты й	среднесуглин истый	6,88	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,672	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	маломощный среднесуглинистый укороченный на желтовато- коричневых легких суглинках, подстилаемых белесо- палевыми карбонатными супесями												
77	Чернозем неполноразвитый слабогумусированный тяжелосуглинистый на светло-коричневых засоленных суглинках	зернистый	тяжелосуглин истый	6,82	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
78	Чернозем неполноразвитый малогумусный суглинистый на светло-желтовато- коричневатом легком суглинке	комковаты й	среднесуглин истый	1,75	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,666	ККП ВО
79	Чернозем неполноразвитый	плитчатый	среднесуглин истый	4,03	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,472	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	малогумусный малоцебенистый тяжелосуглинистый на светло-буровато- коричневой глине												
80	Чернозем южный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый на светло-буровато- коричневой глине	зернистый	тяжелосуглин истый	4,98	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
81	Аллювиальная луговая насыщенная темноцветная тяжелосуглинистая на аллюваильно- делювиальных грязно- палевых тяжелых суглинках	зернистый	тяжелосуглин истый	8,31	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
82	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый на	мелкозерни стый	глинистый	7,97	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	светло-желтовато-коричневой глине												
83	Луговато-черноземная малогумусная маломощная легкосуглинистая на аллювиальных желтовато-коричневых супесях	комковатый	легкосуглинистый	3,5	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,676	ККП ВО
84	Солонец автоморфный черноземный корковый солончаковый глинистый среднещебенистый на светло-желтовато-коричневой засоленной глине	мелкоглыбистый	глинистый	3,31	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,391	ККП ВО
85	Чернозем южный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый	зернистый	тяжелосуглинистый	6,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
86	Лесо-черноземная среднегумусная маломощная	мелкозернистый	среднесуглинистый	4,99	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	суглинистая на элювии мел- мергелевых пород												
87	Лесо-черноземная, неполноразвитая, суглинистая на элювии известковых опок	комковаты й	легкосуглини стый	4,99	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,641	ККП ВО
88	Солонец автоморфный черноземный корковый неполно- развитый солончаковый суглинистый на светло-коричневато- желтых засоленных легких суглинках	глыбистый	тяжелосуглин истый	3,14	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,485	ККП ВО
89	Чернозем неполноразвитый малогумусный тяжелосуглинистый	зернистый	тяжелосуглин истый	5,52	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
90	Чернозем южный малогумусный маломощный легкосуглинистый на	мелкозерни стый	легкосуглини стый	6,87	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,512	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	делювиальных легких суглинках верхнего пласта Медведицких Яров												
91	Аллювиальная лесная насыщенная темноцветная тяжелосуглинистая на грязно-бурой глине	крупнозернистый	тяжелосуглинистый	8,6	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,367	ККП ВО
92	Аллювиальная дерновая насыщенная песчаная на слабозаросших аллювиальных песках	бесструктурный	песчаный	5,62	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,698	ККП ВО
93	Аллювиальная луговая насыщенная темноцветная тяжелосуглинистая на светло-буро-коричневой тяжелой глине	зернистый	тяжелосуглинистый	10,74	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
94	Чернозем южный малогумусный маломощный легкосуглинистый на	мелкозернистый	легкосуглинистый	3,8	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,526	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	светло-коричневато- палевых суглинках, подстилаемых желтыми супесями												
95	Аллювиальная луговая насыщенная слоистая суглинистая на темно- коричнево-бурых аллювиальных тяжелых суглинках	комковаты й	легкосуглини стый	3,15	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,700	ККП ВО
96	Солонец полугидроморфный лугово-черноземный корковый солончаковый глинистый на темно- буровато-палевых аллювиальных глинах	глыбистый	глинистый	5,4	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,462	ККП ВО
97	Луговато-черноземная слабогумусированная маломощная тяжелосуглинистая почва	крупноком коватый	среднесуглин истый	4,92	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,672	ККП ВО
98	Аллювиальная луговато-лесная	бесструкту рный	песчаный	0,3	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	1,011	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	насыщенная песчаная на заросших мелкобугристых аллювиальных песках над погребенной темноцветной легкосуглинистой почвой												
99	Солонец полугидроморфный черноземный корковый глыбистый солончаковый тяжелосуглинистый на светло-коричневато- палевых засоленных суглинках	глыбистый	тяжелосуглин истый	5,52	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
10 0	Лугово-черноземная среднегумусная маломощная солонцеватая и солончаковая тяжелосуглинистая почва на светло-	зернистый	тяжелосуглин истый	10,6	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	коричнево-палевом суглинке												
10 1	Лугово-черноземная малогумусная среднемощная тяжелосуглинистая на суглинистых светло- коричнево-палевых средних суглинках	мелкозерни стый	тяжелосуглин истый	11,85	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
10 2	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый на средне-коричневато- палевых средних суглинках	зернистый	тяжелосуглин истый	8,73	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
10 3	Лугово-черноземная среднегумусная мощная легкосуглинистая на древнеаллювиальных легких суглинках и супесях	мелкозерни стый	легкосуглини стый	9,17	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,512	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
10 4	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный суглинистый на светло-желтом суглинке	зернистый	среднесуглин истый	7,65	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
10 5	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый на светло-коричневато- желтом тяжелом суглинке	зернистый	тяжелосуглин истый	8,67	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
10 6	Каштановая малогумусная маломощная суглинистая почва	комковаты й	среднесуглин истый	5,59	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,672	ККП ВО
10 7	Солонец автоморфный каштановый мелкий тяжелосуглинистый	глыбистый	глинистый	5,5	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,462	ККП ВО
10 8	Лугово-каштановая среднегумусная	зернистый	тяжелосуглин истый	2,82	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,368	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	тяжелосуглинистая почва												
10 9	Луговая неполноразвитая малогумусная тяжелосуглинистая почва полупустынь на аллювиальных озерных ательских тяжелых суглинках, подстилаемая шоколадными хвалынскими глинами	комковаты й	тяжелосуглин истый	4,28	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
11 0	Луговая малогумусная маломощная тяжелосуглинистая на коричневых ательских глинах	мелкокомк оватый	тяжелосуглин истый	5,71	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
11 1	Солонец каштановый солончаковый тяжелосуглинистый	бесструкту рный	среднесуглин истый	3,85	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,682	ККП ВО
11 2	Светло-каштановая слабосолонцеватая солончаковая суглинистая почва	мелкозерни стый	среднесуглин истый	3,74	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,561	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
11 3	Лугово-каштановая (темноцветная) суглинистая почва	мелкозерни стый	среднесуглин истый	5,97	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
11 4	Луговая солончаковая тяжелосуглинистая почва полупустынь	мелкозерни стый	тяжелосуглин истый	5,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
11 5	Каштановая слабосолонцеватая солончаковая тяжелосуглинистая почва на светло- коричневато- желтоватых засоленных тяжелых суглинках	комковаты й	тяжелосуглин истый	5,26	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
11 6	Лугово-лесо- каштановая намытая среднегумусная маломощная легкосуглинистая на супесях подстилаемых белесым иловатым суглинком	бесструкту рный	легкосуглини стый	2,97	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,713	ККП ВО
11 7	Темно-каштановая среднегумусная	комковаты й	тяжелосуглин истый	3	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,490	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	маломощная тяжелосуглинистая на светло-коричневых суглинках												
11 8	Луговая малогумусная легкосуглинистая почва на светло-серых легких суглинках	комковаты й	легкосуглини стый	4,94	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,641	ККП ВО
11 9	Темно-каштановая среднесуглинистая на пестроцветных суглинках, подстилаемых белесовато-сизыми иловатыми глинами	глыбистый	глинистый	4,85	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,462	ККП ВО
12 0	Солонец автоморфный каштановый среднестолбчатый глинистый	ореховатый	глинистый	2,81	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,460	ККП ВО
12 1	Каштановая малогумусная маломощная суглинистая почва	мелкозерни стый	среднесуглин истый	3,6	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,570	ККП ВО
12 2	Каштановая легкосуглинистая на	комковаты й	среднесуглин истый	6,16	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,672	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	пестроцветных суглинках												
12 3	Каштановая среднегумусная маломощная тяжелосуглинистая слабощебенистая на светло-коричневых щебенистых суглинках	глыбистый	тяжелосуглин истый	4,76	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
12 4	Светло-каштановая суглинистая на желто- коричневых суглинках	пороховат ый	среднесуглин истый	3,8	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,556	ККП ВО
12 5	Намытая луговато- лесо-каштановая суглинистая почва байрачных лесов на слоистых пестроцветных суглинках днищ балок	мелкокомк оватый	легкосуглини стый	7,46	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,641	ККП ВО
12 6	Каштановая солонцеватая солончаковая тяжелосуглинистая на светло-желтовато-	крупноком коватый	тяжелосуглин истый	3,46	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,473	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	коричневых засоленных суглинках												
12 7	Темно-каштановая среднегумусная маломощная солонцеватая глинистая га зеленовато- коричневых глинах	крупноком коватый	среднесуглин истый	3,96	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,674	ККП ВО
12 8	Луговато-лесо- каштановая суглинистая на пестроцветных суглинках	мелкозерни стый	легкосуглини стый	7,45	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,512	ККП ВО
12 9	Намытая луговато- лессо-каштановая суглинистая почва днищ и балок	комковаты й	легкосуглини стый	5,87	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,641	ККП ВО
13 0	Светло-каштановая легкосуглинистая на желтовато- коричневатых суглинках, подстилаемых белесоватыми	комковаты й	легкосуглини стый	2,19	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,767	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	карбонатными суглинками												
13 1	Светло-каштановая супесчаная на третичных белых кварцевых песках	бесструкту рный	супесчаный	2,42	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,853	ККП ВО
13 2	Светло-каштановая суглинистая укороченная почва, подстилаемая былыми мелкозернистыми кварцевыми песками	мелкозерни стый	среднесуглин истый	4,56	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
13 3	Светло-каштановая тяжелосуглинистая на коричневых засоленных хвалынских глинах	мелкокомк оватый	среднесуглин истый	1,71	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,830	ККП ВО
13 4	Лугово-болотная полупустынная тяжелосуглинистая солончаковая на коричневых суглинках, подстилаемых песками	плитчатый	тяжелосуглин истый	4,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,367	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
13 5	Светло-каштановая легкосуглинистая (над погребенной почвой) на светло-коричневых суглинках	плитчатый	легкосуглини стый	7,12	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,555	ККП ВО
13 6	Светлокаштановая суглинистая на светлокоричневых карбонатных слабозасоленных суглинках	зернистый	среднесуглин истый	4,17	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
13 7	Лугово-черноземная среднегумусная среднемощная глубокосолончаковая тяжелосуглинистая на желтовато- коричневых тяжелых суглинках	комковаты й	тяжелосуглин истый	5,41	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
13 8	Темно-каштановая малогумусная маломощная тяжелосуглинистая на желто-коричневых засоленных суглинках	мелкокомк оватый	тяжелосуглин истый	5,51	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
13 9	Каштановая среднегумусная маломощная легкосуглинистая на светло-коричневато- палевых легких суглинках	пороховат ый	легкосуглини стый	3,09	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,464	ККП ВО
14 0	Луговая малогумусная супесчаная на аллювильно-оловых желтовато-палевых супесях	бесструкту рный	супесчаный	2,53	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,843	ККП ВО
14 1	Аллювиально-оловая лугово-лесная маломощная легкосуглинистая на желтовато-белесых супесях	пороховат ый	легкосуглини стый	1,46	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,689	ККП ВО
14 2	Темно-каштановая среднегумусная маломощная суглинистая на светло- желтовато- коричневых тяжелых суглинках	комковаты й	среднесуглин истый	4,52	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,672	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
14 3	Темно-каштановая среднегумусная маломощная тяжелосуглинистая на светло-коричневых карбонатных тяжелых суглинках	зернистый	глинистый	4,78	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,333	ККП ВО
14 4	Стратозем неполноразвитый очень малогумусный, незасоленный, среднесуглинистый	пороховат ый	легкосуглини стый	1,25	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,703	ККП ВО
14 5	Аброзем луговато- каштановый укороченный малогумусный тяжелосуглинистый на карбонатном засоленном буром суглинке	комковаты й	тяжелосуглин истый	0,63	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,580	ККП ВО
14 6	Лугово-черноземная среднегумусная среднемощная тяжелосуглинистая на буровато-коричневых	мелкокомк оватый	тяжелосуглин истый	3,97	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,454	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	аллювиально- делювильных средних суглинках												
14 7	Намытая луговато- лесо-каштановая супесчаная на делювиальных легких суглинках и супесях	пороховат ый	супесчаный	4,02	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,592	ККП ВО
14 8	Болотно-лесная иловато-глеевая глинистая	бесструкту рный	тяжелосуглин истый	9,28	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО
14 9	Луговато-лесо- каштановая, среднегумусная, маломощная, карбонатная, тяжелосуглинистая на белесо-палевом пролювии меловых пород	комковаты й	тяжелосуглин истый	5,12	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,365	ККП ВО
15 0	Аллювиальная луговато-лесная насыщенная темноцветная многогумусная	комковаты й	тяжелосуглин истый	5,62	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,453	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	глинистая на аллювии карбонатных пород												
15 1	Аллювиальная луговато-лесная насыщенная примитивная слоистая малогумусная супесчаная на песках и супесях	мелкозерни стый	легкосуглини стый	2,05	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,648	ККП ВО
15 2	Аллювиальная луговая темноцветная тяжелосуглинистая на белесовато-палевых легких суглинках	зернистый	тяжелосуглин истый	5,74	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
15 3	Аллювиальная луговато-лесная насыщенная темноцветная тяжелосуглинистая на легких суглинках, подстилаемых песком	зернистый	тяжелосуглин истый	7,97	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
15 4	Аллювиальная луговато-лесная насыщенная темноцветная	зернистый	тяжелосуглин истый	10,84	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	тяжелосуглинистая на темно-серых иловатых глинах												
15 5	Аллювиальная лесо- болотная иловато- перегнойно-глееватая тяжелосуглинистая на темно-серых иловатых глинах	зернистый	тяжелосуглин истый	6,81	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,5 2	0,324	ККП ВО
15 6	Каштановая малогумусная маломощная легкосуглинистая на светло-коричневых суглинках, подстилаемых зеленоватыми глауконитовыми суглинками	крупноком коватый	легкосуглини стый	1,67	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,803	ККП ВО
15 7	Каштановая маломощная малогумусная легкосуглинистая на пестроцветных суглинках,	комковаты й	легкосуглини стый	2,5	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,746	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	подстилаемых глауконитовым суглинком												
15 8	Каштановая малогумусная маломощная легкосуглинистая на карбонатных светло- коричневых легких суглинках	зернистый	легкосуглини стый	5,72	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,512	ККП ВО
15 9	Лугово-лесо- каштановая укороченная суглинистая на делювии кремнеземных пород	пороховат ый	среднесуглин истый	7,69	17,9 5	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,5 4	0,543	ККП ВО
16 0	Лугово-лесо- каштановая, неполноразвитая, суглинистая на элювии кремнеземных пород	пылеватый	легкосуглини стый	5,22	11,8 8	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,4 8	0,363	ККП ВО
16 1	Намытая луговато- лесо-черноземная, глинистая, на	комковаты й	глинистый	5,59	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,9 2	0,462	ККП ВО

