

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

**Бадмаева Юлия Владимировна**

**ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Специальность 06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Диссертация

на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
доцент Татаринцев Владимир Леонидович

Барнаул 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬ	7
1.1. Теоретические основы охраны агроландшафтов	7
1.2. Состояние проблемы	15
ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	30
2.1. Физико-географическое районирование и местоположение исследуемой территории	30
2.2. Литолого-геоморфологические особенности	33
2.3. Климатические и метеорологические условия	37
2.4. Растительность	43
2.5. Гидрография и гидрогеологические условия	44
2.6. Почвы	45
ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	50
3.1. Структура земельного фонда по категориям и угодьям	50
3.2. Качественное состояние земель исследуемой территории	55
ГЛАВА 4. ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ	70
4.1. Эколого-ландшафтное зонирование исследуемой территории	70
4.2. Оптимизация структуры агроландшафтов	76
4.3. Социально-экономическая оценка мероприятий по охране земель	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	97
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98
ПРИЛОЖЕНИЯ	121

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Охрана земель, особенно земель сельскохозяйственного назначения, стала общепланетарной задачей, от решения которой зависит будущее человечества. В Конституции РФ (ст. 9) написано, что «земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории». По мнению ученых, решение этой насущной задачи возможно на эколого-ландшафтной основе. Для этого необходимы комплексные эколого-ландшафтные исследования, которые позволяют организовать рациональное использование и охрану наиболее плодородных земель.

Организация охраны земель реализуется через оптимизацию агроландшафта, которая достигается на основе изменения структуры ландшафта и разработки мероприятий (в том числе и мелиоративных), направленных на улучшение качественного состояния свойств и компонентов ландшафта. Комплекс мероприятий должен учитывать особенности ландшафтов, его структуру и свойства. Знание параметров ландшафта позволяет дифференцировать методы воздействия и добиваться сохранения земельных и других ресурсов, а также повышения уровня производства.

Исследования в Красноярском крае показывают, что под воздействием антропогенной нагрузки изменяются свойства земли (агроландшафтов), ухудшается качество земельных ресурсов и вследствие этого снижается уровень сельскохозяйственного производства. Поэтому поиск решения проблемы рационального использования и охраны наиболее плодородных пахотных земель лесостепной зоны Красноярского края является актуальным и важным для обеспечения продовольственной безопасности региона.

**Цель исследования** провести ландшафтный анализ территории лесостепной зоны Красноярского края и обосновать комплекс мелиоративных мероприятий по оптимизации агроландшафтов.

### **Задачи исследования:**

1. оценить природные особенности исследуемой территории;
2. изучить состояние агроландшафтов лесостепной зоны Красноярского края;
3. обосновать комплекс мероприятий по оптимизации агроландшафтов и охране земель от эрозии.

**Научная новизна.** Впервые проведено эколого-ландшафтное исследование территории лесостепной зоны Красноярского края, в пределах ЗАО «Новоселовское» выделены ландшафтные местности, оценена их устойчивость и с учётом особенностей ландшафтных единиц, научно обоснованы лесо-фито- и агролесомелиоративные мероприятия по охране пахотных угодий в сельскохозяйственной организации.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Выявленные закономерности ландшафтной структуры, свойства компонентов агроландшафтов, территориального распространения эрозионных процессов и степени их проявления позволили провести ландшафтно-эрозионное, ландшафтно-мелиоративное зонирование территории ЗАО «Новоселовское» с обоснованием дифференцированного комплекса мелиоративных мероприятий с учётом особенностей ландшафтных местностей и позиционно-динамической устойчивости ландшафтных выделов.

Полученный научный и научно-практический материал является основой для актуализации кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения, а также дифференциации систем земледелия и их элементов (системы обработки, системы севооборотов, системы защиты растений, системы борьбы с сорными растениями), оптимизации агроландшафтов, учитывающих мелиоративное состояние ландшафтных выделов.

Отдельные разделы диссертационной работы используются в учебном процессе при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам «Мелиорация почв», «Экология почв», «Мелиоративное земледелие» в Институте землеустройства, кадастров и природообустройства Красноярско-

го государственного аграрного университета, а также в разработке проектов землепользования в сельскохозяйственных организациях лесостепной зоны Красноярского края.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой настоящего исследования был системный подход, его частный вариант – ландшафтный подход, который является базовым при всех исследованиях и обосновании проектов оптимизации природно-антропогенных геосистем. Методологической базой также служили научные труды отечественных и зарубежных учёных, которые решают проблему сохранения земельных ресурсов. При проведении исследований автором использованы лабораторные и полевые методы, которые установлены ГОСТами и используются в научных исследованиях. Статистическая обработка данных проведена с применением дисперсионного и кластерного анализов, а также картографических методов анализа местностей.

**Обоснованность выводов и достоверность результатов работы** обеспечены значительным объёмом фактического материала, многолетними полевыми и лабораторными исследованиями (2010-2013 гг.) с применением классических и современных методов исследования с использованием математической статистики.

**Основные защищаемые положения:**

- 1) качественное состояние агроландшафтов определяется природными особенностями территории и антропогенной нагрузкой на неё;
- 2) дифференциация комплекса мероприятий по охране земель сельскохозяйственного назначения зависит от природно-антропогенно обусловленных факторов, влияющих на устойчивость агроландшафтов и их состояние.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационная работа выполнена в рамках специальности 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» в соответствии с пунктами Паспорта специальности по области исследования: П. 3 – Исследование методов и способов мелиорации земель, их влияния на свойства компонентов природы,

развитие, функционирование и устойчивость геосистем (ландшафтов). Обоснование необходимости комплексных видов мелиорации, их роли в создании культурных агроландшафтов, в которых гармонизированы деятельность человека и состояние природы, в создании культурного агроландшафта, как важнейшей техноприродной ресурсовоспроизводящей и средообразующей экосистемы. П. 5 – Исследование оптимальных мелиоративных режимов на землях различного назначения, обеспечивающих достижение заданного технико-экономического эффекта и охрану окружающей среды. П. 29 – Разработка биолого-технологических основ земледелия на мелиорируемых землях, обоснование выбора севооборотов с учётом адаптивно-ландшафтного подхода, разработка специализированных мелиоративных севооборотов.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК и монография.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы и приложений. Работа изложена на 145 страницах компьютерного текста. Работа содержит 24 таблицы, 10 рисунков, список литературы включает 225 наименований, в т. ч. 21 на иностранном языке.

**Личный вклад автора.** Отбор и анализ образцов, наблюдения, обработка, интерпретация полученных результатов, написание работы выполнены лично автором настоящего исследования.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, доценту В.Л. Татаринцеву за помощь в обработке материалов и подготовке работы, а также доктору биологических наук, профессору Л.М. Татаринцеву, Мягкому П.А., Ткачуку Е.С. в помощи при обработке материалов и оформлении диссертации.

# ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬ

## 1.1. Теоретические основы повышения устойчивости агроландшафтов

Основной массив пашни России располагается в европейской части, а также на юге Урала и Сибири (в пределах степной и лесостепной зон, а также в южной части лесной зоны). Среди пахотных преобладают почвы третьего (26%) и четвёртого (27%) классов их пригодности под сельскохозяйственные угодья. На долю малопродуктивных почв (пятый и шестой классы) приходится около 20% земель, используемых в настоящее время под пашню. Такая же доля почв относится к категории непригодных для использования под сельскохозяйственные угодья. Различные негативные факторы способствуют образованию выпаханных, истощенных земель, доля которых в некоторых регионах насчитывает до 35% площади.

Почвы сельскохозяйственных угодий РФ характеризуются низким и очень низким содержанием органического вещества на площади 53 млн. га. Недостаточная обеспеченность подвижным фосфором выявлена на 64 млн. га (66%) пашни, а обменного калия – на 11 млн. га (10%), что связано с истощительным использованием земель, с прекращением внесения в почвы минеральных и органических удобрений, с нарушением севооборотов, невыполнением почвозащитных, агрохимических и мелиоративных мероприятий.

Организация земледелия с учётом особенностей природных ландшафтов предполагает четкое представление о природных и антропогенных нагрузках территории. Соотношение и характер их использования определяют направленность энергетического баланса агроландшафта [48].

При разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия академик В.И. Кирюшин [87] акцентирует внимание учёных и практиков на более детальную работу по агроэкологической оценке природных ресурсов. Она должна проводиться на основе ландшафтного анализа, задача которого за-

ключается в выявлении территориальных единиц, характеризующихся однородностью природных ресурсов и их репрезентативности в структурно-функциональной иерархии ландшафтов.

Ландшафтная концепция должна дать принципиальную оценку масштабов интенсификации перспектив земледелия. Вся работа, в конечном счёте, сводится к детальной агроэкологической экспертизе всех компонентов природно-территориального комплекса, созданию имитационных моделей их динамики и принятию оптимальных решений на основе результатов прогнозов. Цель ландшафтного анализа природных ресурсов заключается в комплексной оценке климатических, почвенных, растительных и животных факторов, установление взаимосвязей компонентов ландшафта с системами земледелия.

Любой ландшафт, в процессе своего развития подвергается воздействиям, и его устойчивость имеет свои пределы. Порог устойчивости, выраженный через сохранение ландшафтом своих параметров и свойств, и критические величины воздействия выясняют в каждом конкретном случае. Общие критерии природной устойчивости геосистем заключаются в их высокой организованности, интенсивном функционировании и сбалансированности функций геосистем, включая биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова. Эти качества определяются оптимальным соотношением тепла и влаги и выражаются развитостью почвенного покрова, а в конечном итоге, плодородием почв

Так, М.И. Лопырев [116, 117] считает, что агроландшафт является устойчивым в том случае, если в нём обеспечиваются высокие продуктивность и сохранность естественного плодородия почв при интенсивном использовании в системе земледелия. Одним из основных критериев устойчивости агроландшафта является почвенное плодородие [128, 130, 131, 135, 159, 186, 198]. Для разработки условий, обеспечивающих сохранение и повышение устойчивости агроландшафтов необходим мониторинг о границах и структуре агроландшафтов, их фактическом состоянии, характеристиках по-



пороговых значений состояния компонентов агроландшафтов, оценке оптимизационных возможностей технологий и агротехнических приемов, специфики местных почвенно-климатических условий.

Некоторыми авторами [9, 38] отмечается, что в методологическом и методическом планах наиболее слабо изучены пороговые состояния агроландшафтов. Соответствие характера и расположения агроэкосистем структуре и свойствам агроландшафтов является одним из важнейших условий устойчивости как тех, так и других и должны рассматриваться две группы показателей (критериев) экологической устойчивости агроландшафтов – частных и общих.

Ландшафтно-экологический анализ территории позволяет установить состав сельскохозяйственных и несельскохозяйственных угодий с учётом неоднородности и устойчивости конкретного ландшафта, протекания геохимических и биологических процессов в нём, увязать систему земледелия, мелиорации и специализации сельскохозяйственной организации.

Формирование ландшафтно-мелиоративной системы земледелия осуществляется в соответствии с биологическими и агротехническими требованиями:

1. Поиск оптимальной агроэкологической обстановки или создание её путём последовательной оптимизации лимитирующих факторов с учётом экологических ограничений техногенеза;
2. Разработка экологических и природоохранных требований основывается на условиях независимости от неблагоприятных природно-климатических факторов;
3. Создание мелиоративных систем с использованием комплекса мелиоративных технологий и соответствующих им агротехнических приёмов на ландшафтной основе для выращивания определённых сельскохозяйственных культур;
4. Составление водоохраных мероприятий и мероприятий противоэрозионной и средообразующей направленности;

5. Определение социально-экономических условий развития территории с учётом других отраслей хозяйственной деятельности.

Перечисленные мероприятия являются составной частью средообразующих нормативов агроландшафта, предполагающих организацию территории землепользования в определенной последовательности. Сначала определяются тип и площадь ландшафта, затем ландшафтные единицы и площадь, используемая в сельскохозяйственных целях, далее – допустимая мелиорируемая площадь по видам мелиоративного воздействия, площадь полей и т.д. (таблица 1).

Таблица 1 – Основные нормативные показатели организации территории на ландшафтно-мелиоративной основе

Природно-географическая зона, ландшафтная единица	Доля природных элементов ландшафта, %	Экологические нормативы	Доля сельскохозяйственных земель, %	Доля мелиорируемых земель, %	Оптимальная площадь, тыс. га	
					мелиоративной системы	сельскохозяйственного поля
Лесостепная	30-35	Клим. характер.	65-70	0,3	2-3	20-80

Основой для принятия решения для мелиоративной деятельности на агроландшафтной территории служит разработка проекта оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) с целью предотвращения деградации компонентов природной среды, обеспечения сбалансированности намечаемого мелиоративного воздействия, выбора мер, снижающих уровень экологической опасности. В результате разработки ОВОС определяется степень экологического риска планируемой хозяйственной деятельности, основанного на выявлении устойчивости природной среды к воздействию в периоды эксплуатационного режима и в определённых ситуациях.

При осуществлении ландшафтно-мелиоративной деятельности в определённой природно-географической зоне необходимо использовать экологические средообразующие нормативы агроландшафта.

Степень мелиоративной нагруженности  $K_m$  предлагается определять как соотношение площади мелиорируемых земель  $S_m$  к площади сельскохоз-

ственных угодий  $S_s$  ( $K_m = S_m/S_s$ ). Доля земель сельскохозяйственного назначения определяет вид антропогенного ландшафта. Расчёт нормативов производится по аналогии с вышеприведенной таблицей 1.