№	Почва	Структура	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К- фак.	Источ ник
					1,00 - 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	<0,0 1		
	делювиальных темно-серых глинах												
16 2	Каштановая	мелкозернистая (порошистая)	тяжелосуглинистая	1,86	0	13	28	27	0	32	59	0,486	ЕГРПР
16 3	Каштановая солонцеватая и солончаковатая	мелкозернистая (порошистая)	среднесуглинистая	1,8	0	35	30	14	0	21	35	0,647	ЕГРПР
16 4	Светло-каштановые солонцеватая и солончаковатая	зернистая (крупитчатая)	среднесуглинистая	1,39	2	28	26	23	0	21	44	0,672	ЕГРПР
16 5	Солонец (автоморфный)	плитчатая	среднесуглинистая	1,06	0	0	0	0	0	22,19	22,19	0,058	ЕГРПР
16 6	Пойменная слабокислая и нейтральная	зернистая (крупитчатая)	Легкосуглинистая	1,24	0	0	0	0	0	31	31	0,025	ЕГРПР

Приложение Ж

Исходные данные для расчёта К-фактора согласно отчетам Гипрозема по результатам последней почвенной съёмки на территории Калачёвского района за период 1982-1983. Данные приведены для пахотного горизонта.

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
1	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,8	0,3	12,8	41,7	7,9	10,9	26,4	45,2	0,735513
2	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	2,16	1,7	23,9	25,3	8,2	12,4	28,5	49,1	0,696131
3	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,66	0	9,4	37,9	12,3	14	26,4	52,7	0,743384
4	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,56	0	3,3	50,2	10,8	13,6	22,1	46,5	0,792338
5	Светлокаштановая, среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	1,76	0,2	31,2	24,7	5,7	15,1	23,1	43,9	0,727171
6	Светлокаштановая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,86	0,3	12,6	40,2	10,2	13,6	23,1	46,9	0,764232
7	Светлокаштановая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,67	0,7	11,8	41	8,6	13,1	24,8	46,5	0,758502
8	Светлокаштановая карбонатная	Комковато-пылеватая	2,26	0	8,4	42,4	12,5	15,2	21,5	49,2	0,755891

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	тяжелосуглинистая почва										
9	Светло-каштановые солончаковатая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,46	0	11,9	34,5	11,4	16,6	25,6	53,6	0,762588
10	Светло-каштановые солончаковатая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,49	0,3	4,7	44	7,4	13	30,6	51	0,621602
11	Светло-каштановые солончаковатая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,87	0	6,5	38,5	9,1	19,1	26,8	55	0,727782
12	Светло-каштановая среднесолонцеватая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,02	1	8,1	37,4	9	15,8	28,7	53,5	0,70191
13	Светло-каштановая солончаковатая карбонатная тяжелосуглинистая почва с	Комковато-пылеватая	1,47	0	17,7	31	8,7	11,9	30,7	51,3	0,620965

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	искусственно- снатым гумусовым горизонтом										
14	Светло-каштановая слабосмытая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,79	3,6	14	31,8	12,1	13	25,5	50,6	0,744753
15	Светло-каштановая солончковатая слабосмытая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,48	0,4	27	27	11,8	16,5	17,3	45,6	0,848748
16	Светло-каштановая солончковатая слабосмытая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,36	0,2	18,6	34,2	10,4	9,6	27	47	0,754281
17	Светло-каштановая карбонатная сильносмытая среднесуглинистая почва балок	Слоеватый/пластинчатый	1,61	6,3	18,5	36,2	4,1	12,7	22,2	39	0,646289

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
18	Солонец светло-каштановый средний тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,45	0	10,5	35,5	5,5	11,9	36,6	54	0,438401
19	Солонец светло-каштановый мелкий тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,76	0	13,3	37,7	5,8	18	25,2	49	0,650389
20	Солонец светло-каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,89	0	12,3	33,7	12,5	11,8	29,7	54	0,600792
21	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,4	0,7	7,4	42,5	4	13,2	32,2	49,4	0,461066
22	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,62	0,2	48,8	29	9,1	10,8	2,1	22	0,921809
23	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,34	1,4	4	37,9	5,2	18,6	32,9	56,7	0,494682
24	Луговато-каштановая	Комковато-пылеватая	3,84	0	13,2	46,4	6,2	15,7	18,5	40,4	0,641464

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	карбонатная среднесуглинистая почва										
25	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,52	0	9	36	11,2	12,80	31	55	0,61429
26	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,81	0	12,2	32,8	14,5	8,4	32,1	55	0,585952
27	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,81	0	6,3	41,2	9	14,2	29,3	52,5	0,707722
28	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	2,11	0	12,3	41,7	13,5	15,6	26,9	56	0,771769
29	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,91	0	11,2	40,8	10,6	14	23,4	48	0,758304
30	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,68	3,6	14,7	33,1	9,1	13,8	25,7	48,6	0,749074
31	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,68	0	5,5	37,5	8,7	16,9	31,4	57	0,60152

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
32	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	крупно-комковатый	1,61	0	8,8	44,4	9,4	9	28,4	46,8	0,726936
33	Светло-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая	крупно-комковатый	1,63	0	12,9	37,4	9	12,1	29,6	49,7	0,720471
34	Светло-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая	крупно-комковатый	1,58	0	13,3	41	5,2	14,4	26,1	45,7	0,750823
35	Светло-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая	крупно-комковатый	1,49	0	11,8	34	6,6	15,1	32,5	54,2	0,593415
36	Светло-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая	крупно-комковатый	1,57	6,2	16,7	26,3	9	17	24,8	50,8	0,764277
37	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,81	0	10,5	46,2	8,3	12	23	43,3	0,7252
38	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая среднесуглинистая почва	бесструктурный	1,53	0	16,8	42,9	4,7	9,6	26	40,3	0,711636
39	Светло-каштановая карбонатная сильносмытая	бесструктурный	1,54	0	5,7	25,2	16,1	20,4	32,6	69,1	0,632914

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	легкоглинистая почва										
40	Светло-каштановая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,44	0	12,6	38,6	1,3	18,1	29,4	48,8	0,726584
41	Светло-каштановая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	2,8	0	9,8	39,1	11,9	8,7	30,5	51,1	0,565639
42	Светло-каштановая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,60	0,3	7,1	39,5	11,5	16,2	25,4	53,1	0,756586
43	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,82	0	18,5	33,5	14,4	9,6	24	48	0,757686
44	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,28	0	5,8	36,3	7,9	18,8	31,2	57,9	0,621596
45	Светло-каштановая карбонатная	бесструктурный	1,16	0	21,2	32	5,6	16	25,2	46,8	0,783807

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатая тяжелосуглинистая почва										
46	Светло-каштановая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,13	0	11,5	34,2	9,4	19,2	25,7	54,3	0,780361
47	Светло-каштановая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,86	0	4	44	12,5	12,4	27,1	52	0,725504
48	Светло-каштановая среднесолонцеватая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,81	0,9	21,1	33,9	1,1	17,2	25,8	44,1	0,740713
49	Светло-каштановая среднесолонцеватая солончаковатая карбонатная тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,89	3	24,7	24	13,3	22,2	12,8	48,3	0,871111
50	Светло-каштановая среднесолонцеватая солончаковатая карбонатная	бесструктурный	1,43	4,7	16,1	27,5	6	15,2	30,5	51,7	0,625746

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	тяжелосуглинистая почва										
51	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	3,68	0	5,8	34,5	16,3	14,2	29,2	59,7	0,509327
52	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,29	0,3	6,6	42,7	6,4	15,1	28,9	50,4	0,586536
53	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,07	0	10,3	42,7	6,8	17	23,2	47	0,651788
54	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,6	0	10,9	39	9,7	11,6	28,8	50,1	0,624685
55	Солонец каштановый глубокий	Слоеватый/пластинчатый	1,88	1,5	16,4	38,2	8	17,4	18,5	43,9	0,710958

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатый среднесуглинистый										
56	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,08	0,3	18,5	31	9	11,5	29,7	50,2	0,590685
57	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,57	8,2	15,7	27,8	8,3	16	24	48,3	0,673315
58	Солонец каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,2	0	9,5	39,3	6	13	32,2	51,2	0,510824
59	Солонец каштановый глубокий солончаковатый среднесуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,7	0	15,3	46,7	7,8	17,1	13,1	38	0,739017
60	Солонец каштановый глубокий	Слоеватый/пластинчатый	1,82	0	4,7	42,2	8,6	14,7	29,8	53,1	0,560601

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковый среднесуглинистый										
61	Солонец каштановый глубокий солончаковый среднесуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,18	5,2	20,9	27,2	7,5	15,4	23,8	46,7	0,596525
62	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,04	0	7,1	42	8,8	13,5	28,6	50,9	0,602736
63	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,52	1,7	14,2	32,2	5	16,6	30,3	51,9	0,52582
64	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,75	0	15,4	33,8	10,6	13,1	27,1	50,8	0,632617
65	Солонец каштановый средний	Слоеватый/пластинчатый	2,28	0	5,9	39,2	14,2	11,3	29,4	54,9	0,582673

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатый тяжелосуглинистый										
66	Солонец каштановый средний солончаковатый среднесуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,2	1,7	22,7	45,3	11,4	9,4	9,5	30,3	0,743894
67	Солонец каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,4	2	15,6	30,8	8,8	11	31,8	51,6	0,508465
68	Солонец каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,82	1,2	17,1	28,6	10,6	14,3	28,2	53,1	0,618383
69	Солонец каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,01	0,5	4,5	35,9	9	9,4	40,7	59,1	0,368218
70	Солонец каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	0,98	0,2	15,2	24,6	7,8	21,4	30,8	60	0,541744
71	Солонец каштановый мелкий	Слоеватый/пластинчатый	1,62	0,2	22,2	27,3	13	9,3	28	50,3	0,6312

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатый тяжелосуглинистый										
72	Солонец каштановый мелкий солончаковый глинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,39	0	11,3	28,1	8,8	7,7	44,1	60,6	0,362627
73	Солонец каштановый мелкий солончаковатый слабосмытый глинистый	Слоеватый/пластинчатый	2,31	5,1	11,3	16	5,7	15,2	46,7	67,6	0,338136
74	Луговато- каштановая карбонатная среднесуглинистая почва	Комковато-порошистая	1,79	3,8	25,5	26,8	7,1	18,6	18,2	43,9	0,676901
75	Луговато- каштановая среднемощная тяжелосуглинистая почва	Комковато-порошистая	3,24	0	13,5	32,7	12,4	16	25,4	53,8	0,563825
76	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,1	0,5	24,6	22,1	16,1	16,4	20,3	52,8	0,777604

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
77	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,93	0,5	7,2	40,8	12,3	15	24,2	51,2	0,749302
78	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,87	0	18,7	30,9	14,4	11,2	24,8	50,4	0,689209
79	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,1	0	11,3	43	8,3	13,3	24,1	45,7	0,740344
80	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,26	0	9,2	43,6	12,2	17,6	17,4	47,2	0,796806
81	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,15	0	16	38,4	8,1	13,9	23,6	45,6	0,742201
82	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,75	11,4	19,8	21,8	24,7	10,7	11,6	47	0,823178
83	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,25	0	7,7	47,4	10,9	15,6	18,4	44,9	0,787279
84	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,34	0	9,4	40,9	7,3	17,2	25,2	49,7	0,716119

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
85	Светло-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,91	1,7	10,5	33,2	10,8	17,8	26	54,6	0,733127
86	Светло-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,97	1,6	19,5	26,8	15	16,8	20,3	52,1	0,785688
87	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,5	0	23	41	13	12,7	10,3	36	0,812028
88	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,53	5,9	19	37,6	11,6	11,4	14,5	37,5	0,765551
89	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,7	19,2	26,1	23,8	6,2	9,5	15,2	30,9	0,814414
90	Светло-каштановая слабосмытая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,7	0	9,8	41,6	8,3	18,8	21,5	48,6	0,790037
91	Светло-каштановая слабосмытая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,21	0	23	30,7	13,4	14	18,9	46,3	0,784781
92	Светло-каштановая слабосмытая	Комковато-пылеватая	1,71	0	28,3	40,1	6,8	14,9	9,9	31,6	0,874363

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	среднесуглинистая почва										
93	Светло-каштановая слабосмытая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,57	14,1	14,1	32,1	7,5	11,8	20,4	39,7	0,766504
94	Светло-каштановая слабосмытая легкосуглинистая	Комковато-пылеватая	0,85	39,1	20,7	15,7	4,8	5	14,7	24,5	0,83483
95	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,61	4,2	23,2	27,3	4,8	20,6	19,9	45,3	0,812298
96	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,65	14,3	18,3	21,7	8	16,8	20,9	45,7	0,799312
97	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	1,21	18,2	28,5	16,2	6,8	13,5	16,8	37,1	0,829063
98	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	1,66	15,7	30	18,8	7,7	12,8	15	35,5	0,819347

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
99	Светло-каштановая солончаковатая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,38	0,4	11,2	37	10	13,1	28,3	51,4	0,740414
100	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,72	0	13,3	39,4	8,4	17	21,9	47,3	0,784719
101	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1,58	0	13	37,2	16	13,6	20,2	49,8	0,810996
102	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,42	0,3	19,9	34,7	8,4	16,5	20,2	45,1	0,820961
103	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,44	2,9	19,3	30,8	9,8	12,8	24,4	47	0,775842
104	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,6	0	13	40,9	14,8	13,5	17,8	46,1	0,835463