В ландшафтно-мелиоративной системе земледелия оптимизируется не только соотношение мелиорируемых и немелиорируемых земель, но и размещение различных гидросооружений (водохранилищ, водоприёмников, крупных каналов, автодорог, противозерозийных сооружений), лесных насаждений, а также площадей с различными сельскохозяйственными культурами.

Регулирование мелиоративного режима агроландшафтов должно включать в себя оценку природно-экологических условий, круговоротов воды, солей и питательных веществ в системе «почва-растение-атмосфера» [98, 99, 100, 101, 194]; обоснование методов рационального использования и охраны водных и земельных ресурсов и принципов реконструкции существующих оросительных систем [14, 69, 70, 136, 137, 138]; обоснование режимов орошения почв в комплексе с мероприятиями, обеспечивающими их экологически оптимальную продуктивность [18, 146, 147, 148]; разработку ресурсосберегающих и природоохранных технологий орошения сельскохозяйственных культур и методов уменьшения потерь воды на орошаемых почвах [199, 200, 203]; обоснование требований к качеству оросительной воды, обеспечивающих поддержание благоприятного эколого-мелиоративного режима почв [15, 17].

Экологические проблемы, связанные с развитием ирригации, сегодня хорошо известны. Проявление негативных последствий орошения (ирригационная эрозия, засоление, осолонцевание, заболачивание), приведших к снижению плодородия орошаемых почв, обусловлено слабой изученностью территорий, отводимых под ирригационные объекты, несоблюдением требований строительства и эксплуатации оросительных систем (ОС), отсутствием агротехнологий, адаптированных к природным условиям орошаемого массива, высокоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, несовершенством поливной техники.

Основными направлениями почвозащитной технологии при орошении является недопущение переувлажнения, вторичного засоления и осолонцевания почв, т.е. сохранение их исходного мелиоративного состояния, стабилизация запасов гумуса, карбонатов, гипса, элементов питания, предотвращение ирригационной эрозии [169-174].

Оросительная система как инородное включение в естественный ландшафт может оказать как позитивное, так и негативное влияние на почвообразовательный процесс не только на локальной территории, но и повлиять на экологическую устойчивость всего агроландшафта. Функциональные связи этих изменений до сих пор не всегда могут чётко прогнозироваться в зависимости от множества факторов: размеров оросительной системы, почвенных, климатических, литологических условий, режимов орошения, качества оросительной воды, уровня (УГВ) и минерализации грунтовых вод, техники поливов, технологии выращивания сельскохозяйственных культур [22, 23,86].

При проектировании, строительстве и эксплуатации оросительных систем необходимо предусмотреть хотя бы основные возможные изменения в почвообразовательном процессе, с целью их нейтрализации. Практика орошения чернозёмов, как в европейской части РФ [71, 81, 151, 180, 200] , так и в Сибири [16, 80, 141, 142, 145], отмечает специфику их орошения.

Отличаясь высоким плодородием, чернозёмные почвы в то же время чрезвычайно чувствительны к изменению водного режима [54, 61, 161]. Нерациональное орошение может привести к быстрому ухудшению их мелиоративного состояния и потере плодородных свойств [39, 47].

Охраняя ландшафт как ресурсную систему, мы сохраняем его ресурсо-воспроизводящие свойства, предупреждая нарушение их вследствие эрозии, переувлажнения, заболачивания, загрязнения и т.д.

Охрана ландшафта должна происходить в процессе его использования, которое необходимо строить на основе знания и понимания особенностей структуры и функционирования ландшафта. Воздействовать на ландшафт мы должны таким образом, чтобы:

—увеличить его биологическую продуктивность или ресурсовоспроизводящую способность;

—оздоровить природную среду;

—улучшить условия деятельности людей, для чего должно осуществляться его устройство (организация).

Выбор способов рационального использования ландшафта позволяет провести оптимизацию и приведение его к природному состоянию.

Значительные техногенные нагрузки приводят к изменению природных свойств ландшафтов, а порой к их ликвидации, следовательно, наносят большой ущерб экологической обстановке.

Каждый ландшафт, являясь генетически однородным природно-территориальным комплексом, имеет в своем составе различные виды земельных угодий. Следовательно, он и должен служить объектом сельскохозяйственной оценки [21, 25, 51].

Категория природно-территориальных комплексов включает всю совокупность природных компонентов и связей между ними, а значит, лишь ландшафтный подход к типологии земель позволит правильно оценить сельскохозяйственные угодья и учесть все факторы формирования их агропроизводственных свойств, и, следовательно, правильно организовать их устройство.

В условиях выраженных склонов и горной местности рассматривать ландшафты как объекты территориальной организации сельскохозяйственного производства не следует из-за того, что на сравнительно небольших участках, в пределах одной и той же абсолютной высоты, одного склона, встречается многообразие ландшафтов, наблюдается действие закона высотной зональности.

Для определения отраслевой пригодности земель необходимо провести микрозонирование ландшафта. Его целью является выделение однородных агроэкологических территорий и определение пригодности их для возделывания различных видов и групп сельскохозяйственных культур (зерновых, технических, овощных, плодовых и т.д.).

При зонировании территории необходимо учитывать: рельеф, почвы, температурный и водный режим, степень аэрации почвы, доступность питательных веществ и т.д.

Для степных ландшафтов необходимо установить ряд предельных экологических параметров, при которых может существовать стабильный ландшафт. К экологическим нормативам, характеризующим наибольшие антропогенные нагрузки при нормальных условиях функционирования ландшафта в процессе его эксплуатации, относятся показатели физической и биологической нагрузки стока, а также предельные показатели применяемых минеральных удобрений и химикатов, экологически опасные нормы орошения.

Рассматривая вопросы устойчивости и оптимизации ландшафтов, важно располагать системой количественных оценок и параметров изучаемых процессов. Оценку степени экологической устойчивости ландшафтов проводят через шкалу экологической устойчивости агроландшафтов различной степени распаханности и коэффициент экологической стабилизации ландшафта (КЭСЛ), на основе сопоставления площадей, занятых стабильными элементами ландшафта (леса, зеленые насаждения, водоемы, естественные луга, пастбища) и площадей с нестабильными элементами ландшафта (ежегодно обрабатываемые пашни, земли с неустойчивым травяным покровом, пустоши, карьеры и т.д.) с учётом их положительного или отрицательного влияния на среду[116].

Как отмечает А.И. Голованов [51] высокой устойчивостью обладают ландшафты степной зоны, где наблюдается наиболее благоприятное для условий России соотношение тепла и влаги. Здесь под пологом мощной степной растительности образовались одни из самых плодородных почв – чернозёмы. Высокая биохимическая активность степных ландшафтов способствует их довольно интенсивному самоочищению, но высокие антропогенные нагрузки существенно понижают их устойчивость: происходит интенсивная сработка гумуса, ухудшается качественный состав гумуса, повсеместно развивается водная эрозия и дефляция.

Рациональное землепользование должно базироваться на выделении территориальных систем (агроландшафтов), его компонентов и допустимых антропогенных воздействий на агроландшафты и, как следствие негативных последствий, приводящих к дисбалансу всей системы. После определения факторов, приведших к дисбалансу агроландшафтов, необходимо выработать стратегию экологической устойчивости и стабилизации агроландшафтов.

Учёными [130, 131] разработаны новые методологические подходы рационального сельскохозяйственного природопользования. По их мнению, показатели рационального природопользования могут быть объединены в четыре большие группы: природные, организационно-территориальные, агротехнологические и экономические. Природные показатели включают запасы продуктивной влаги, сток осадков, скорость ветра, балл бонитета, содержание гумуса, обводненность, расчлененность и т.д. К пространственно-территориальным относятся: лесистость, заовраженность, размеры и соотношение агрофаций, мероприятия на оврагах и др. Агротехнологические параметры рационального природопользования включают в себя повышение плодородия почв, внесение органических и минеральных удобрений, система научно-обоснованных севооборотов, противозерозионная устроенность территории, загрязненность, эродированность, коэффициент экологической стабильности территории и др. Экономические показатели рационального природопользования включают в себя повышение урожайности сельскохозяйственных культур с высокой обменной энергией.

## 1.2. Состояние проблемы

В разделе представлена оценка мониторинговых исследований мелиоративного состояния и развития эрозионных процессов, оказывающих влияние на чернозёмы, господствующие почвы лесостепной зоны Красноярского края. Акцент на эти характеристики чернозёмов делается в связи с обоснова-

нием комплекса мероприятий по сохранению почв, которые способствуют охране агроландшафтов в целом.

Почвенно-мелиоративный мониторинг позволяет осуществить быстрое реагирование неблагоприятных процессов и явлений, вызванных хозяйственной деятельностью человека, одновременно он является основой прогнозирования этих процессов, управления состоянием почв и их плодородием, влияя на продуктивность и качество производимой сельскохозяйственной продукции [59, 61, 74, 75, 123].

Почвенный мониторинг является важной частью в организации мониторинга окружающей среды, и их изучение позволяет не только установить различные зависимости, включающие свойства и режимы почв, но и разработать долговременные и эффективные приемы повышения плодородия почв. Как отмечает Н.Н. Бушуев и др. [36] резкое усиление антропогенной нагрузки на природно-территориальные комплексы и осознание происходящих в результате этого негативных явлений в природе привели к необходимости создания мониторинга как системы регулярных наблюдений за состоянием окружающей среды, включая почву как составную часть биосферы. К наиболее значимым антропогенным факторам, приводящим к развитию негативных процессов в почвенном покрове относятся: необоснованное проведение гидромелиораций, обработка почвы с нарушением технологий, неумеренная химизация и некоторые другие виды воздействий. Эти факторы совместно с природными факторами приводят к развитию неблагоприятных явлений и процессов [83, 101, 120, 158, 190, 195, 196].

По мнению Ф.Р. Зайдельмана [69] принципиальные причины, вызывающие деградацию почв, немногочисленны, они сводятся к действию гидрологического, эрозионного, химического и механического факторов. Из этих пяти причин отрицательного влияния антропогенного воздействия на почвы наименее изучена роль гидрологического фактора, определяющего возникновение разнообразных деградационных явлений.



Природные экосистемы лесостепной и степной зон Красноярского региона в настоящее время на 65% изменены хозяйственной деятельностью человека. Сибирские чернозёмы существенно отличаются по водно-физическим и агрохимическим свойствам от европейских аналогов, что обусловлено особенностями процесса почвообразования: сезонными изменениями температурного режима почв и характером промачивания. Содержание гумуса всех лесостепных «островов» постепенно убывает в ряду подтипов: оподзоленные → выщелоченные → обыкновенные → южные. В соответствии с системой показателей гумусного состояния почв [58], чернозёмы оподзоленные характеризуются очень высоким (10,3%) содержанием гумуса, выщелоченные (8,4%) и обыкновенные (7,7%) – высоким, южные (4,9%) – средним. Распределение гумуса по профилю чернозёмов специфично и отражает их подтиповые различия. Оподзоленные чернозёмы всех лесостепных регионов имеют наибольшую мощность гумусового горизонта по сравнению с выщелоченными и обыкновенными. Самым укороченным гумусовым горизонтом отличаются южные чернозёмы, т.е. по мере нарастания сухости климата происходят закономерные изменения мощности гумусового профиля почв.

При всем разнообразии чернозёмов Средней Сибири по содержанию гумуса и его распределению по профилю, гранулометрическому составу они, формируясь в условиях резко континентального климата, менее устойчивы к воздействию при сельскохозяйственном освоении, в том числе при систематическом орошении, по сравнению с европейскими аналогами. По сравнению с чернозёмами европейской части, гумус чернозёмов Средней Сибири обеднён гуминовыми кислотами и отличается слабой растворимостью. Отношение  $C_{гк} : C_{фк}$  (углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот) в последних вдвое-трое меньше.

В резко континентальных районах Средней Сибири гумусообразование протекает в иной биоклиматической обстановке, чем в районах с умеренным климатом. Период, благоприятный для работы микроорганизмов, более ко-

роткий, чем в европейских почвах и сдвинут на вторую половину лета. [81, 150, 187]. Ограниченная продолжительность интенсивной биологической деятельности ослабляет темпы минерализации органического вещества. Образующиеся гуминовые кислоты быстро подвергаются консервации под влиянием частого летнего иссушения или сильного промораживания почв зимой. Они денатурируются, стареют и переходят в малоподвижное состояние – гумины. Не исключена возможность высокой прочности связи гумусовых веществ с минеральными коллоидами [110, 111, 112].

Ёмкость обмена выщелоченных и обыкновенных чернозёмов высокая, это обусловлено тяжелым гранулометрическим составом и высоким содержанием органического вещества. С падением гумусности по профилю сумма обменных оснований прогрессивно уменьшается. У южных чернозёмов ёмкость поглощения колеблется с широкой амплитудой (15-45 мг-экв), но в составе поглощенных оснований довольно высокое содержание обменного магния. По мнению К.П. Горшенина [55] магний до известной степени выполняет здесь роль натрия.

Реакция почвенной среды в верхних горизонтах выщелоченных чернозёмов чаще всего кислая, с глубиной постепенно переходит в щелочную; у обыкновенных и южных чернозёмов в верхних горизонтах реакция среды нейтральная или слабощелочная, а с глубиной – слабощелочная и щелочная.

У обыкновенных и южных чернозёмов, особенно если они располагаются на нижних элементах рельефа на глубине встречаются засоленные горизонты.

Важнейшим показателем плодородной почвы является ее структурно-агрегатный состав. Структурно-агрегатный состав почвы существенно влияет на условия роста и развития растений, изменяя её физические свойства и связанные с ними воздушный, тепловой и пищевой режим почв, что в конечном итоге сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур [26].

Чернозёмы выщелоченные характеризуется хорошо выраженной микроагрегатностью, так в горизонтах А и АВ наиболее ценных микроагрегатов

(крупнее 0,05 мм) содержится около 50%. Коэффициент дисперсности по всему профилю низкий, макроструктура выражена слабо. Характерной особенностью обыкновенных чернозёмов является их слабая оструктуренность, но в чернозёмах, которые по количеству гумуса приближаются к тучным, структура улучшается.

С потерей структурных агрегатов чернозёмами тесно связано ухудшение физических, водно-физических и физико-механических свойств, растёт их объёмная масса, снижается общая пористость, усиливается коркообразование и сопротивляемость крошению [56, 57].

Формированию каждой разновидности почв присущ своеобразный комплекс природных условий: водно-солевой и тепловой баланс, естественный дренаж, материнская порода, характерные особенности растительного покрова и т.д.

На сегодняшний день районирование территории по возделыванию сельскохозяйственных культур в Средней Сибири осуществляется по биоклиматической концепции зональности и аональности климата. При этом выделяется природный округ в границах географической и геоморфологической провинции и даётся характеристика по природной зоне – северная или южная лесостепь, равнинная или горная подтайга.

Таким образом, особенности почвообразовательного процесса чернозёмов Красноярского края обусловили своеобразный комплекс свойств, благоприятных при сельскохозяйственном использовании: высокое содержание гумуса, высокая ёмкость обмена, значительное содержание элементов питания и удовлетворительная их доступность растениям, близкая к нейтральной реакция почвенных растворов. В то же время чернозёмы обладают и рядом неблагоприятных для сельскохозяйственного использования свойств, которые особенно чётко проявляются при водных мелиорациях, а именно: слабая оструктуренность и слабая водопрочность структурных агрегатов в гор. А, что обуславливает лёгкую выпахиваемость почв; преобладание капиллярной скважности; незначительное содержание в вегетационный период продук-

тивной влаги; сравнительно высокая влажность завядания; глубокое промерзание и позднее оттаивание [152, 154].

Современная эрозия земель является наиболее значимым фактором деградации почвы, снижения её плодородия и как фактора загрязнения окружающей среды. Наряду с этим, эрозия почв объективно считается одним из мощных процессов в преобразовании ландшафтов в пределах сельско- и промышленно освоенных регионов, загрязняя природную среду химическими компонентами смываемой и переносимой почвы, заиливая малые реки.

По мнению учёных [42, 52, 72, 107, 108, 168] под эрозией почв необходимо рассматривать системный подход взаимодействия почвенного покрова (тела) и эрозионных процессов, возникающих под действием воды и ветра (кинетической энергии потока) в открытой ландшафтно-экологической гипергенезирующей среде, как систему, которая относится к почвенному покрову и экзогенным факторам (в том числе и эрозионным) как к подсистемам.

Основное влияние эрозии на экологическое состояние окружающей среды – эрозионная деградация почвенного покрова, выражающееся прежде всего в снижении плодородия и изменении водного режима почв, загрязнении вод химическими компонентами почвы и привнесёнными веществами, площадном перераспределении в ландшафтах радионуклидов-загрязнителей и деградации малых рек. Количественный прогноз показывает увеличение доли площади эродированной пашни ЕТР на 5-6% в ближайшие 100 лет [115].

Интенсивная эрозия и дефляция почв началась одновременно с сельскохозяйственной деятельностью человека. Сведение лесов, неумеренный выпас скота, распашка почв без соблюдения определённых технологий приводят к смыву, размыву и развеванию почвы.

Интенсивная эрозия обрабатываемых почв началась одновременно с их распашкой. При пахоте уничтожался переплетённый корнями дерновый горизонт, который, словно ковёр, защищал почву от внешних воздействий.

Лишенные этой защиты пахотные почвы быстро разрушались, появлялась сеть промоин и оврагов. Первыми с явлениями эрозии столкнулись народы Древнего Китая, Египта, Месопотамии и других стран ранних цивилизаций.

Ущерб, причиняемый эрозией сельскому хозяйству, проявляется не только в разрушении почв, но и в выносе из них питательных элементов – N, P, K, Ca, Mg. Из почвенного покрова эрозия уносит с пашни и пастбищ в 60 раз больше элементов питания растений, чем их поступает с удобрениями. Эрозия не только уносит элементы питания, но и разрушает почву в целом. Производительность эродированных почв снижается на 35...70%.

Разрушение плодородного слоя в результате эрозии происходит быстро, иногда за несколько лет, а для естественного восстановления слоя толщиной 25 см требуются сотни лет. Иными словами, смыв пахотного слоя сводит на нет результат работы естественных сил природы, созданный за несколько тысячелетий.

По данным Росреестра, в России более 50% пахотных земель подвержены водной и ветровой эрозии. В европейской части России площадь эродированных земель составляет 6,8 млн. га, или 22% от площади пашни. Ежегодное увеличение площади эродированных земель (почв) в среднем равно 0,36%, достигая в некоторых районах 1-1,5%. Поэтому проблема защиты земель от эрозии приобрела особенно большую актуальность [60].

Отрицательные последствия эрозии приводят к дестабилизации агроландшафтов, ухудшающих почвенное плодородие, стоку и смыву наиболее плодородного верхнего слоя почв, существенному снижению урожайности сельскохозяйственных культур и, вследствие чего, недобору продукции растениеводства

Работами [7, 8, 20, 33, 34, 53, 66, 91, 94, 132, 163, 193] установлены причины эрозии, её вред, изучено изменение свойств эродированных почв, в том числе гумусового состояния и питательного режима; выявлены потери урожая от эрозии, разработаны методики прогноза потенциальной эрозии, мероприятия по снижению интенсивности эрозионных процессов и др. Тем

не менее, ряд вопросов, таких как соотношение скорости смыва и скорости формирования гумусового горизонта, особенности состояния органического вещества и связь с ним агрегатного состава и степени выпаханности в эродированных почвах зонального ряда, эффективности минеральных удобрений, организация агроландшафтов остаются недостаточно изученными.

Рельеф – ведущий фактор эрозии. Резкая контрастность интенсивности эрозии на пашне расчленённых возвышенностей и плоских равнин нивелирует зональные тенденции её изменения. Для геоморфологических районов равнин характерна левосторонняя асимметрия распределения площадей пахотных склонов с различной интенсивностью смыва. Степень асимметричности в целом соответствует характеру распределения эрозионного потенциала рельефа, что подтверждает ведущую роль рельефа на локальном и региональных уровнях. Принято считать, что склоны крутизной менее  $1-2^\circ$ , не могут сформировать сток, достаточно мощный для развития плоскостного смыва. В исследованиях, проведённых в Северном Казахстане особенности природных условий и антропогенное воздействие на почвы (уплотнение, снегозадержание) привели к повсеместному смыву на склонах даже  $<1^\circ$ , причём, чем меньше крутизна склона, тем большее значение приобретает добавочная турбулентность, которая возникает при ударах капель дождя, благодаря чему интенсивный смыв на верхних приводораздельных частях склонов наблюдается при небольшой толщине слоя стекающей воды.

На уровне микрорельефа значительно легче проследить первичность или вторичность эрозионных процессов по отношению к другим факторам и характер связей. Так, начиная со струйчатых размывов и доходя до водороев и промоин – первой стадии оврагообразования, на выровненной пашне повсеместно распространяются эти чисто эрозионные формы микрорельефа; при наличии же борозд и даже самых мелких ручейков, располагающихся вдоль склона (или на пастбищах, изрезанных скотопогонными тропами), мы имеем дело с явным провоцирующим влиянием антропогенного изменения микрорельефа, на который накладывается эрозионная корректировка. При

этом прослеживается тесное взаимодействие развевания, смыва и размыва, которое вкуче с антропогенным воздействием на почву посредством орудий и машин может создавать значительную пестроту и даже разнонаправленность связей [27, 65, 77, 114, 133, 139, 156, 167].

По другим исследованиям [202] влияние рельефа на смыв имеет косвенный характер и проявляется через гидравлические параметры потоков, которые находятся в непосредственной зависимости от таких параметров склона, как уклон и длина склона, его форма, шероховатость поверхности.

К почвенным факторам устойчивости к эрозии относится, в первую очередь, структура почвы. Чем выше оструктуренность почвы, наличие связанных агрегатов и их высокая водопрочность, тем выше противоэрозионная устойчивость почв. По мнению М.Н. Заславского [72] эродированность почв разных типов определяется их физико-химическими свойствами, биогенностью и другими факторами. Чем больше в почве гумуса, глинистой фракции и чем меньше карбонатов, пылеватой и мелкопесчаной фракций, тем выше ее противоэрозионная устойчивость. Противоэрозионная устойчивость почв уменьшается при движении с юга на север с изменением генетических типов почв (от чернозёмов к серым лесным, дерново-подзолистым и подзолистым). Аналогичная картина наблюдается при переходе от чернозёмов к каштановым почвам и серозёмам.

Подтипы чернозёмных почв располагаются по снижению противоэрозионной устойчивости в следующем порядке: чернозёмы типичные → чернозёмы выщелоченные → чернозёмы оподзоленные → чернозёмы обыкновенные → чернозёмы карбонатные → чернозёмы южные.

Хозяйственное использование земель является другой причиной развития эрозионных процессов. К числу особенностей технологии возделывания, способствующих этому, относятся: дегумификация пахотных почв, при ежегодном внесении органических удобрений и использованием севооборотов с обусловленным дефицитом гумуса.

Одним из наиболее негативных процессов, происходящих в агроландшафтах является оврагообразование. Оно приводит к сокращению сельскохозяйственных угодий, уничтожению растительного покрова и в результате эти площади исключаются из использования. Распространение и интенсивность развития овражной эрозии на водосборе определяются сочетанием морфодинамических процессов с геологическим строением региона.

Первым и самым главным фактором овражной эрозии являются осадки: их количественные и качественные характеристики, такие, как интенсивность дождя, крупность капель и временной интервал их выпадения. Следует также отметить сезонность выпадения жидких и накопления твёрдых осадков, интенсивность их таяния которое находится в прямой зависимости от экспозиции и крутизны склона, характера растительности. Основным фактором для возникновения склонового стока и смыва являются ливневые осадки, когда интенсивность их выпадения превышает впитывающую способность почвы. В агроландшафтах Восточной Сибири почти все ливневые осадки выпадают во второй половине лета, когда равновесная водопроницаемость почв устанавливается в пределах – 0,2-0,4 мм/мин [84, 176].

В этом случае объём поверхностного стока при иных равных условиях определяется интенсивностью дождя и слоем осадков. Весьма красноречивой характеристикой возможности возникновения эрозии в летний период является разовая 30-минутная максимальная интенсивность дождей. Во-первых, она тесно связана с интенсивностью выпадения осадков за любые другие промежуточные интервалы времени, а с другой – с фактической продолжительностью добега стока по склону, которая для степной зоны примерно составляет 30 минут. Карта тридцатиминутной интенсивности дождей двадцати процентной обеспеченности на площади ЕТС, разработанная по таблицам показателей предельной интенсивности дождя, указывает на наличие тенденции увеличения интенсивности осадков с севера на юг и в направлении с запада на восток. Более весомый вклад в развитие деградационного процесса вносят дожди, повышая транспортирующую способность стоковых



потоков благодаря ударным волнам, возникающим в этих потоках при падении дождевых капель [200]. Экспериментальные данные подтвердили, что дождевые капли, агрегируя почвенную массу и повышая способность транспорта водных потоков, значительно увеличивают мутность стекающих вод. Эти предпосылки послужили фактической основой для моделирования характеристик, описывающих комплекс эродирующей способности дождевых осадков. Пожалуй самым удачным является, разработанный в Соединённых Штатах показатель, представляющий собой произведение энергии дождя на его тридцатиминутную максимальную интенсивность.

Поверхностный сток, который является непосредственной причиной плоскостной эрозии, зачастую определяется водопроницаемостью почвы. От водопроницаемости зависит скорость впитывания влаги в почву, полученной в результате полива (искусственного дождевания). Достаточная информация для оценки возможности развития эрозии может быть получена при дождевании с ранжированным увеличением интенсивности дождя до границы, обеспечивающей получение максимальных значений установившейся величины инфильтрации воды в почву  $K_{max}$ .

Изменения водопроницаемости почв связывают обычно с динамикой дефицита их влажности, с уплотнением разрыхленной при замерзании почвы в течение вегетационного периода, а также с деятельностью фауны, населяющей биогеоценоз [128]. Исследованиями Н.В. Мухиной показано, что для почв в естественном состоянии характерны два всплеска водопроницаемости. Один всплеск (пик) приурочен к влажности, соответствующей НВ, а другой – к влажности, находящейся ниже величины максимальной гигроскопичности (МГ). Это довольно распространённое явление объясняется дифференциацией смачиваемости почвы, которая имеет аналогичную сезонную динамику водопроницаемости и оказывает большое влияние на скорость впитывания воды в почву.

Как известно, с увеличением уклона ухудшается обводнённость поверхности почвы. С этим связывают изменение в сторону уменьшения водо-

проницаемости в экспериментах с нарушенным сложением почв и на монолитных образцах. Исследования проводимые в полевых условиях показали, что с ростом уклона от 10-15 до 40° водопроницаемость различных типов почв увеличивается довольно сильно, а именно, в 1,6-2,5 раза. Это связано с меньшей плотностью и соответственно большей пористостью почвенного горизонта на крутых склонах. Меньшая плотность почв на крутых склонах обусловлена медленным нисходящим движением верхнего слоя грунта на склонах в результате его перемещения (сползания), вызываемого за счёт изменения объёма при высыхании и увлажнении.