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
105	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая среднесуглинистая	бесструктурный	1,59	0,4	47	11	9	13,8	18	40,8	0,785598
106	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая среднесуглинистая	бесструктурный	2,39	2,8	14,4	43,2	11,8	12	15,8	39,6	0,761635
107	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая среднесуглинистая	бесструктурный	1,88	6,4	17,9	32,7	11,2	13,3	18,5	43	0,766958
108	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая среднесмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,52	0,3	24,7	27,6	10,9	13,3	23,2	47,4	0,7834
109	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая среднесмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,4	5,7	19,3	22,3	13,2	15,8	23,7	52,7	0,785347
110	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая	бесструктурный	4,19	19,6	20,9	25	7,7	12,4	14,4	34,5	0,666059

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	среднесмытая среднесуглинистая										
111	Солонец светло-каштановый глубокий тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,7	0	13,2	35,2	8,4	15,1	28,1	51,6	0,691875
112	Солонец светло-каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,72	0	16,6	33	11,8	12,6	26	50,4	0,710882
113	Солонец светло-каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,94	0	6,7	36,7	18,8	15,6	22,2	56,6	0,735398
114	Солонец светло-каштановый глубокий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,91	0	10,7	38,4	9,4	18,8	22,7	50,9	0,732225
115	Солонец светло-каштановый средний тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,49	0	15,1	34,9	7	17	26	50	0,7239

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
116	Солонец светло-каштановый средний тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,69	0	13	43,3	5	19,2	19,5	43,7	0,778503
117	Солонец светло-каштановый средний тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,36	0	16,8	37,6	7,8	12	25,8	45,6	0,73327
118	Солонец светло-каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,65	0	10	44,7	9,4	16,2	19,7	45,3	0,778906
119	Солонец светло-каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,47	3,7	12	32,4	8,4	12,6	30,9	51,9	0,584951
120	Солонец светло-каштановый средний солончаковатый среднесуглинистый	пластинчато-комковатой	1,78	0	15,9	45,1	4,6	16,4	18	39	0,745673
121	Солонец светло-каштановый мелкий тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,66	0	10,3	37,3	6,2	21,7	24,5	52,4	0,729058

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
122	Солонец светло-каштановый мелкий тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,54	7,2	22,2	45,1	8,4	10,9	6,2	25,5	0,9421
123	Солонец светло-каштановый мелкий тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,61	0	5,9	46,1	9,2	17,6	21,2	48	0,765644
124	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,46	0	9,1	42,6	8,3	16,2	23,8	48,3	0,747795
125	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	2,97	0	18,5	40,1	4,4	18,9	18,1	41,4	0,710921
126	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,65	0	9,2	40,5	12,4	10,2	27,7	50,3	0,698419
127	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,39	0	11,6	36,8	8,6	12,8	30,2	51,6	0,599095
128	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	2,07	3,6	33,3	37,6	14,7	5,7	5,1	25,5	0,914015

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
129	Луговато-каштановая среднемошная среднесуглинистая почва	комковато-порошистая	4,61	2,5	21,1	37,7	12,3	12,9	13,5	38,7	0,574934
130	Луговато-каштановая среднемошная легкосуглинистая	комковато-порошистая	1,31	18,1	18	39	3,3	5,7	15,9	24,9	0,690713
131	Луговато-каштановая среднемошная легкосуглинистая	комковато-порошистая	2,28	32,9	32,6	13,8	3,8	5,6	11,3	20,7	0,675055
132	Луговато-каштановая среднемошная супесчаная почва	бесструктурный	1,53	20,8	38,8	24	3,7	4,7	8	16,4	0,824607
133	Луговато-каштановая среднемошная карбонатная солончаковатая среднесуглинистая	бесструктурный	2	4	24,1	33,9	10,4	12	15,6	38	0,789858
134	Луговато-каштановая среднемошная	бесструктурный	2,26	6,3	41,5	34,8	2,4	4,4	10,6	17,4	0,740209

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковая супесчаная почва										
135	Луговато- каштановая среднемошная карбонатная средесуглинистая	комковато-порошистая	4,77	0	14,8	42,9	12,4	12,1	17,8	42,3	0,495048
136	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,6	0	13,1	35,2	11,8	14,8	25,1	51,7	0,75956
137	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,4	0	12,5	35,3	13,6	11,2	27,4	52,2	0,748115
138	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,4	1,3	6,1	41,4	13,4	16,5	21,3	51,2	0,810449
139	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,1	0	2,2	45	11	19,6	22,2	52,8	0,758753
140	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,8	0	10,9	36,4	13,6	11,5	27,6	52,7	0,724109
141	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,8	0	7,4	41,4	9,4	15	26,8	51,2	0,731692

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
142	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	2,2	0	7,8	40,3	9,2	14,6	28,1	51,9	0,697551
143	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,6	0	6,9	40	10	15,3	27,8	53,1	0,73321
144	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,1	0,5	7,4	45,8	8,5	12,7	25,1	46,3	0,788288
145	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,4	0,2	8,2	43,2	8,6	12,6	27,2	48,4	0,750082
146	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,7	8,1	7,3	31,4	4,2	23,7	25,3	53,2	0,751849
147	Светло-каштановая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,3	0	8,1	36,9	17,1	5,5	32,4	55	0,602699
148	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,4	1,7	20,4	34,8	9,4	16,4	17,3	43,1	0,81097
149	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,4	0,3	13	46	2,6	15,2	22,9	40,7	0,750631

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
150	Светло-каштановая среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1	25,4	5,1	29,8	6,2	9,8	23,9	39,7	0,765065
151	Светло-каштановая карбонатная среднесуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,5	1,1	7,3	48,6	3,2	15	24,8	43	0,725319
152	Светло-каштановая песчаная почва	Комковато-пылеватая	1,6	53,2	37,3	0,6	4,4	3,5	1	8,9	0,864813
153	Светло-каштановая среднесолонцеватая солончаковатая тяжелосуглинистая почва	бесструктурный	1	0,7	12,5	38,9	15	8,9	24	47,9	0,805669
154	Светло-каштановая солончаковатая среднесуглинистая почва	бесструктурный	1,3	1,7	20,4	34,3	9,4	16,4	17,3	43,1	0,857044
155	Светло-каштановая слабосмытая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,7	0,3	0,6	41,6	30,6	6	20,9	57,5	0,796234
156	Светло-каштановая слабосмытая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,8	0,4	10,7	39,8	4,5	18,8	25,8	49,1	0,741281

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
157	Светло-каштановая карбонатная слабосмытая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,7	0,4	14,9	35,5	6,4	22,8	20	49,2	0,805616
158	Светло-каштановая карбонатная слабосмытая тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,7								0,124
159	Светло-каштановая карбонатная слабосмытая среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	1,4	0	9,5	51,2	7,4	13,4	18,5	39,3	0,840692
160	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,3	1,9	10	36	9,4	17,7	25	52,1	0,777819
161	Светло-каштановая солончаковатая слабосмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	2	0	9,8	42	7,4	15,8	25	48,2	0,737532
162	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,7	0	4,9	41,5	9,4	13,7	30,5	53,6	0,6139

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
163	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,8	0	15,2	41,1	9,8	19,3	14,6	43,7	0,857283
164	Светло-каштановая среднесмытая солончаковатая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,3	1,1	19,6	33,4	6,8	12,2	26,9	45,9	0,758619
165	Светло-каштановая среднесмытая солончаковатая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,8	3,7	15,4	30,9	8,7	11,6	29,7	49,7	0,70458
166	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая среднесмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,5	1,1	11,7	31,3	10,5	19,4	26	55,9	0,756334
167	Светло-каштановая карбонатная солончаковатая среднесмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,4	0	10,4	34,6	12,3	17,4	25,3	55	0,769029
168	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая среднесуглинистая	бесструктурный	1,6	3	19,9	38,9	4,2	12,2	21,8	38,2	0,750023

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
169	Светло-каштановая карбонатная среднесмытая среднесуглинистая	бесструктурный	1	1,2	22,9	36,9	13,5	10,9	14,6	39	0,868815
170	Светло-каштановая карбонатная сильносмытая тяжелосуглинистая	бесструктурный	1,2	0	10,6	42,2	14,3	9,2	23,7	47,2	0,797109
171	Солонец светло- каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	бесструктурный	1,6	0	17,5	36,4	5,1	15,4	30,5	51,1	0,736638
172	Солонец светло- каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	бесструктурный	1,2	5,4	15,8	32,7	7,8	13	25,3	46,1	0,780483
173	Солонец светло- каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	бесструктурный	1,4	0,6	13,4	35,5	8,4	14,1	28	50,5	0,742243
174	Солонец светло- каштановый мелкий солончаковатый тяжелосуглинистый	бесструктурный	2	0	6,8	42	11,9	12,8	26,5	51,2	0,723329