Почвы с ненарушенным сложением отличаются достаточно высокой водопроницаемостью и способны практически повсеместно поглощать любые атмосферные осадки без образования поверхностного смыва. На серых лесных почвах характерно наличие плотного слабопроницаемого иллювиального горизонта, поэтому при полном насыщении верхних горизонтов возможен поверхностный сток, а также внутрпочвенный боковой (фронтальный) водосток, выклинивающийся в нижней части склонов.

На сельскохозяйственных угодьях водопроницаемость почв определяется в основном антропогенным фактором. На пастбищах происходит уплотнение почв и соответствующее снижение (до 2030 раз) водопроницаемости, которое зависит от нагрузки и сроков пастьбы скота. На пашне водопроницаемость свежеработанной почвы в несколько раз выше, чем в естественном сложении, однако со временем, по мере уплотнения почвы, разрушения её поверхности дождевыми каплями, водопроницаемость быстро снижается до первых десятых долей миллиметра в минуту. Поэтому на сельскохозяйственных угодьях практически повсеместно возможно образование поверхностного стока при выпадении ливневых осадков.

В смытых почвах (подверженных эрозии) снижается содержание гумуса и поглощенного кальция, увеличивается содержание карбонатов, что приводит к уменьшению противозерозионной стойкости. Смываемость почв (фактор эродированности), один из определяющих факторов эрозии. Под смы-

ваемостью понимается количество почвы, смываемой с эталонного участка черного пара при выпадении дождя с эрозионным потенциалом, равным единице. Смываемость почвы зависит как собственно от сопротивления почвы размыву склоновыми потоками, так и от водопроницаемости, который при прочих равных условиях определяется величиной поверхностного стока [34].

Смываемость зависит также и от влажности почвы, степени уплотнения, температурного режима. Особенно большое влияние на смываемость оказывает обработка почвы, состав культур и другие приемы агротехники. Влияние этой группы факторов может быть настолько сильным, что могут затушевываться типологические различия почв по смываемости вплоть до высшего ранга – типа. В связи с этим при средне- и мелкомасштабной оценке следует ограничиться типами и подтипами почв с выделением принятых разностей по гранулометрическому составу.

Смываемость почвы без учёта фактора агротехники и свойств, подверженных сезонным изменениям, определяется в основном количеством гумуса ( $G, \%$ ), содержанием песка ( $0,1-1,0$  мм,  $\Phi_k, \%$ ), а также пыли и мелкого песка ( $0,1-0,001$  мм,  $\Phi_m, \%$ ).

Составление карты смываемости проводится на основе информации о генетической принадлежности и гранулометрическом составе почв.

*Смыв.* На поверхности почвы фиксируются струйчатые размывы, не превышающие глубины 2 см и занимающие 5% площади; ежегодный вынос менее 10 т/га. Струйчатые размывы достигают глубины 5 см и могут занимать до 10%; ежегодный вынос почвы 10-20 т/га. Струйчатые размывы глубиной 2-5 см занимают 20% площади и сопровождаются ручейковыми размывами до 10-20 см глубиной; ежегодный вынос почвы 20-40 т/га. Струйчатые размывы глубиной 2-5 см занимают около половины площади и сопровождаются ручейковыми размывами до 10-30 см; ежегодный вынос почвы более 40 т/га.

*Интегративная эрозия.* Ежегодный вынос почвы менее 10 т/га Ежегодный вынос почвы 10-20 т/га. Ежегодный вынос почвы 20-40 т/га. Ежегодный вынос почвы 40-60 т/га; при катастрофической – более 60 т/га

*Размыв.* Ежегодно возобновляющиеся линейные формы в виде неразветляемых промоин и водороин глубиной от 0,3 до 1,0 м; водобойный колодец не выражен; продольный профиль промоины копирует профиль склона; поперечный профиль имеет треугольную или трапецевидную с узким основанием форму. Ежегодный прирост в длину до 1 м. Наряду с неразветленными промоинами образуются разветвляющиеся молодые овраги второй стадии развития с водобойными колодцами, растущими вершинами. Суммарный ежегодный прирост в длину до 5 м. Растущие овраги II стадии развития с большим количеством отвершков с водобойными колодцами. Суммарный ежегодный прирост в длину 5-10 м. Растущие овраги II стадии развития с большим количеством отвершков с водобойными колодцами. Суммарный прирост в длину более 10 м в год.

Исследованиями [34] выполнены расчёты эрозионного потенциала рельефа и потенциального смыва почвы от ливневых вод в условиях чистого пара и зяби на землях Новоселовского района Красноярского края. Установлено, что на данной территории эрозионно опасным является смыв как от талых, так и от ливневых вод, причём смыв от талых вод несколько меньше, что обусловлено небольшим количеством снега на полях (запас воды в снеге 25% обеспеченности равен 55 мм). По величине потенциального смыва, производимого стоком ливневых дождей и талых вод, участки пашни и других сельскохозяйственных угодий, размещённых на водосборах сгруппированы в шесть классов эрозионной опасности:

- 1 – с незначительной эрозионной опасностью (до 3 т/га год);
- 2 – слабой эрозионной опасностью (до 3,1-10 т/га год);
- 3 – средней эрозионной опасностью (до 10,1-20 т/га);
- 4 – сильной эрозионной опасностью (до 20,1-40 т/га);
- 5 – очень сильной эрозионной опасностью (более 40 т/га год);

б – намытые земли.

Под эрозионно опасными следует понимать участки земель с одинаковыми условиями рельефа, почв, интенсивности эрозионных процессов, степени смывости почв, и требующие применения определённого комплекса противоэрозионных мероприятий, обеспечивающих снижение потенциального смыва до уровня допустимых величин.

Основные аспекты влияния эрозии на экологическое состояние окружающей среды – эрозионная деградация почвенного покрова, выражающаяся, прежде всего, в снижении плодородия и изменении водного режима почв, загрязнении вод химическими компонентами почвы и привнесёнными веществами, площадном перераспределении в ландшафтах радионуклидов-загрязнителей и деградации малых рек. Количественный прогноз показывает увеличение доли площади эродированной пашни ЕТР на 5-6% в ближайшие 100 лет.

Предложенная Л.Ф. Литвиным [115] ландшафтно-генетическая классификация эрозии почв по наличию и общему уровню этих преобразований предусматривает деление эрозии на три основных категории (порядки): естественную; природно-антропогенную и антропогенную; по генезису источников стока на несколько классов: талую, ливневую, ирригационную. Деление на типы обосновывается комплексным влиянием технологий использования земель на преобразования свойств факторов эрозии и на количественные параметры результатов функционирования (на порядки величины интенсивности). Количественная оценка эрозии должна проводиться отдельно для каждого типа эрозии.

При этом исследования в области эрозии почв имеют большое прикладное значение и направлены, прежде всего, на разработку методов рационального эффективного землепользования и охраны почв. Несмотря на продолжительную историю исследований по данной тематике, до сих пор практически отсутствует инструментарий для изучения эрозионных процессов, выпускаемый промышленностью.

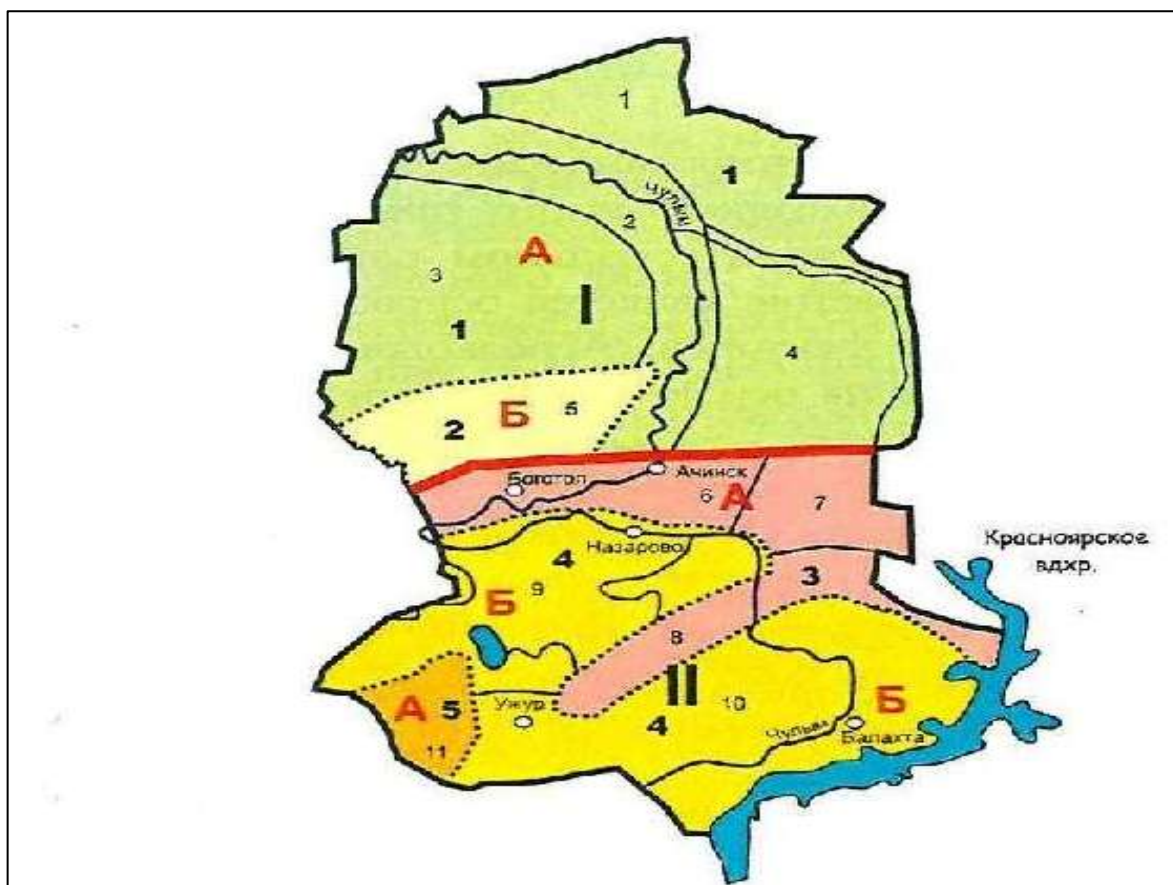
## ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

### 2.1. Физико-географическое районирование и местоположение исследуемой территории

Сельскохозяйственная зона находится в центре сочленения крупных тектонических структур – Сибирской платформы (Средне-Сибирское плоскогорье), Западно-Сибирская плита (Западно-Сибирская равнина) и новейшей складчатости Алтае-Саянских гор. Неотектоническая деятельность, наложенная на предшествующие периоды горообразования, создало такую ситуацию, что главные сельскохозяйственные районы Красноярского края сформировались в Назарово-Минусинской и Канско-Тасеевской котловинах. В первой преобладают степи, южная и типичная лесостепи, а во второй господствуют типичная и северная лесостепь. Обрамлением котловин служат равнинная и горная подтайга [25].

Схема физико-географического районирования Минусинской котловины включает в себя макрогеохоры, входящие в состав 5 провинций Южно-Сибирской горной физико-географической области: Чулымо-Енисейской, Минусинской, Кузнецко-Салаирской, Восточно-Саянской и Западно-Саянской. Согласно физико-географическому районированию на территории Красноярского Причулымья выделяются пять ландшафтных областей и 11 типов ландшафтов. Изучаемая территория относится к степной зоне и входит в четвертую ландшафтную область (рисунок 1).

В связи с проводимой земельной реформой, как в стране, так и в крае, с развитием новых форм собственности и необходимостью оптимизации сельскохозяйственного производства требуется дальнейшее изучение вопросов агроприродного потенциала территории с целью совершенствования организации землепользования.



Условные обозначения:








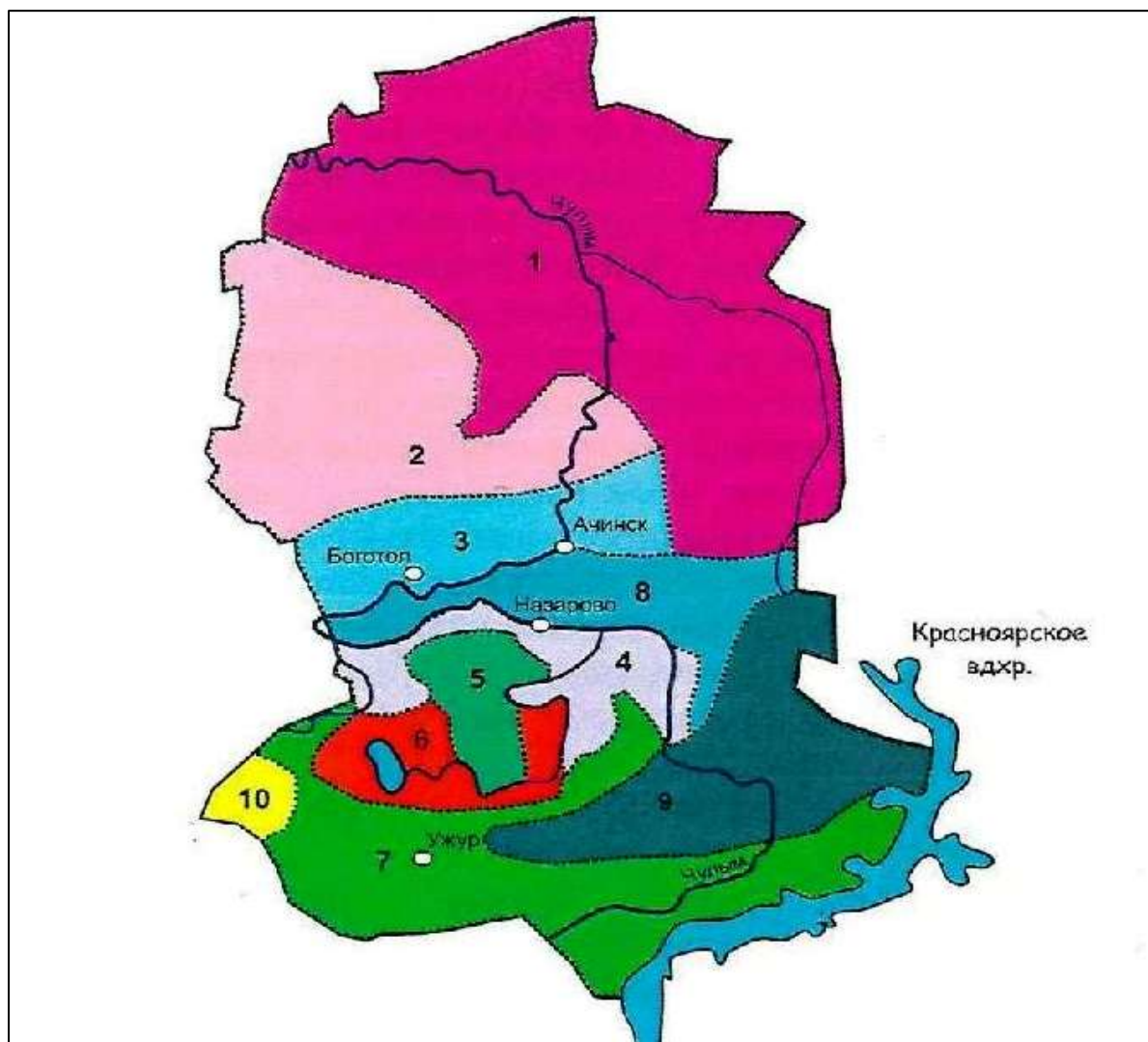
	Границы физико-географических стран		Ландшафтные области
<b>I</b>	Западно-Сибирская равнина		Кеть-Чулымские возвышенные равнины с южно-таежными мелколиственными лесами (1-4)
<b>II</b>	Алтае-Саянская горная		Чулымско-Четские равнины с лесостепями и подтаежными мелколиственными и светлохвойными лесами (5)
.....	Границы зон		Восточный Саян с горно-таежными мелколиственными и темнохвойными лесами (6-8)
<b>A</b>	Зона тайги и редколесий		Минусинские впадины с лесостепями, степями и подтаежными мелколиственными и светлохвойными лесами (9-10)
<b>B</b>	Зона подтайги, лесостепей и степей		Салаирско-Кузнецкая горная система горно-таежными светлохвойными, мелколиственными лесами (11)
			Границы и номера ландшафтов

Рисунок 1 – Картограмма физико-географического районирования лесостепной зоны Красноярского края [25]



- 1 - Чиндат-Бирлюсский – прохладный район южно-таежных и подтаежных лесов
- 2 - Тюхтет-Большеулуйский умеренно прохладный район южно-таежных и подтаежных лесов
- 3 - Ачинско-Боготольский умеренно прохладный район подтаежных и горно-таежных лесов
- 4 - Назарово-Березовский умеренно прохладный лесостепной район
- 5 - Крутойрский прохладный лесостепной район
- 6 - Шарыпово-Локшинский умеренно прохладный лесостепной и степной район
- 7 - Ужур-Новоселово – Балахтинский прохладный лесостепной и степной район
- 8 - Аргинский низкогорный прохладный район
- 9 - Солгонский низкогорный холодный район
- 10 - Кузнецко-Алатаусский низкогорный холодный район продуктивности земель

Рисунок 2 – Агрэкологические районы лесостепной зоны Красноярского края

Природными факторами, существенно осложняющими или лимитирующими возможность организации земледелия в отдельных районах Минусинской котловины, являются недостаток тепла, переувлажнение и высокая



эрозионная опасность, связанная главным образом с горным характером рельефа

На основе агроклиматических критериев и продуктивности сельскохозяйственной угодий учёными [25], проведено агроэкологическое районирование земельных ресурсов лесостепной зоны Красноярского края. Большое разнообразие лимитирующих факторов, влияющих на продуктивность сельскохозяйственных земель обусловило выделение 10 агроэкологических районов. Изучаемая территория относится к 7 агроэкологическому району – Ужур – Новосёлово – Балахтинскому прохладному лесостепному и степному (рисунок 2).

По агроприродному потенциалу состояния земель все ландшафты разделены на 6 групп: 1) пахотнопригодные ландшафты с высоким агроприродным потенциалом; 2) пахотнопригодные ландшафты со средним агроприродным агропотенциалом; 3) пахотнопригодные ландшафты с пониженным агроприродным потенциалом; 4) естественные кормовые угодья со средним и высоким агроприродным потенциалом; 5) ограниченно сельскохозяйственно-пригодные ландшафты (с низким агроприродным потенциалом) и 6) сельскохозяйственно-непригодные ландшафты (не имеющие агроприродного потенциала).

## 2.2. Литолого-геоморфологические особенности исследуемой территории

В геологическом строении территории принимают участие отложения среднего и верхнего девона и четвертичного возраста (рисунок 3). Из четвертичных отложений, имеющих повсеместное распространение, наиболее развиты элювиально-делювиальные. Представлены они суглинистыми и дресвяно-щебенистыми грунтами. Мощность их не постоянна и колеблется от 1,5 до 29 м. Суглинистые, неводоустойчивы; характеризуются высокой пористостью, склонны к просадкам.

В геоморфологическом отношении Новосёловский район расположен в юго-восточной части Чебаково-Балахтинской котловины. С юга котловина ограничена Батеневским кряжем (аб. отм. в. 1748 м), с запада – горами Кузнецкого Алатау (аб. отм. в. 1674 м) и г. Белая (аб. отм. в. 1260 м). С севера котловина ограничена хребтом Арга и Солгонским кряжем Восточного Саяна, который замыкает котловину и с востока. Пригодные для орошения почвы с уклонами поверхностей менее 0,05-0,08 располагаются именно в междуречных понижениях с абсолютными отметками 300-375 м. Они имеют относительно ровную поверхность южной, северной и восточной экспозиций, осложнённую небольшими гривками продольного направления, которые в сочетании с элементами ложбинного рельефа при относительных повышениях в 50-60 м обуславливают значительную разобщённость площадей, пригодных для орошения.

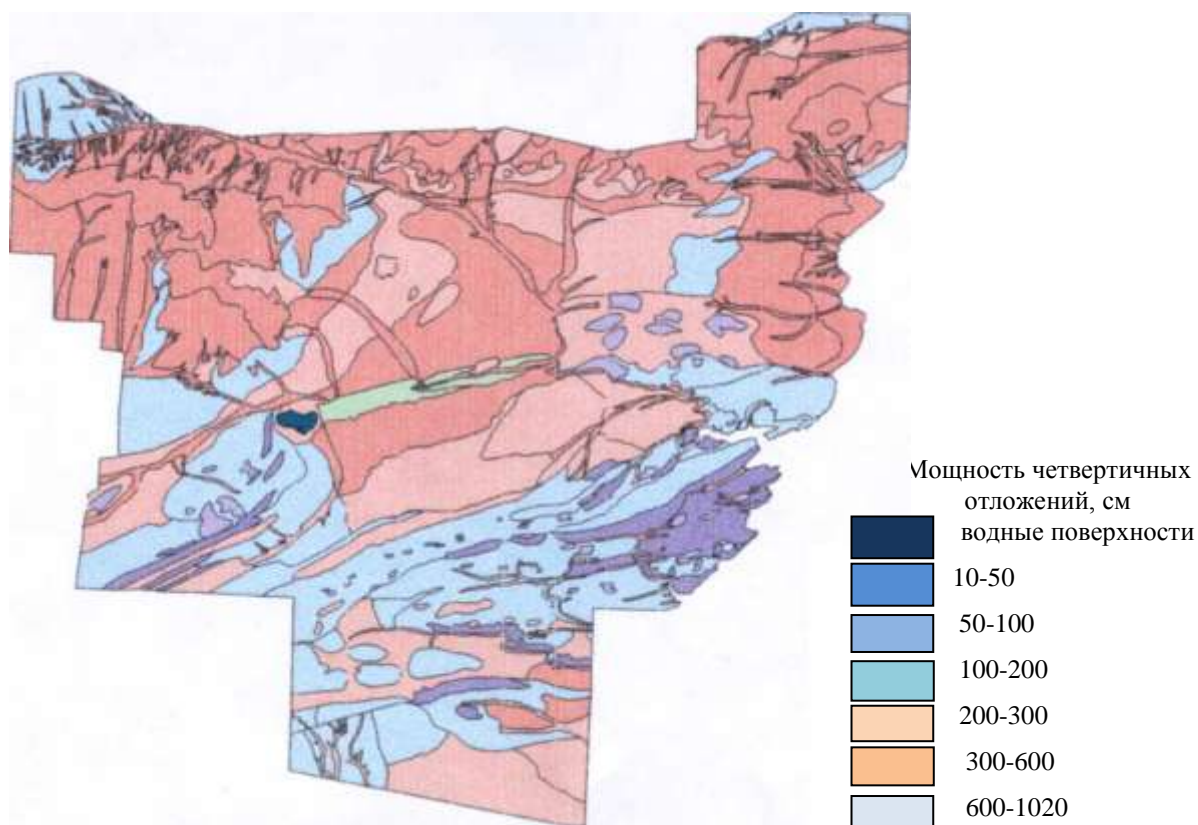


Рисунок 3 – Картосхема мощностей четвертичных отложений

Территория размещена на сравнительно ровной поверхности ниже командных отметок. А командные отметки с ярко выраженным рельефом и остатками древесных культур концентрируют при снегопереносе основную часть запасов снеговой воды, при её средних запасах порядка 400-450 м<sup>3</sup>/га в логах восточной экспозиции концентрируется до 800-1000 м<sup>3</sup>/га, на северных склонах – до 900-1700 м<sup>3</sup>/га снеговой воды. Таяние снегов представляет наибольшую опасность для плодородия почв потому, что временные водные потоки ежегодно идут по одним направлениям и вызывают овражную эрозию.

Высотные отметки господствующих элементов рельефа достигают 450-550 м, а долин – 250-300 м. Территория характеризуется расчленённым рельефом, но по степени расчленения неодинаковая и зависит от густоты гидрографической сети и расстояния от основных крупных рек – Чулыма и Енисея. В западной и южной частях округа, где реки почти отсутствуют, и на небольшом расстоянии находится Батеневский кряж и Кузнецкий Алатау, преобладающие формы рельефа представлены холмами, моноклиналильными возвышенностями и даже мелкосопочниками. Здесь имеются сухие ложбины и озёрные котловины суффuzionного и тектонического происхождения. Северная и восточная части округа имеют увалистый и холмисто-увалистый рельеф с весьма значительным эрозионным расчленением склонов. Наиболее расчлененная часть Чулымо-Енисейского округа (куда входит объект исследования) – его правобережная (относительно р. Енисея) часть, где амплитуда колебаний высотных отметок достигает 470 м. Рельеф здесь изменяется от широкоувалистой равнины на высоких террасах Енисея до низкогористого в отрогах Восточного Саяна.

Разнообразие рельефа Новоселовского района обусловлено расположением исследуемой территории на стыке двух тектонических структур - Минусинской котловины и Восточно-Саянского нагорья. Минусинская котловина с прилегающими к ней хребтами Восточного Саяна образовалась в палеозое около 400 млн. лет назад на месте Урало-Монгольской геосинакалезы в

Каледонскую эпоху горообразования. Затем эти горы под воздействием денудационных процессов постепенно разрушались и в течении мезозоя от складчатых горных сооружений почти ничего не осталось. На месте горных систем сформировалось денудационная пенеппенизированная равнина. В неогене на месте разрушенных гор вновь начались поднятия, которые привели к образованию современных складчато-глыбовых гор юга Красноярского края.

Образовавшимися хребтами минусинская котловина оказалась разделена на ряд более мелких котловин: Южно-Минусинскую, Сыдо-Ербинскую, Назаровскую и Чулымо-Енисейскую. Левобережная часть Новоселовского района, выбранного в качестве нашего объекта исследования, находится на территории последней котловины, ограниченной с севера – Солтонским, а с юга – Батенёвским кряжами. Поднятие гор продолжается и в настоящее время с различной скоростью в разных местах. Экзогенные процессы разрушают вновь образованные горы, стремясь выровнять рельеф.

Северная часть левого берега представляет собой холмисто-увалистую равнину, абсолютные отметки которой достигают 300-500 метров, именно в этой части левобережья и располагается долина реки Чулым. Ширина реки изменяется от 2 до 8 километров. При движении к югу, рельеф левого берега переходит в низкогорный, значительно расчленённый оврагами и мелкими речными долинами. Абсолютные высоты увеличиваются до шестисот и более метров. Горы протягиваются по берегу вдоль Красноярского водохранилища.

По этим горам проходит водораздел, отделяющий бассейн Енисея от бассейна другой большой сибирской реки – Оби. Юго-западная часть левого берега реки имеет так называемый куэстовый рельеф. Безлесные высокие куэсты, обращённые своими крутыми склонами в сторону водохранилища, образуют хребет Чёрный Камень, протягивающийся почти вдоль параллели 54°55'. Высота этого хребта колеблется от 450-500 до 638 метров. Средняя высота левобережной части Новосёловского района около пятисот метров. Северная часть является относительно самой низкой и плоской. Её степень

расчленённости увеличиваются с севера на юг и с запада на восток в сторону Красноярского водохранилища.