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
175	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковый глинистый	бесструктурный	1,4	0,3	17,1	21,5	14,6	7	39,5	61,1	0,543991
176	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковый глинистый	бесструктурный	2	0	6,9	48,6	5,6	13,6	25,3	44,5	0,777669
177	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковый глинистый	бесструктурный	2,3	0	15,6	49,1	11,8	15,1	8,4	35,3	0,93386
178	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковый тяжелосуглинистый	бесструктурный	1,5	3,6	13,5	28,5	8	16,1	30,3	54,4	0,625703
179	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковый тяжелосуглинистый	бесструктурный	2	0	11,6	38	6,1	11,8	32,5	50,4	0,57248
180	Солонец светло-каштановый мелкий солончаковый тяжелосуглинистый	бесструктурный	1,8	0	7,9	37,4	9,6	9,5	35,6	54,7	0,538132
181	Луговато-каштановая	комковато-порошистая	2,6	4,6	15,3	32,5	16,3	10,5	20,8	47,6	0,642762

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	среднемощная тяжелосуглинистая почва										
182	Луговато- каштановая среднемощная супесчаная почва	бесструктурный	1,8	40,9	29,5	13,2	3,9	0,6	11,9	16,4	0,75865
183	Каштаново-луговая среднесолоделая среднесуглинистая почва	пороховато- мелозернистая	1,9	5,5	6,7	50,3	12,6	11,2	13,7	37,5	0,718385
184	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,8	0	4,3	41	14	14,4	26,3	54,7	0,736471
185	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	2,12	0	8	44,9	15, 1	10,6	21,4	41,1	0,611967
186	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	2,27	0	23,3	33,6	11,2	5,1	26,8	43,1	0,705441
187	Светлокаштановая, тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,52	0	14,8	39,7	7,9	9	28,6	45,5	0,729915
188	Светлокаштановая, среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	2,9	0	55,7	4,7	13,2	12,7	13,7	39,6	0,748238
189	Светлокаштановая, среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	1,85	0	10,6	45,9	7,5	15,1	20,8	43,4	0,787386
190	Светлокаштановая, среднесуглинистая	Комковато-пылеватая	2,22	0	12,6	45,6	5,7	17,6	18,5	41,8	0,788189

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
191	Светлокаштановая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,55	0	16,6	34,6	8,1	61,1	24,6	48,8	1,055923
192	Светлокаштановая карбонатная тяжелосуглинистая почва	Комковато-пылеватая	1,65	0	11	41,4	12,2	18,6	16,8	47,6	0,843107
193	Светлокаштановые слабосмытые тяжелосуглинситые	Комковато-пылеватая	1,71	0	14,4	35,7	10,5	9,8	29,6	49,3	0,710293
194	Светло-кашатновые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинстые	Комковато-пылеватая	1,71	0	10,9	37,6	14,8	20,6	16,1	51,5	0,846809
195	Светло-кашатновые карбонатные среднемытые тяжелосуглинстые	Комковато-пылеватая	1,56	0	28,7	30,2	10,8	12,5	23,8	47,1	0,812967
196	Светло-кашатновые карбонатные среднемытые среднесуглинстые	Комковато-пылеватая	1,82	0	8,7	50,5	9,1	14,5	17,2	40,8	0,827623
197	Светло-каштановая карбонатная сильносмытая	Комковато-пылеватая	1,8	0	6,4	47,3	10,1	18,2	18	46,3	0,820382

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	карбонатная тяжелосуглинистая										
198	Светло-каштановая карбонатная сильносмытая карбонатная тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,58	0,4	27	27	11,8	16,5	17,3	45,6	0,84222
199	Светло-каштановая карбонатная сильносмытая карбонатная тяжелосуглинистая	Комковато-пылеватая	1,55	0,2	18,6	34,2	10,4	9,6	27	47	0,743705
200	Солонцы каштановые глубокие тяжелосуглинистые	Слоеватый/пластинчатый	0,55	0	11,5	42	10,2	13,5	22,8	46,5	0,746406
201	Солонец светло- каштановый мелкий тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,73	0	9,4	41,8	5,8	17,7	25,3	48,8	0,651131
202	Солонцы каштановые глубокие солончаковые тяжелосуглинистые	Слоеватый/пластинчатый	1,29	0	12	36,2	8,4	17,8	25,6	51,8	0,673275
203	Солонцы каштановые	Слоеватый/пластинчатый	1,57	0	13,6	40,1	5,3	17,8	23,2	46,3	0,681435

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	глубокие солончаковые тяжелосуглинистые										
204	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,45	0	6,1	41,3	2,2	20,6	29,8	52,6	0,62325
205	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Слоеватый/пластинчатый	1,83	0	25	26	10,6	15,8	22,6	49	0,672009
206	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	Комковато-пылеватая	2,22	0	23,5	44,4	10,9	15	6,2	32,1	0,879241
207	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	крупно-комковатый	1,69	0	15,3	35	11,3	13,7	24,7	49,7	0,758336
208	Солонец каштановый средний	крупно-комковатый	1,2	0	13,6	38,3	11,4	10	26,7	48,1	0,766212

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатый тяжелосуглинистый										
209	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	крупно-комковатый	1,69	0	9,6	40	10,2	13,9	26,3	50,4	0,742666
210	Солонец каштановый средний солончаковатый тяжелосуглинистый	крупно-комковатый	1,84	0	16,1	45,1	13,8	17,6	7,4	38,8	0,937325
211	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые глинистые	крупно-комковатый	1,76	0	1,4	38,9	12,8	10,3	36,6	59,7	0,526371
212	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые глинистые	крупно-комковатый	1,58	0	8,5	36,8	8,8	8,2	37,7	54,7	0,518271
213	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые глинистые	крупно-комковатый	3,06	0,3	15	39	10,4	15,5	19,8	45,7	0,722455
214	Солонцы каштановые мелкие	крупно-комковатый	1,86	0	11,3	45,4	13,6	13,8	15,9	43,3	0,838992

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатые тяжелосуглинистые										
215	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	крупно-комковатый	1,19	0	3,4	45,9	3,7	13,8	33,2	50,7	0,595307
216	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	крупно-комковатый	1,22	0	11,1	41,2	6,3	14,6	26,8	47,7	0,764086
217	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	2,58	0	18,6	48,3	12,6	11,9	8,6	33,1	0,791629
218	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,55	0	13	34,2	9,5	18,2	25,1	52,8	0,719432
219	Солонцы каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,97	0,3	12,4	46,8	7,6	16,5	17	40,5	0,800843
220	Солонец каштановый мелкий солончаковатый глинистый	бесструктурный	1,96	0,3	9,2	34,5	16	17,6	22,4	56	0,765206

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
221	Солончак	бесструктурный	6,95	0	24,1	44,4	7,2	16,3	8	31,5	0,766858
222	Лугово-каштановые тяжелосуглинистые	комковато-порошистая	3,85	0	11,3	43,7	8,3	19,1	17,6	45	0,592467
223	Лугово-каштановые карбонатные среднесуглинистые	комковато-порошистая	4,25	0	20,2	40,6	9,9	9,9	19,4	39,2	0,567798
224	Дилювиальные намытые среднесуглинистые	бесструктурный	3,04	0,9	17,1	47,4	10,8	12,7	11,1	34,6	0,807497
225	Светло-каштановые карбонатные солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,72	0	4,2	42,6	6,8	22	24,2	53	0,76031
226	Каштановые среднесуглинистая	пороховато- мелозернистая	2,5	2,8	32,1	33,4	10,8	11,4	9,5	31,7	0,721734
227	Каштановые среднесуглинистая	пороховато- мелозернистая	1,95	3,8	34,2	27,2	8,9	12,7	13,2	34,8	0,720456
228	Каштановые среднесолонцеватые тяжелосуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,84	1,2	15,6	37,8	11,2	11,6	22,6	45,4	0,671411
229	Каштановые среднесолонцеватые среднесуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,6	2,9	55,9	10,5	7,8	11,2	11,7	30,7	0,590931
230	Каштановые среднесолонцеватые среднесуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,68	4,8	22,1	36,1	6,5	18,7	11,8	37	0,755343

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
231	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,35	0	6,7	34,2	15,2	11,9	32	59,1	0,60658
232	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,57	0	9,7	34,9	8,2	16,2	31	55,4	0,612132
233	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,98	0,8	10,7	31,6	4,2	20,3	32,4	56,9	0,574692
234	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,52	1	8,6	35,9	14,4	9,9	30,2	54,5	0,626335
235	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,22	0,4	9,6	35,8	8,2	13,7	32,3	54,2	0,607493
236	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,86	0	11,2	40,5	8,9	15	24,4	48,3	0,751428
237	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,54	1,1	16,9	34	8,6	12,2	27,2	48	0,742315
238	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,74	0	14,4	35,5	8,9	12,7	28,5	50,1	0,71893
239	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,81	0	17,1	33,7	10,4	11,6	27,2	49,2	0,727336
240	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,49	0	15,7	40,8	6,3	15,8	21,4	43,5	0,803892
241	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,5	0,7	20,1	30,8	7,4	8,9	32,1	48,4	0,59885
242	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,67	1,3	19,3	34,5	8,6	9,8	26,5	44,9	0,741853

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
243	Солонец светло-каштановый средний тяжелосуглинистый	пластинчато-комковатой	1,82	0	17	37,6	8,9	9,6	26,9	45,4	0,696624
244	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	16,8	0	12,2	40,6	12,6	14,3	20,3	47,2	0,659458
245	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,68	0,3	10,5	41	16,1	6,7	25,4	48,2	0,752013
246	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,68	1,1	26,7	26,8	13,8	11,7	19,9	45,4	0,807916
247	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	2,01	1,4	17,7	33,6	9	17	21,3	47,3	0,773133
248	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,61	0,3	19,2	32,4	21,3	7	19,8	48,1	0,813357
249	Светло-каштановые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,54	3	10,7	37,3	9,4	10,8	28,8	49	0,726925
250	Светло-каштановые среднесуглинистые	Комковато-пылеватая	1,6	2,6	23,9	30,6	8,8	19,1	15	42,9	0,823411
251	Светло-каштановые среднесуглинистые	Комковато-пылеватая	1,32	12,7	31,8	24,8	3	11,5	16,2	30,7	0,828626
252	Светло-каштановые среднесуглинистые	Комковато-пылеватая	1,99	2,1	14	37,5	12,7	8,4	25,3	40,4	0,692242
253	Светло-каштановые среднесуглинистые	Комковато-пылеватая	2,61	1,8	34,7	37,4	7,3	7,8	11	26,1	0,796537
254	Светло-каштановые среднесуглинистые	Комковато-пылеватая	0,93	4,1	10,4	21,3	31,2	14,8	18,2	64,2	0,831233