### 2.3. Климатические и метеорологические условия

Агроклиматические условия лесостепной части Красноярского края изучены достаточно хорошо. Обобщение данных по климату Красноярского края сделано в справочнике (Агроклиматические ресурсы, ...1974). Используя данные этого справочника, дадим краткую характеристику климатических особенностей исследуемой территории.

Исследуемый район находится в суббореальном климатическом поясе. Наибольшее влияние на климат этой территории оказывает солнечная радиация, циркуляция атмосферы и характер поверхности. Исследуемый район испытывает влияние Атлантического океана, с которым связано увлажнение территории. Однако роль западного переноса воздушных масс значительно ослабевает и существенно изменяется, обусловленное котловинным положением района и изменением абсолютных высот над уровнем моря. В теплое время года (с апреля по октябрь) циклоническая погода обуславливает 75-80% годового количества осадков. Очень велика роль воздушных масс в холодный период, когда вся азиатская часть России оказывается во власти антициклональной погоды.

Юг Красноярского края с большим преобладанием антициклональной погоды обеспечивает значительный приход солнечной радиации, величины которой достигают – 110 ккал/см<sup>2</sup>/ год. Для климата этой части характерно жаркое, но короткое лето, с холодной и малоснежной зимой. Континентальность климата подчёркивается ранними заморозками осенью и поздними – летом.

Климатические характеристики исследуемого района представлены в таблице 2.

Самая высокая температура периода (июль) доходит до 38-40°C, а на склонах южной экспозиции и более. Сумма температур за период со средне-суточной температурой выше 10°C составляет 1600-2000°C. Эта сумма зависит от высоты местности над уровнем моря. Для лесостепных холмисто-увалистых высоких местностей и куэстово-грядовой низкогорий с высотами 450-600 м сумма температур более 10°C находится в диапазоне 1600-1800°, на плоских пониженных равнинах 350-400 м над уровнем моря, сумме  $t > 10^\circ\text{C}$  возрастает до 1800-2000°. Продолжительность безморозного периода колеблется в интервале 90-115 дней. По условиям теплообеспеченности исследуемая территория входит в умеренно прохладный район с  $\Sigma t > 10^\circ\text{C}$ . До 1800° и умеренно-тёплый район с  $\Sigma t > 10^\circ\text{C}$  выше 1800°.

Таблица 2 – Климатические показатели района исследования

Климатические показатели	Величина
Минимальная температура января, °C	-50
Максимальная температура июля, °C	+38
Средняя температура января, °C	-20
Средняя температура июля, °C	+18
Средняя годовая температура, °C	-1,2
Амплитуда колебаний минимальной и максимальной температур, °C	90
Продолжительность безморозного периода, дни	90-115
Переход температуры через 0° весной	10-15w
Переход температуры воздуха через 0° осенью	25-29x
Годовое количество атмосферных осадков, мм	400-500
Испаряемость, мм	500-600
Коэффициент увлажнения по Иванову	0,7
Продолжительность периода со скоростью ветра 5-15 м/с, дни	200
Сумма температур за период с температурой более 10°C, °C	1600-2000

В самый холодный месяц (январь) абсолютный минимум температуры воздуха достигает -50°C. Средняя температура воздуха в январе составляет -18-20°C. Устойчивый снежный покров сохраняется в течение 160-175 дней, образуется в третьей декаде ноября и лежит до конца марта. Мощность снежного покрова по исследуемой территории колеблется от 15-20 см на равнинах и до 80-100 см на подветренных склонов, холмов и увалов, а также

в предгорьях и низкогорьях. Главным фактором распределения снежного покрова по исследуемой территории является ветер, который на открытых пространствах сдувает снег в ложбины, лощины, балки и овраги. При отсутствии полевых защитных лесных полос, кулис, буферных полос из высокостебельных культур поля остаются без снега и легко подвергаются дефляции в зимний период.

Вследствие низкого запаса влаги в почве, а также незначительного количества атмосферных осадков в апреле-мае, почва в эти месяцы становится «добычей» ветра. Дефляционная опасность наиболее сильно проявляется на склонах западной, юго-западной и южной экспозицией. На рассматриваемой территории преобладают ветры южного и юго-западного направлений. В летний период повторяются западные и северо-западные ветры, а в периоды антициклональной погоды появляются холодные северо-восточные и восточные ветры.

Среднее количество атмосферных осадков за год в западной части района исследования составляет около 400 мм, при приближении к Красноярскому водохранилищу количество осадков возрастает до 450 мм. Некоторый рост количества осадков с запада на восток район обусловлен ростом абсолютных высот местности и влиянием водохранилища. Доля летних осадков достигает 75-80% их общего количества. На зимние месяцы приходится только 20-25% осадков, которые не создают необходимого запаса продуктивной влаги в почве. Количество солнечного тепла в 1,5-2 раза больше, чем необходимо для испарения всех выпавших за год осадков. За год с поверхности зеркала воды испаряется 500-600 мм. Величина испаряемости растёт по мере приближения от Енисея к западным границам ЗАО «Новоселовское».

Вегетационный период 2010 года, по влагообеспеченности в классификации Ю.И. Шашко [192] был полусухим – 80% обеспеченности осадками. Средние месячные температуры воздуха в целом за вегетационный период были близки к среднемноголетним данным. С мая по август выпало 158,2 мм осадков (ниже средней многолетней нормы почти на 71 мм). Распреди-

лись они следующим образом: май – 28,5 мм; июнь – 37,7 мм; июль – 75,1 мм; август – 16,9 мм. В течение июля месяца были зафиксированы ливневые осадки, так 15 июля за 20 минут выпало осадков нормой 30 мм и 26 июля в течение 10 минут количество осадков составило 20 мм (таблица 3).

Таблица 3 – Влагообеспеченность вегетационного периода 2010-13 гг.

Год	Месяцы					Характеристика периода
	май	июнь	июль	август	май - август	
Норма	0,18	0,26	0,37	0,43	0,31	полузасушливый
2010	0,17	0,13	0,40	0,09	0,19	полусухой
2011	0,07	0,57	0,42	0,27	0,33	полузасушливый
2012	0,11	0,21	0,06	0,66	0,26	засушливый
2013	0,33	0,51	0,32	0,62	0,44	влажный

Влагообеспеченность вегетационного периода 2011 года характеризовалась близкой к «норме». Температура воздуха и количество выпавших осадков за период вегетации растений соответствовали среднемноголетним данным (таблица 4). За июль было отмечено выпадение ливневого дождя нормой 42 мм в течение 14 минут (22 июля) и также 12 августа 34 мм в течение 10 минут.

Вегетационный период 2012 года отмечался как засушливый, температура воздуха за период роста и развития растений была выше «нормы» на 1,3°C, осадков выпало на 23 мм ниже среднемноголетних значений. Следует отметить, что августовские дожди выпали в основном в виде ливней. Установлено, что 10 августа и 19 августа осадков выпало 42 и 51 мм соответственно в течение 11 и 15 минут.

Влагообеспеченность вегетационного периода 2013 года характеризуется как влажная, температура воздуха была ниже «нормы», осадков выпало на 37,6 мм выше среднемноголетних данных. Ливневые осадки выпали нормой 55 мм в течение 12 минут 26 июня (часть осадков в виде града). Также ливневые дожди были установлены 18 августа нормой 43 мм в течение 16 минут.



Таблица 4 – Метеорологические условия в 2010-13 гг. по месяцам

Показатели	Год	Месяцы				
		май	июнь	июль	август	май-август
Осадки, мм	Средние данные	33,0	58,0	74,0	64,0	229,0
	2010	28,5	37,7	75,1	16,9	158,2
	2011	17,4	96,1	70,3	46,4	230,2
	2012	22,8	62,8	15,5	98,6	199,7
	2013	44,5	94,4	57,7	70,0	266,6
Среднесуточная температура воздуха, °С	Средние данные	9,0	15,4	17,8	14,8	14,2
	2010	7,5	16,9	17,3	14,8	14,1
	2011	10,1	18,2	15,7	15,4	14,8
	2012	9,2	19,1	18,8	14,9	15,5
	2013	7,9	14,5	16,9	16	13,8
Среднесуточный дефицит влажности воздуха, мб	Средние данные	5,8	7,3	6,4	4,8	6,1
	2010	5,3	9,6	6,0	5,9	6,7
	2011	7,4	8,1	5,4	5,5	6,6
	2012	6,6	10,1	8,4	4,8	7,5
	2013	4,3	6,1	5,7	3,6	4,9

На проявление эрозионных процессов большое влияние оказывает интенсивность таяния снега весной, которая в свою очередь зависит от степени покрытия снегом земельного массива, высоты снежного покрова, плотности снега и запасов воды в снеге. По данным снегомерной съёмки в условиях 2010 года в январе – марте степень покрытия снегом составила 10 баллов, максимальная высота снежного покрова в первой декаде января составила 30 см, в самом конце марта – 12 см (таблица 5). Плотность снега в январе варьировала в пределах 0,14-0,16 г/см<sup>3</sup>, а в марте наблюдалось увеличение плотности снега до 0,20 г/см<sup>3</sup> и запас воды в снеге составил в среднем за март 11,3 мм. Запасы воды в снеге в условиях 2011 года были выше, чем в предыдущем году и составили 160 мм, а в 2012 и 2013 годах запасы были еще выше и составили соответственно 236 и 204 мм.

В целом следует заметить, что во все годы исследований, метеорологические условия отличались незначительно от среднемноголетних значений, как по температурным условиям, так и по количеству выпавших осадков. Во все

годы наблюдений большинство ливневых осадков выпадало во второй половине лета, что является характерным для данной климатической зоны. По годам исследований высота снежного покрова по месяцам и декадам существенно не различалась, а плотность снега варьировала в пределах 0,14-0,22 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 5 – Снегомерная съёмка за 2010-2013 годы

Годы	Месяц	Декада	Средняя высота, см	Плотность снега, г/см	Запас воды, мм
2010	Январь	1	30	0,15	18
		2	20	0,16	16
		3	18	0,14	8
	Февраль	1	17	0,15	9
		2	17	0,15	8
		3	14	0,14	8
	Март	1	14	0,15	11
		2	13	0,21	13
		3	12	0,20	10
2011	Январь	1	24	0,20	22
		2	24	0,20	22
		3	24	0,19	19
	Февраль	1	21	0,21	23
		2	20	0,19	19
		3	19	0,19	17
	Март	1	22	0,20	15
		2	17	0,19	13
		3	12	0,17	10
2012	Январь	1	17	0,16	16
		2	23	0,17	26
		3	25	0,20	32
	Февраль	1	27	0,20	34
		2	31	0,21	32
		3	32	0,20	30
	Март	1	31	0,19	25
		2	32	0,22	25
		3	19	0,23	16
2013	Январь	1	16	0,13	18
		2	14	0,16	22
		3	12	0,18	23
	Февраль	1	12	0,22	31
		2	14	0,22	26
		3	14	0,21	25
	Март	1	13	0,21	19
		2	22	0,22	20
		3	19	0,22	20

## 2.4. Растительность

На исследуемой территории встречается два типа растительности – лесостепная и степная. Для лесостепной растительности характерно чередование участков, занятых лесами преимущественно мелколиственных березово-осиновых лесов и луговых степей. Также леса приурочены к северным склонам увалов предгорий и куэстово-грядовых низкогорий. В некоторых случаях встречаются одновидовые леса – сосновые или лиственные. Названные виды являются доминирующими. В понижениях в качестве примеси может находиться осина. Луговые степи представлены злаково-разнотравными сообществами на склонах и настоящими заболоченными лугами по логам и долинам рек. На открытых пространствах плоских увалов и их склонах, где сохранились земельные участки преобладают клевер, вика, кровохлёбка и другие виды. Среди лугового разнотравия распространены виды злаковых растений.

Степная растительность приурочена к склонам южных экспозиций с крутизной более 5-7°. Степной тип растительности относится к Монголо-Китайской фратрии, которая представлена участками межгорных степей, опустыненных и настоящих мелкодерновиннозлаковых степей. На более крутых склонах котловины встречаются петрофитные варианты опустыненных степей.

В левобережной части Новоселовского района, где расположено ЗАО «Новоселовское», раскинулись лесостепные и степные пространства. Леса представлены всего двумя участками: одни в северо-западной части, другой – в юго-восточной части хозяйства. Древесная растительность представлена берёзой бородавчатой (*Betula verrucosa*). Кустарники – в основном, ива (*Salix*), кустарнички – костяника (*Rubus saxatilis*), травянистые растения – купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*), хвощ (*Equisetum*) и другие. Травянистая растительность представлена злаками: тимофеевкой (*Phleum pratense*), лисохвостом (*Alopecurus pratensis*), пыреем и другими. Запад и юго-запад левого берега занят степью. Здесь произрастают ковыль, типчак (*Festuca sulcata*) и

другие степные травы. И отдельно на левобережье можно назвать долину реки Чулым. Долина располагается в степи и лесостепи, а по берегам реки сформировалась кустарниковая растительность, в основном, из ивы.

## 2.5. Гидрография и гидрогеологические условия

Северо-западная и северная часть ЗАО «Новоселовское» находится на склоне юго-восточной экспозиции, являющегося составной частью междуречного пространства (водораздел) рек Чулым и Енисей. Чулым является равнинной рекой с широкой поймой и очень извилистым руслом. Чулым по территории Новоселовского района протекает отрезок длиной 4 км. Скорость течения реки не превышает 1,1-1,2 м/сек.