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
255	Светло-каштановые карбонатные тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	2,21	0	12,3	38,6	9,3	19	20,8	49,1	0,765816
256	Светло-каштановые карбонатные тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,9	0	19,9	35,5	12,2	14,3	18,1	44,6	0,812875
257	Светло-каштановые карбонатные тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,76	0	14,4	36,1	7,9	16,2	25,4	49,5	0,747439
258	Светло-каштановая карбонатные тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,95	0	9,2	32,9	15,8	14,5	27,6	57,9	0,715843
259	Светло-каштановые прерыто- карбонатные тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,59	0	17,7	33,4	7,6	19,1	22,2	48,9	0,789495
260	Светло-каштановые слабосмытые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,79	0	8,4	41,4	11,3	17,4	21,5	50,2	0,784549
261	Светло-каштановые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,6	0	12,8	40	7	19,3	20,9	47,2	0,802391
262	Светло-каштановые карбонатные	Комковато-пылеватая	1,52	0,2	4,2	43,6	6,8	14	31,2	52	0,611306

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	слабосмытые тяжелосуглинистые										
263	Светло-каштановые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинистые	Комковато-пылеватая	1,83	0	14,7	37,1	8,9	17,9	21,4	48,2	0,783127
264	Светло-каштановые карбонатные сильносмытые среднесуглинистые	Комковато-пылеватая	1,08	6,3	23,8	32,2	7,1	12,4	18,2	37,7	0,821582
265	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,44	1	22,3	31,3	2	14,5	28,9	45,4	0,731366
266	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,78	0	6,4	41,3	8,8	14,2	29,3	52,3	0,709329
267	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,78	0	13,6	39,8	13,9	5,9	26,8	46,6	0,732809
268	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,34	0	0	43,3	5,7	25,5	25,5	56,7	0,770438

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
269	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,24	0	4,9	44,1	2,2	8,5	40,3	51	0,495821
270	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,88	0	17,6	38,4	12,2	14,4	17,4	44	0,821572
271	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,52	0	0,1	39,8	13	15,5	22,6	51,1	0,672469
272	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные среднесмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,73	1,2	15,9	25,9	8,5	20,9	27,6	57	0,727966
273	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные среднесмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,27	0	12,7	33,5	10,1	17,1	26,6	53,8	0,7633

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
274	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные среднесмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,52	1,3	13,3	31,3	4,8	20,1	29,2	54,1	0,724201
275	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные среднесмытые среднесуглинистые	бесструктурный	1,7	1,2	16,6	41,9	0,5	18,9	20,9	40,3	0,753234
276	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные сильносмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,25	1,8	20,7	30,6	10,2	15,6	21,1	46,9	0,821782
277	Светло-каштановые солончаковатые карбонатные сильносмытые слаборазмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,1;-	2,4	29,9	27,1	10,6	17,4	12,6	40,6	0,724891
278	Светло-каштановые солончаковые карбонатные среднесмытые	бесструктурный	1,8;-	0	21,5	46,1	3,8	16	12,6	32,4	0,724891

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	среднесуглинистые (почвы балок)										
279	Светло-каштановые среднесолонцеватые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,68	0	13,2	35,1	10	11,8	29,9	51,7	0,70911
280	Светло-каштановые среднесолонцеватые тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,01	0	5,1	44	7,3	17	26,6	50,9	0,721831
281	Светло-каштановые среднесолонцеватые среднесуглинистые	бесструктурный	2,13	4,9	20	34,7	12,2	8,9	19,3	40,4	0,785808
282	Светло-каштановые среднесолонцеватые карбонатные тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,35	0	18,9	27,2	12,4	17,8	23,7	53,9	0,729481
283	Светло-каштановые среднесолонцеватые карбонатные тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,8	0	17,8	37,9	10,7	6,9	36,7	45,3	0,697537
284	Светло-каштановые среднесолонцеватые солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,22	0	12,6	39,4	6,8	12,5	28,7	48	0,69109
285	Светло-каштановые среднесолонцеватые	бесструктурный	1,65	0,3	10,4	40,1	2,1	19,7	27,4	49,2	0,734291

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солончаковатые тяжелосуглинистые										
286	Светло-каштановые среднесолонцеватые солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,68	2	5,2	50	11	10,2	21,6	42,8	0,790226
287	Светло-каштановые среднесолонцеватые солончаковатые карбонатные слабосмытые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,24	0	12,6	34,2	12,4	15,3	25,5	53,2	0,776145
288	Солонцы светло- каштановые глубокие легкосуглинистые	пластинчато-комковатой	1,72	0	14,7	24,8	11,6	15,6	33,3	60,5	0,453658
289	Солонцы светло- каштановые глубокие тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	2,21	0,3	26,5	27,4	10,5	14,8	20,5	45,8	0,735781
290	Солонцы светло- каштановые глубокие тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	1,62	0,7	16,6	31,6	8,6	14,2	28,3	51,1	0,694342
291	Солонцы светло- каштановые	пластинчато-комковатой	1,55	1,1	10,2	38,4	8,1	16,9	25,3	50,3	0,727439

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	глубокие солончаковатые тяжелосуглинистые										
292	Солонцы светло-каштановые глубокие солончаковатые тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	1,34	0	15,4	35,8	11,8	10,5	26,5	48,8	0,727377
293	Солонцы светло-каштановые средние тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	1,57	1,1	18,5	27,8	8,3	11,2	33,1	52,6	0,548504
294	Солонцы светло-каштановые средние среднесуглинистые	пластинчато-комковатой	2,19	1,2	23,2	42,7	10,7	12,4	9,8	32,9	0,807252
295	Солонцы светло-каштановые средние солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,52	1,3	8,6	39,5	10,9	11,5	28,2	50,6	0,733749
296	Солонцы светло-каштановые средние солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,44	3,7	23,2	22,8	8,7	13,6	28	50,3	0,740054

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
297	Солонцы светло-каштановые средние солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,57	0,7	23,5	29,4	4,6	16,6	25,2	46,4	0,760288
298	Солонцы светло-каштановые средние солончаковатые среднесуглинистые	бесструктурный	1,63	1,1	11,1	50,8	10,6	18,2	7,9	36,7	0,902066
299	Солонцы светло-каштановые мелкие тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	2,12	0	15,6	29,9	13,2	19,6	21,7	54,5	0,686456
300	Солонцы светло-каштановые мелкие солончаковатые легкоглинистые	бесструктурный	1,9	0,8	16	41,4	9,2	19	4,6	32,8	0,943775
301	Солонцы светло-каштановые мелкие солончаковатые легкоглинистые	бесструктурный	3,58	8,2	29,6	35,1	8,8	10,7	7,6	27,1	0,845562
302	Солонцы светло-каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,28	1,9	23	44,2	11,3	5,4	14,2	30,9	0,828794

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
303	Солонцы светло-каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	1,72	3,6	17,4	37,6	8,4	12,2	20,8	41,4	0,796037
304	Солонцы светло-каштановые мелкие солончаковатые тяжелосуглинистые	бесструктурный	2,31	5,9	29,3	37,1	4,6	19,3	3,8	27,7	0,943362
305	Луговато-каштановые среднесуглинистые	комковато-порошистая	2,08	18,4	28,6	19,5	15,6	5,7	12,2	33,5	0,722403
306	Луговато-каштановые среднесуглинистые	комковато-порошистая	2,43	8	23,4	33,8	6,1	14,8	13,9	34,8	0,67964
307	Луговато-каштановые среднесуглинистые	комковато-порошистая	2,47	0	21,6	39,1	13,4	11	14,9	39,3	0,666514
308	Луговато-каштановые среднесуглинистые	комковато-порошистая	3,78	0,5	19	38,1	6,8	9,3	26,3	42,4	0,482956
309	Луговато-каштановые	комковато-порошистая	1,34	0,3	13,6	45,5	4,8	14,2	21,6	40,6	0,668923

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	среднеомощные среднесуглинистые										
310	Луговато-каштановые среднеомощные среднесолоделые тяжелосуглинистые	комковато-порошистая	2,54	1,1	19,6	32,9	11,5	15,9	19	46,4	0,663813
311	Луговато-каштановые среднеомощные среднесолоделые тяжелосуглинистые	комковато-порошистая	1,82	1,1	12,9	32,7	11,1	16	26,2	53,3	0,637302
312	Лугово-каштановые среднеомощные тяжелосуглинистые	комковато-порошистая	3,79	1,9	25,2	24	4,1	25,7	19,1	48,9	0,583579
313	Лугово-каштановые малоомощные солончаковые карбонатные среднесуглинистые	бесструктурный	1,74	0	21,1	41,3	7,8	12,4	17,4	37,6	0,787697
314	Лугово-каштановые малоомощные солончаковые легкосуглинистые	бесструктурный	2,39	0	28,1	46,7	9,8	6,3	9,1	25,2	0,790292
315	Солонцы луговато-каштановые	бесструктурный	1,97	0,9	6,3	36,5	6,6	16,5	33,2	56,3	0,564042