Гидрографическая сеть ЗАО «Новоселовское» состоит из ложбин, ложин, балок, которые впадают в два водотока, возникающие в период весеннего снеготаяния и после обильных дождей, выпадающих в июле и августе. В другое время по этим водотокам сохраняется в виде мелких водоёмов, вокруг которых образуются заболоченные луга. В пределах хозяйства находятся два озера – Толстый Мыс и Интикульское.

По своему режиму все реки исследуемой территории относятся к актайскому типу, для которых характерно весеннее и летнее половодье: первое начинается в конце апреля – начале мая в результате стока талых вод; второе – в конце июня – начале июля. В пределах хозяйства второе половодье возможно только при выпадении ливневых остатков.

*В гидрогеологическом* отношении территория находится в юго-восточной части Чебако-Балахтинского артезианского бассейна. В четвертичных отложениях грунтовые воды имеют ограниченное распространение. Этот горизонт подземных вод с минерализацией до 3,6 г/л и глубиной залегания 1-6 м.

Водоносный комплекс девонских отложений отличается повсеместным распространением и неблагоприятными условиями питания, которые обу-

словлены развитием куэстово-грядового рельефа, способствующего образованию поверхностного стока без инфильтрации влаги атмосферных осадков в грунты. Подземные воды имеют важное хозяйственное значение. Именно эти воды население использует в качестве питьевой воды. Чаще всего в хозяйственный оборот вовлекаются подземные воды, залегающие на глубине до 10 м.

Более глубокие горизонты подземных вод, залегающие на глубине 20-25, 25-40 метров используются реже, поскольку они являются слабоминерализованными и малопригодными для питьевых нужд. В некоторых случаях такие воды относятся к категории минеральных, которые обладают лечебными свойствами.

В понижениях рельефа, где грунтовые воды залегают на небольшой глубине, часто встречаются участки с переувлажненными грунтами. Иногда такие участки переувлажнены лишь временно. Талые воды весной и ливневые дожди в начале лета подпитывают грунтовые воды, которые переувлажняют земельные участки в лощинах и долинах ручьев, что способствует их заболачиванию. Подобные территории заболоченных угодий возникают в озёрных котловинах. Заболоченные участки встречаются и на надпойменных террасах р. Енисей. Наличие Красноярского водохранилища с огромным запасом пресных вод может быть полезным при развитии орошения в хозяйстве.

## 2.6. Почвы

Лесостепная зона Красноярского края простирается в широких межгорных котловинах и широких вытянутых долинах, среди которых выделяются Минусинская, Красноярская, Канская, Ачинско-Боготольская котловины (или впадины). Характерной особенностью влияния климата на почвообразовательные процессы является глубокое промерзание почв и формирование горизонта длительной сезонной мерзлоты, которые оказывает большое влия-

яние на водные, воздушные, термические и биохимические процессы [31, 104, 111, 198]. Разнообразие форм рельефа обуславливает пестроту почвенного покрова. В основном распространены чернозёмы обыкновенные, чернозёмы южные и чернозёмы выщелоченные. Чернозёмы в составе пахотных угодий являются преобладающим типом почв. Они сформировались в условиях умеренно влажного континентального климата под степной и лугово-степной растительностью на автоморфных местоположениях преимущественно на карбонатных лессовидных суглинках.

*Чернозёмы выщелоченные* занимают междуречные водораздельные увалы лесостепи, они сформировались на пылевато-иловатых или иловато-пылеватых легких глинах, тяжёлых и средних суглинках. Содержание гумуса в горизонте А достигает 10% и более. Мощность гумусового горизонта более 30 см. Карбонатный горизонт выделяется с начала границы вскипания, обычно он прослеживается по наличию карбонатных новообразований в виде псевдомицелия, а чаще всего мучнистой формы. В нижней части карбонатного горизонта наблюдаются признаки оглеения.

Глубина залегания грунтовых вод зависит от рельефа местности и колеблется в очень широких пределах: от 3-5 до 20-50 м.

*Чернозёмы обыкновенные* характерны для повышенных участков в степной зоне и склонов – в лесостепи. Мощность гумусового горизонта – 30-60 см, содержание гумуса достигает 7% и более. У нижней границы гумусового горизонта обнаруживаются карбонаты в крупнокристаллической сверху и мелкокристаллической снизу формах. Мицелярная форма карбонатов присуща верхней части карбонатного горизонта.

Почвы характеризуются низким содержанием легкорастворимых солей, однако в понижениях встречаются разновидности с ярко выраженным засоленным слоем (солончаковатые, глубокосолончаковатые), где резко возрастает количество легкорастворимых солей.

Реакция почвенного раствора – от нейтральной до щелочной, причём с глубиной по профилю она заметно возрастает. На целинных участках гуму-

совый горизонт имеет хорошо выраженную зернистую структуру, под влиянием обработок структурные агрегаты быстро разрушаются.

*Чернозёмы южные* образуют фон почвенного покрова сухих разнотравно-злаковых степей Южно-Минусинской впадины. Мощность гумусового горизонта колеблется от 15 до 45 см. Карбонаты залегают с глубины 20-40 см при мощности карбонатного горизонта 50-60 см, в нижней части профиля присутствуют легко растворимые соли. Вскипают от 0,1 НС1 в гумусовом горизонте или с поверхности. Их физико-химическая характеристика представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Физико-химическая характеристика чернозёмов южной части Средней Сибири (обобщенные материалы)

Почва	Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г			
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca %
Чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый	0-5	10,6	59,5	12,8	-	82,3
	20-25	8,0	53,2	8,0	-	86,9
	40-45	3,5	36,9	5,2	-	87,6
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый	0-18	8,9	28,4	8,21	-	77,5
	25-35	5,0	20,2	5,8	-	77,7
	55-65	3,0	14,0	5,6	-	71,4
Чернозём выщелоченный легкосуглинистый	0-10	10,1	62,1	12,9	-	82,8
	20-25	9,1	60,2	10,7	-	84,9
	40-45	5,9	38,3	8,4	-	82,0
Чернозём обыкновенный тяжелосуглинистый	0-15	7,8	42,4	9,4	-	83,4
	20-25	5,4	36,2	9,1	-	79,5
	30-35	2,4	26,8	7,8	-	77,5
Чернозём обыкновенный среднесуглинистый	0-10	5,6	18,0	5,4	-	76,9
	20-40	2,7	15,0	6,2	-	70,8
	40-60	-	8,7	7,8	-	52,7
Чернозём обыкновенный легкосуглинистый	0-15	7,1	42,2	8,4	-	83,4
	20-25	4,7	34,6	8,9	-	79,5
	30-35	3,9	32,7	7,1	-	82,2
Чернозём южный тяжелосуглинистый	0-10	9,33	58,1	12,0	-	82,9
	20-25	5,18	41,8	13,6	1,6	72,1
	40-45	1,69	-	-	-	-
Чернозём южный среднесуглинистый	0-10	5,3	15,1	6,10	1,44	66,7
	10-15	4,1	-	-	1,40	-
	20-25	2,0	10,6	4,83	1,16	63,9
Чернозём южный лёссовидный	0-16	4,54	20,1	2,25	-	90,1
	16-26	3,21	15,5	3,87	-	80,2

По содержанию гумуса чернозёмы выщелоченные относятся чаще всего к среднегумусным, но встречаются и тучные. Валовое содержание азота и фосфора чётко согласуется с количеством гумуса. Максимальный запас этих элементов сосредоточен в верхнем слое и резко падает в переходных горизонтах.

Ёмкость обмена чернозёмов выщелоченных высокая, что обусловлено тяжёлым гранулометрическим составом и высоким содержанием органического вещества. С падением гумусности по профилю сумма обменных оснований прогрессивно уменьшается. В составе обменных катионов доминирует кальций, но в значительных количествах присутствует магний. С глубиной относительное содержание магния чаще всего увеличивается.

Реакция почвенной среды слабокислая, при наличии карбонатов она переходит в нейтральную, а затем – в щелочную.

Для чернозёмов, выщелоченных характерна микроагрегатированность и пористость.

Влагоёмкость зависит от гранулометрического состава и запасов органического вещества. Почвы в условиях высокой агротехники и рациональных севооборотов способны сохранять благоприятный водно-воздушный режим, но в условиях монокультуры и орошения повышенными поливными нормами способны к переуплотнению и заплыванию.

Грунтовые воды залегают на глубине 10-20 м и не оказывают влияния на влагообеспеченность корнеобитаемого слоя.

Непрочная, легко разрушающаяся в процессе сельскохозяйственного использования структура, обуславливает неблагоприятные водно-воздушные свойства. Если почвообразующей породой являются красноцветные отложения, эти почвы в орошаемых условиях предрасположены к вторичному засолению.

Содержание гумуса варьирует в широких пределах: от 4,5 до 9,3% в зависимости от рельефа и гранулометрического состава.



В составе поглощенных оснований чернозёмов обыкновенных преобладает  $\text{Ca}^{2+}$ , но часто обнаруживается  $\text{Na}^+$ . Следует отметить высокий удельный вес поглощенного магния, что является причиной их склонности к осолонцеванию [56, 57].

Чернозёмы южные обычно слабо обеспечены подвижным фосфором, но основным фактором, ограничивающим плодородие этих почв, является недостаточная влагообеспеченность. Разновидности с лёгким гранулометрическим составом поддаются дефляции.

## ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

При любом виде хозяйственной деятельности следует соблюдать общие принципы охраны природных геосистем (ландшафтов). При проектировании агроландшафтов необходимо учитывать свойства геосистем как сложных природных образований, знать их структуру, состояние элементов ландшафта и факторы их определяющие.

### 3.1. Структура агроландшафтов исследуемой территории

Как известно [169], охрана ландшафтов – задача оптимизационная, так как в этом случае осуществляется поиск путей рационального (оптимального) использования ландшафта, заключающийся в определении способов эффективного использования компонентов и элементов ландшафтов, обосновании возможных вариантов использования, определении природных и социально-экономических ограничений в использовании.

Любые технологические решения, процессы должны обеспечивать сохранение средо- и ресурсовоспроизводящей способности ландшафтов. Ландшафты преобразованные в агроландшафты не должны терять средо- и ресурсовоспроизводящую способность при выполнении заданных им функций в последующие периоды времени. Оптимизация использования территории направлена на разработку мероприятий, предупреждающих возникновение негативных последствий.

Разработка проектов использования земель должна учитывать состояние всех компонентов (почвы, воды, биоты и т.п.) и предусматривать последующие изменения этих компонентов. Наличие индивидуальных особенностей ландшафтов и их разнообразия предопределяет дифференцированный подход к организации отдельных частей геосистемы, чтобы реализовать их

потенциал доходности по максимуму, не нарушая экологических требований.

При оптимизации агроландшафтов важно знать степень воздействия человека на ландшафт, его структуру, состояние, круговороты вещества и энергии в ходе хозяйственной деятельности.

В данном разделе оценим соотношение природных и антропогенных элементов ландшафта, структуру агроландшафтов (земель сельскохозяйственного назначения), структуру сельскохозяйственных угодий, агроценозов и их способность к сохранению устойчивости агроландшафтов.

Структура земельного фонда Новоселовского района представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Распределение земельного фонда Новоселовского района по категориям

Категории	Площадь	
	га	%
Общая площадь	388066	100
Земли сельскохозяйственного назначения	248206	64,0
Земли населённых пунктов	2890	1,0
Земли промышленности и иного назначения	735	0,02
Земли особо охраняемых территорий	15	-
Земли лесного фонда	89134	23,0
Земли водного фонда	40841	10,0
Земли запаса	6245	2,0

Из таблицы следует, что главным элементом ландшафта Новоселовского района являются земли сельскохозяйственного назначения, которые занимают 64% от площади территории района. Вторым по площади элементом природных геосистем оказываются земли лесного фонда. Наличие рукотворного водного объекта – Красноярского водохранилища стало причиной того, что на территории Новоселовского района 10% его площади оказалось под водой, поверхность которого образует водный фонд. Площади земель этих названных категорий составляют 378,23 тыс. га или 97% площади района.

Антропогенно преобразованная территория района включает земли сельскохозяйственного назначения, земли населённых мест, земли промышленности и иного специального назначения, а также земли водного фонда (искусственного моря), которые вместе занимают 292,7 тыс. га, или три четверти территории района (75,4%).

Антропогенно-техногенный компонент территории района – это созданные человеком элементы, в частности – инженерные сооружения, комплексы локальных и линейных объектов, населённые пункты, полосы автомобильных дорог, искусственные водоёмы и другие объекты географической оболочки. К этим же объектам мы относим территории занятые пахотными угодьями, сенокосами, пастбищами, нарушенными землями (карьеры, овраги, площади вырубленных лесов, искусственные водоёмы), которые изменяют гидрологический режим территории. Все такие участки со значительной преобразованностью хозяйственной деятельностью адекватны определению «антропогенный ландшафт».

В то же время на рассматриваемой территории сохранились природные комплексы, которые соответствуют определению «культурный ландшафт», т.е. освоенные человеком, но используемые им без существенных негативных явлений, например, пашня не подверженная эрозии и дефляции, сенокосы и пастбища, не претерпевшие регрессии, снижения продуктивности и биоразнообразия.

Степень изменения агроландшафтов оценили на основе сложившейся структурно-функциональной организации земель сельскохозяйственного назначения, их качественного состояния. В структуре земель сельскохозяйственного назначения преобладают сельскохозяйственные угодья (таблица 8).