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	глубокие солончаковатые тяжелосуглинистые										
316	Солонцы луговато-каштановые мелкие солончаковые тяжелосуглинистые	бесструктурный	4,5	2,7	14,6	37,4	13,6	13,6	18,1	45,3	0,677544
317	Солонцы луговато-каштановые мелкие солончаковые тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	2,45	0	10,9	46	10,8	7,7	24,6	43,1	0,682294
318	Солонцы луговые тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	2,03	0	17,2	40,8	3,8	9,3	28,9	42	0,666554
319	Солонцы луговые тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатой	2,17	0	17,4	44,7	10,4	10,6	16,9	37,9	0,654614
320	Каштановая среднемощная ср.суглин	пороховато-мелозернистая	2,57	1,3	40,2	25,2	6,8	8,7	17,8	33,3	0,797
321	Каштановая среднемощная ср.суглин	пороховато-мелозернистая	1,58	2,2	48	22,2	5,6	7,9	19,1	32,6	0,819
322	Каштановая среднемощная ср.суглин	пороховато-мелозернистая	1,15	6,6	35,9	22,4	7,2	6,6	21,3	35,1	0,754

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
323	Каштановая среднемощная ср.суглин	пороховато- мелозернистая	1,62	0,9	53	4,1	8,2	12,2	21,6	42	0,75
324	Каштановая среднемощная ср.суглин	пороховато- мелозернистая	2,07	1,8	25,2	28,4	11	13,1	20,5	45	0,764
325	Каштановая среднемощная ср.суглин	пороховато- мелозернистая	2,06	0,7	24,8	29,6	1,6	24,2	19,1	44,9	0,781
326	Каштановая среднемощная лег.суглин	пороховато- мелозернистая	1,4	2,1	59,4	16,3	4,3	4,7	13,2	22,2	0,813
327	Каштановая среднемощная лег.суглин	пороховато- мелозернистая	1,46	0,6	39,8	31,2	7,9	5,5	15	28,4	0,79
328	Каштановые маломощные легкосуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,54	1,4	50,4	21	3,6	10,8	12,8	27,2	0,819
329	Каштановые маломощные слабосмытые среднесуглинистые	пороховато- мелозернистая	2,55	0,8	31,1	30,7	8,3	8,9	20,2	37,4	0,767
330	Каштановые маломощные слабосмытые легкосуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,34	5,1	49,2	22,1	4,8	3	15,8	23,6	0,779

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
331	Каштановые карбонатные сильносмытые среднесуглинистые почвы	пороховато- мелозернистая	2,73	0	30,6	38,1	8,6	7,8	14,9	31,3	0,834
332	Светло-каштановые среднесуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,59	0,7	28,4	32	9,5	15,2	14,2	38,9	0,843
333	Светло-каштановые среднесуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,48	0	26,6	38,6	1,7	8,1	25	34,8	0,711
334	Светло-каштановые среднесуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,27	1,9	32,6	28,2	2,9	11,2	23,2	37,3	0,732
335	Светло-каштановые легкосуглинистые	пороховато- мелозернистая	1,12	2,5	46,2	33,1	6,2	6	6	18,2	0,913
336	Светло-каштановые карбонатные среднесмытые	пороховато- мелозернистая	1,25	4,7	31,4	30,6	6	7,80	19,5	33,3	0,733
337	Солонцы каштановые глубокие тяжелосуглинистые	пластинчато-комковатая	1,67	0,3	16,3	36,2	7,4	8,6	31,2	47,2	0,676
338	Солонцы каштановые глубокие среднесуглинистые	пластинчато-комковатая	2,59	0,3	25,3	35,8	6,5	10,4	21,7	38,6	0,848
339	Солонцы каштановые	пластинчато-комковатая	3,13	0	22,7	35,6	6	13,6	22,1	41,7	0,844

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	глубокие среднесуглинистые										
340	Солонцы каштановые глубокие среднесуглинистые	пластинчато-комковатая	1,38	0,3	19,9	35	5	13,6	26,2	44,8	0,796
341	Солонцы каштановые глубокие среднесуглинистые	пластинчато-комковатая	2,16	0,8	21,7	33,5	15,7	6,9	21,4	44	0,852
342	Солонцы каштановые средние среднесуглинистые	пластинчато-комковатая	1,5	0,3	20,3	39,6	6,6	10,6	22,6	39,8	0,838
343	Солонцы каштановые средние среднесуглинистые	пластинчато-комковатая	2,12	0	24,8	33	8,6	16,2	17,4	42,2	0,901
344	Солонцы каштановые средние среднесуглинистые	пластинчато-комковатая	1,91	5,9	25,4	30,3	5,8	10,4	22,2	38,4	0,842
345	Пески волнистые среднеразвитые среднезакрепленные	бесструктурный	0,5	13,8	79,5	0,9	0,8	2,2	2,8	5,8	0,972

№ п/п	Почва	Структура	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
346	Пески волнистые среднеразвитые среднезакрепленные	бесструктурный	0,59	18,3	74,8	3,4	2,3	0,7	0,5	3,5	1,007
347	Гумисированная супесь среднепогребенная песком	бесструктурный	0,61	34,9	51,3	8,4	0,6	3,1	1,7	5,4	1,032
348	Деллювиальные наносы легкосуглинистые (днище балки Грачевой)	бесструктурный	4,19	5,9	60,5	8,1	3,8	9,3	12,4	25,5	0,923
349	Пески волнистые среднеразвитые среднезакрепленные	бесструктурный	0,43	23	62	7	0,4	1,6	6	8	0,926

Приложение 3

Исходные данные для расчёта К-фактора по контурам почв согласно почвенной карте Волгоградской области и ЕГРПР. Данные приведены для пахотного горизонта.

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
1	Черноземы обыкновенные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	8,8	1,9	12,1	17,9	10,3	12,8	45	68	0,2689
2	Черноземы обыкновенные	Песчаные	7,55	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,5688
3	Черноземы обыкновенные	Среднесуглинистые	8,55	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
4	Черноземы обыкновенные	Легкосуглинистые	8,3	1,9	12,1	17,9	10,3	12,8	45	68	0,1829
5	Пески среднегумусированные	Песчаные	0,8	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,9389
6	Аллювиальные луговые насыщенные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,89	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3639
7	Черноземы южные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,1	1	33,8	24,6	2,2	6,5	32	59	0,3975
8	Аллювиальные луговые насыщенные	Легкосуглинистые	4	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,5325
9	Черноземы неполноразвитые	Легкосуглинистые	8,2	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,92	0,3825

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
10	Пески слабогумусированные	Песчаные	0,4	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,9728
11	Черноземы с солонцами черноземными 10-25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	7,85	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3639
12	Черноземы с солонцами черноземными 25-50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	6,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
13	Черноземы с солонцами черноземными 10-25%	Среднесуглинистые	7,6	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
14	Черноземы южные остаточно-луговые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,7	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3639
15	Черноземы южные	Легкосуглинистые	4,6	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,5325
16	Аллювиальные луговые насыщенные с солонцами луговыми 25- 50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	4,51	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4299
17	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	4	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,2463
18	Черноземы неполноразвитые	Среднесуглинистые	7,95	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
19	Черноземы южные	Песчаные	3,85	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,5815

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
20	Смытые и намытые почвы оврагов, балок и прилегающих склонов	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	1,4	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5607
21	Лугово-черноземные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	9,2	3	11	29	6	18	33	57	0,3859
22	Черноземы с солонцами черноземными 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	7,85	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,2259
23	Черноземы южные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,1	1	33,8	24,6	2,2	6,5	32	59	0,2467
24	Черноземы южные	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	4,35	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
25	Черноземы южные	Среднесуглинистые	4,85	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
26	Аллювиальные луговые насыщенные с песками слабогумусированными 25–50%	Песчаные	1,9	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,8127
27	Аллювиальные луговые насыщенные с солонцами 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,29	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
28	Лугово-черноземные с солонцами 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	7,78	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
29	Солонцы черноземные с черноземами 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	6,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4629
30	Аллювиальные луговые насыщенные с солонцами 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	4,7	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
31	Солонцы лугово-черноземные с лугово-черноземными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	6,85	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4629
32	Лугово-черноземные с солонцами лугово-черноземными 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	8,03	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
33	Черноземы южные остаточно-луговатые	Среднесуглинистые	5,45	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
34	Солонцы лугово-черноземные с лугово-черноземными 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,68	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4629
35	Черноземы с солончаками 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,87	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
36	Лугово-черноземные с солонцами лугово-черноземными 10–25%	Легкосуглинистые	7,53	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,5655

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
37	Лугово-черноземные с солонцами лугово-черноземными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	6,85	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4299
38	Лугово-каштановые с солонцами лугово-каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4683
39	Солонцы черноземные с черноземами 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3639
40	Аллювиальные луговые насыщенные с солончаками луговыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	4,79	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
41	Аллювиальные луговые насыщенные с солонцами луговыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	5,12	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
42	Черноземы с солонцами черноземными 10–25%	Легкосуглинистые	7,35	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,5325
43	Черноземы с солонцами черноземными 25–50%	Среднесуглинистые	6,65	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6057
44	Черноземы с солонцами черноземными 10–25%	Супесчаные	6,85	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,6017
45	Темнокаштановые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,8	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3714

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
46	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4307
47	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Легкосуглинистые	2,6	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,6627
48	Солонцы каштановые с каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5043
49	Черноземы неполноразвитые	Песчаные	4,2	5	38	38	14	3	2	5	0,5539
50	Каштановые неполноразвитые	Песчаные	1,6	5	38	38	14	3	2	5	0,4877
51	Черноземы южные остаточно-луговые	Легкосуглинистые	5,2	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,5325
52	Черноземы южные солонцеватые	Среднесуглинистые	4,75	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
53	Темнокаштановые	Легкосуглинистые	3,3	10,9	41,3	15	7,1	8,2	17,5	32,8	0,5431
54	Аллювиальные луговые насыщенные с песками среднегумусированными 25–50%	Песчаные	2,1	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,7958
55	Лугово-черноземные с песками слабогумусированными 25–50%	Песчаные	3,75	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,623

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
56	Темнокаштановые	Супесчаные	2,8	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,7019
57	Темнокаштановые	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	3,05	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6383
58	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,3	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4232
59	Смытые и намытые почвы оврагов, балок и прилегающих склонов	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	0,65	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,9031
60	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	2,35	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7196
61	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,85	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6851
62	Темнокаштановые	Среднесуглинистые	3,55	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6037
63	Каштановые неполноразвитые	Песчаные	1,6	5	38	38	14	3	2	5	0,7858
64	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Среднесуглинистые	3,05	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6713

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
65	Каштановые неполноразвитые	Известняки и другие карбонатные	3,1	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,92	0,1613
66	Темнокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,92	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6473
67	Каштановые с солонцами каштановыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,75	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4769
68	Каштановые с солонцами каштановыми засоленными 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,33	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4221
69	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4383
70	Каштановые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,5	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3827
71	Каштановые	Легкосуглинистые	3	13,9	41,1	16	4,9	9,4	14,7	29	0,5895
72	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,427

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
73	Каштановые неполноразвитые	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	2,35	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7196
74	Каштановые	Супесчаные	2,5	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,7269
75	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,95	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6782
76	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми 25–50%	Среднесуглинистые	2,5	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7753
77	Каштановые	Среднесуглинистые	3,25	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6245
78	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Среднесуглинистые	2,65	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6989
79	Аллювиальные луговые насыщенные с солончаками луговыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4336
80	Темнокаштановые солонцеватые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,5	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3827
81	Темнокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,88	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,439

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
82	Темнокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,17	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3951
83	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные с солончаками 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	1,63	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,519
84	Темнокаштановые	Песчаные	2,55	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,6916
85	Солонцы каштановые с темнокаштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,03	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4994
86	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные с солонцами 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5051
87	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,272
88	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Супесчаные	1,9	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,81
89	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Песчаные	1,65	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,4971
90	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Песчаники	1,7	5	38	38	14	3	2	5	0,7775

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
91	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Супесчаные	2,2	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,7849
92	Каштановые неполноразвитые	Песчаники	1,6	5	38	38	14	3	2	5	0,2838
93	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	2,15	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7335
94	Каштановые	Песчаные	2,25	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,7171
95	Каштановые	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	2,75	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,659
96	Каштановые неполноразвитые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,1556
97	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	2,45	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7127
98	Лугово-черноземные	Среднесуглинистые	8,95	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5727
99	Лугово-каштановые с солонцами лугово- каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5013

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
100	Лугово-каштановые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4353
101	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	2,55	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,4381
102	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,68	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4795
103	Каштановые неполноразвитые	Известняки и другие карбонатные	3,1	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,92	0,4467
104	Каштановые неполноразвитые	Известняки и другие карбонатные	3,1	1,06	1,42	28,6	5,56	25,96	37,4	68,92	0,2772
105	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные	Среднесуглинистые	0,75	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,8632
106	Темнокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Песчаные	1,6	5	38	38	14	3	2	5	0,7858
107	Каштановые неполноразвитые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,1	5	38	38	14	3	2	5	0,8765

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
108	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	1,2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5352
109	Каштановые неполноразвитые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,1	5	38	38	14	3	2	5	0,544
110	Лугово-каштановые с песками слабогумусированными 10–25%	Песчаные	0,43	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,9373
111	Каштановые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,5	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4877
112	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Песчаные	1,95	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,7755
113	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,55	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4844
114	Солонцы каштановые с каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,6	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5155
115	Каштановые солонцеватые с	Среднесуглинистые	2,3	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7561

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	солонцами каштановыми 25–50%										
116	Каштановые солонцеватые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,8	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,442
117	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,43	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7471
118	Каштановые неполноразвитые	Легкосуглинистые	3,1	5	38	38	14	3	2	5	0,6328
119	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	Легкосуглинистые	2,7	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,6557
120	Солонцы засоленные каштановые с каштановыми 25–50%	Легкосуглинистые	2,25	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,753
121	Солонцы каштановые с каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,35	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7856
122	Солонцы засоленные каштановые с каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,13	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,8008
123	Солонцы засоленные каштановые с каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,75	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5099

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
124	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Легкосуглинистые	2,4	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,6766
125	Каштановые солонцеватые	Легкосуглинистые	2,3	0,2	35,2	29,9	6,7	6,6	21,1	34,5	0,6035
126	Аллювиальные луговые насыщенные с песками слабогумусированными 10–25%	Песчаные	1,11	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,8796
127	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,75	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5099
128	Смытые и намытые почвы оврагов, балок и прилегающих склонов	Среднесуглинистые	1,15	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,8685
129	Светлокаштановые	Среднесуглинистые	3,25	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7235
130	Смытые и намытые почвы оврагов, балок и прилегающих склонов	Легкосуглинистые	0,9	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,8467
131	Светлокаштановые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,5	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4817
132	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25–50%	Среднесуглинистые	2,3	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7891
133	Светлокаштановые	Легкосуглинистые	3	16	34	17	8	10	12	30	0,697

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
134	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%	Средние и легкие суглинки, подстилаемые супесями и песками	1,8	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7906
135	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,55	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4844
136	Солонцы каштановые с каштановыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,55	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5174
137	Каштановые с солонцами каштановыми засоленными 25–50%	Среднесуглинистые	2,5	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7423
138	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,38	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5238
139	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,43	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5219
140	Лугово-каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4976

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
141	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми засоленными 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,8	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,475
142	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми солонцеватыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,4	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5231
143	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	1,75	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5145
144	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	Легкосуглинистые	2,18	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,7248
145	Лугово-каштановые засоленные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,9	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4383
146	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми 25–50%	Легкосуглинистые	2,25	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,753
147	Светлокаштановые солонцеватые	Песчаные	1,05	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,9177

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
148	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми солонцеватыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5306
149	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми 10–25%	Среднесуглинистые	2,13	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,8008
150	Лугово-каштановые солонцеватые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,5	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4487
151	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми 10–25%	Легкосуглинистые	1,88	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,7787
152	Аллювиальные луговые насыщенные	Песчаные	2,45	7,15	57,33	28,12	1,08	5,8	0,52	7,4	0,7991
153	Аллювиальные луговые насыщенные	Частая смена по глубине и площади пород различного состава с преобладанием суглинка	3,45	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,6006
154	Аллювиальные луговые насыщенные	Частая смена по глубине и площади пород различного состава с	2,8	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,7679

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
		преобладанием супеси									
155	Аллювиальные луговые насыщенные	Частая смена по глубине и площади пород различного состава с преобладанием суглинка	3,45	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,5676
156	Аллювиальные луговые насыщенные	Частая смена по глубине и площади пород различного состава с преобладанием супеси	2,8	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,7019
157	Аллювиальные луговые насыщенные с солонцами лугово- каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	4,94	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,3969
158	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные с солонцами лугово- каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	1,65	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5183
159	Аллювиальные луговые насыщенные с солонцами лугово- каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	4	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4299

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
160	Лугово-болотные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4683
161	Лугово-каштановые	Легкосуглинистые	1,6	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,6991
162	Луговые солонцеватые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,5	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4157
163	Каштановые засоленные с солонцами каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,68	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4465
164	Каштановые засоленные с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,55	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4514
165	Солонцы каштановые с каштановыми 10–25%	Супесчаные	1,6	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,901
166	Солоди луговые	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,3	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4892
167	Каштановые солонцеватые	Среднесуглинистые	2,55	17,95	8,47	36,04	10,26	13,52	13,76	37,54	0,7058
168	Луговые с солонцами луговыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,33	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4221
169	Каштановые засоленные с солонцами	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,6	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4825

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
	каштановыми засоленными 10–25%										
170	Каштановые засоленные с солонцами каштановыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,4	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4901
171	Луговые солонцеватые с солонцами луговыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,33	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4221
172	Луговые солонцеватые засоленные с солонцами луговыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,88	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,472
173	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми солонцеватыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,15	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5325
174	Солонцы каштановые засоленные с каштановыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,4	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5231
175	Лугово-каштановые солонцеватые с солонцами лугово- каштановыми 10–25%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	3,15	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4619

№ п/п	Почва	Гран.состав	Гумус, %	Размер фракции мм, %							К-фак.
				1,00- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
176	Каштановые солонцеватые засоленные с солонцами каштановыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,25	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,4957
177	Солончаки типичные	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,93	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5031
178	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25–50%	Легкосуглинистые	2,05	11,88	57,24	5,4	7	5,04	13,44	25,48	0,7669
179	Аллювиальные луговые насыщенные засоленные с солонцами луговыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5051
180	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,55	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5174
181	Каштановые солонцеватые засоленные с солонцами каштановыми засоленными 25–50%	Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные	2,1	3,53	40,55	3,4	3,56	13,92	35,04	52,52	0,5013
182	Каштановые	Супесчаные	0,9	2,15	52,33	28,12	5,08	10,8	1,52	17,4	0,9264