На пашню приходится 41% площади земель сельскохозяйственного назначения и 53% площади сельскохозяйственных угодий. Второе место в структуре земель сельскохозяйственного назначения занимают пастбища, доля которых достигают 26%, т.е. четверть площади категории и увеличива-

ется до 33% площади сельскохозяйственных угодий. Общая площадь пашни и пастбищ составляет 67% площади категории и 86% площади сельскохозяйственных угодий. Оставшиеся 11% площади сельскохозяйственных угодий занимает залежь и сенокосы, общая площадь которых составляет 27251 га. На многолетние насаждения приходится всего 57 га.

Таблица 8 – Распределение земель сельскохозяйственного назначения по угодьям

Виды угодий	Площадь	
	га	%
Общая площадь	248206	100
Сельскохозяйственные угодья	194579	78
Пашня	102525	41
Залежь	6233	3
Многолетние насаждения	57	-
Сенокосы	21018	8
Пастбища	64746	26
Несельскохозяйственные угодья	53627	22
Под древесно-кустарниковой растительностью не входящей в лесной фонд	20095	8
Их них защитного назначения	2050	1
Под водными объектами	2495	1
Земли застройки	1252	0,5
Под дорогами	2235	1
Болота	22340	9
Нарушенные земли	5210	2,5

На долю несельскохозяйственных угодий остаётся 22% площади земель сельскохозяйственного назначения. В составе несельскохозяйственных угодий преобладают заболоченные земельные участки (9%) и земельные участки, покрытые древесно-кустарниковой растительностью, не входящей в лесной фонд (8%). Эти виды угодий занимают 42435 га или 79% общей площади несельскохозяйственных угодий. Другие несельскохозяйственные угодья, по мере убывания их доли, расположились в ряд: земли под водными объектами, под дорогами и застройкой. Кроме того, в составе несельскохозяйственных угодий, имеются нарушенные земли, которые нуждаются в рекультивации и возвращению в сельскохозяйственный оборот.

Таким образом, судя по доле земель сельскохозяйственного назначения от общей площади района (64%), Новоселовский район относится к средне-освоенным. Использование других методов оценки эколого-хозяйственного баланса территории также указывает на среднюю антропогенную преобразованность исследуемого района (таблица 9).

Таблица 9 – Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Новоселовского района

Характеристики	Показатель	
	Единица измерения	Величина
Сельскохозяйственная освоенность	%	64
Распаханность	%	26
Лесистость	%	28
Доля лугов	%	24
Соотношения пашня:луг:лес	%	26:28:24
Коэффициент экологической стабильности	-	0,58
Коэффициент антропогенной нагрузки	балл	3
Коэффициент устойчивости ландшафта	-	2,20

Анализируя материалы таблицы, в целом по району распаханность невысокая и она не превышает допустимого предела (40%), установленного экологами. Лесистость района близка к оптимальной (30% площади района). В то же время недостаточно площадей, занятых травянистой растительностью (естественными лугами). Последние по свидетельству ботаников претерпели существенные изменения по видовому составу, что обусловлено превышением ёмкости пастбищ и дигрессией лугов как элемента ландшафта.

Если обратиться к данным по структуре земель сельскохозяйственного назначения, то обнаруживается, что доля пашни в составе земель этой категории достигает 41%, т.е. считается оптимальной, однако при таком низком уровне распаханности, три четверти пашни Новоселовского района оказалось подвержено эрозии и дефляции, причём большей частью в средней и сильной степени (см. раздел 1.2). Такое противоречие между оптимальной распаханностью территории и высокой степенью проявления эрозионных и дефляционных процессов объясняется отсутствием необходимой системы защиты зе-

мель сельскохозяйственных организаций. По мнению экологов, оптимальное соотношение угодий недостаточно для сохранения устойчивости ландшафтов. Оптимизация соотношения угодий не освобождает сельхозтоваропроизводителей от обязанности соблюдать правила почвозащитной технологии в пахотных угодьях.

Сельскохозяйственное освоение территории исследуемого района нарушило баланс угодий, что привело к снижению экологической стабильности агроландшафтов. Исследуемая территория из экологически стабильного состояния до сельскохозяйственного освоения перешла в категорию со средне стабильным состоянием после расширения площади сельскохозяйственных угодий и увеличения антропогенной нагрузки на территорию. Судя по величине коэффициента антропогенной нагрузки, исследуемая территория из состояния незначительной антропогенной нагрузки перешла в градацию со средней антропогенной нагрузкой. Это указывает, что улучшение агроландшафтов должно идти по пути снижения антропогенной нагрузки.

Антропогенное преобразование исследуемой территории снизило устойчивость природных геосистем, но они пока, в основном, сохранили свои функции. Нарушения в функционировании ландшафтов (в виде ускорения некоторых процессов) наблюдаются только в отдельных частях изучаемой территории. В основном нарушения связаны с изменением свойств почв в результате их эрозии и дефляции, изменением видового состава травянистой растительности, уменьшением лесопокрытой территории. В некоторых местах, где наблюдается линейная эрозия, изменения коснулись исходной почвообразующей породы (элювиально-делювиальных лёссовидных суглинков).

### 3.2. Качественное состояние земель исследуемой территории

Формирование природных геосистем (ландшафтов) происходит под воздействием многих факторов, которые обуславливают их разнообразие,

дифференциацию, интеграцию, развитие, размещение, а также свойства. К ландшафтообразующим факторам относятся: вращение Земли, тектонические движения, неравномерный приток солнечной радиации, циркуляция атмосферы, движение подземных и поверхностных вод.

Деятельность поверхностных вод сопровождается формированием ландшафтов, их изменением во времени, вызывает дифференциацию географической оболочки. Поверхностные воды изменяют ландшафт в результате смыва, размыва (плоскостной и линейной эрозии), переноса продуктов смыва с последующей аккумуляцией перемещённых продуктов разрушения горных пород и образованием аккумулятивных равнин. Продолжительная геологическая работа способствовала развитию в лесостепной зоне Красноярского края различно ориентированных ландшафтных структур, которые образованы рядом ландшафтных местностей, сильно различающихся по строению и мелиоративному состоянию.

В ландшафтном плане на исследуемой территории чётко обособились два типа ландшафтных структур – лесостепные и степные. Лесостепные ландшафты сформировались в пределах низкогорий и высоких предгорий. Степные ландшафты приурочены к предгорным пологонаклонённым равнинам, плоским и слегка вогнутым межкуэстовым равнинам, а также надпойменным террасам рек Енисей, Чулым и Борозда (рисунок 4).

Площадь ландшафтных местностей Новоселовского района показана в таблице 10.

Таблица 10 – Площади ландшафтных структур Новоселовского района

Ландшафтные местности	Площадь	
	га	%
Высокая лесостепная равнина	139316	35,9
Слабо вогнутая степная равнина	107494	27,7
Надпойменные террасы рек Енисей	16687	4,3
Межкуэстовые степные равнины	104002	26,8
Плосконаклонённая степная равнина	20567	5,3
Итого	388066	100



Территория района исследования находится в Чебаково-Балахтинской впадине, расположенной в северной части Манусинской котловины, которая является одной из межгорных впадин Саяно-Алтайской складчатой области. Основание ландшафтных местностей сложено девонскими и каменноугольными отложениями, перекрытыми элювиально-деллювиальными лёссовидными суглинками мощностью от 0,5 до 10,0 метров.

Для каждой ландшафтной местности, выделенной в границах исследуемой территории характерен свой тип макро- и мезорельефа, которые отличаются по морфометрическим характеристикам, знание которых позволяет провести эрозионно-мелиоративную оценку территории. Такая оценка делает возможным прогноз развития эрозионных процессов по местностям, а также позволяет разработать комплексы мелиоративных мероприятий, учитывающих особенности морфологических элементов ландшафта. Особое значение в этом случае имеет рельеф.

В пределах Красноярской лесостепи выделено четыре типа мезорельефа: горный (в частности, низкогорный подтип); структурный или структурно-денудационный (в нашем случае куэстовый и куэстово-градовый); скульптурный или эрозионно-денудационный, проявляющийся в виде линейной эрозии, плоскостного смыва и разрушением береговой линии водоёмов (озёр, водохранилища) – абразия, и, наконец, аккумулятивный (аллювиальный и озерно-аллювиальный), распространенный в межкуэстовых понижениях, на надпойменных и озёрных террасах и поймах рек.

Морфометрические характеристики типов рельефа представлены в таблице 11.

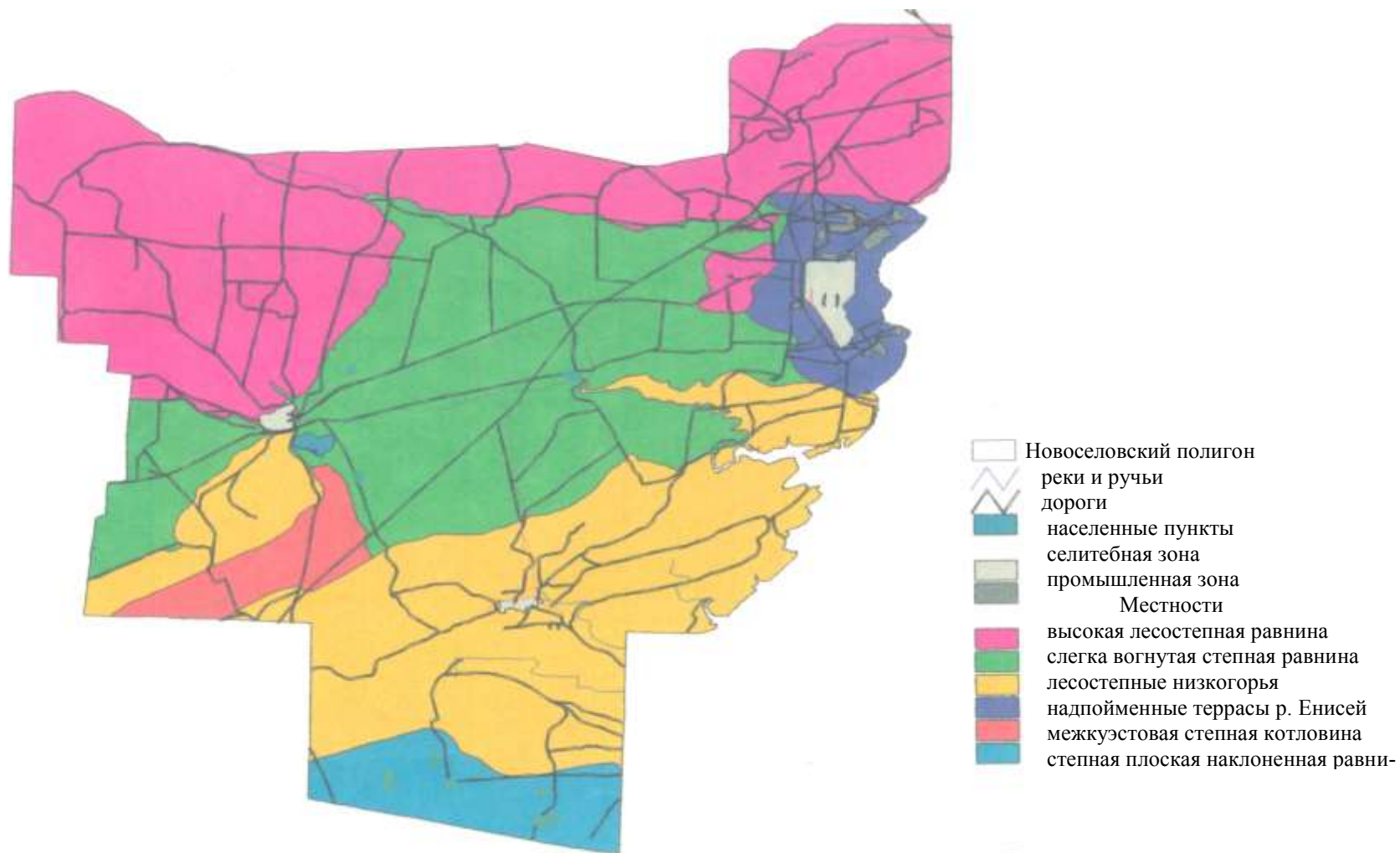


Рисунок 4. Картограмма ландшафтных местностей Новоселовского района

Структурно-тектонический низкогорный рельеф представлен куэстово-грядовым сильно расчленённым и холмисто увалистым. Куэсты с грядами имеют ограниченное распространение. Абсолютные высоты достигают 470-580 м, вертикальное расчленение колеблется от 100 до 330 метров. Низкогорный холмисто-увалистый рельеф имеет абсолютные высоты в пределах 400-480 м, при вертикальном расчленении 80-100 м. Крутизна склонов в пределах куэстово-грядового рельефа изменяется от очень пологих (1-2°) до крутых (10, 15°). Для холмисто-увалистого характерны менее крутые склоны (2-10°).

Таблица 11 – Морфометрические характеристики рельефа по ландшафтным местностям

Наименование рельефа	Характеристики		
	Абсолютная высота, м	Вертикальное расчленение, м	Углы наклона, град
Лесостепь:			
Куэстово-грядовый низкогорный	470-580	100-140	12-45
Холмисто увалистый низкогорный	395-480	80-100	2-20
Степь:			
Пологонаклонённые предгорья	350-400	5-60	2-6
Междукуэстовые эрозионно-денудационные равнины (вогнутые)	340-400	15-50	1-9
Междукуэстовые эрозионно-денудационные плоские равнины	340-400	15-50	1-3
Надпойменные плоские террасы	300-350	10-40	1-9

Холмисто-увалистый рельеф получил более широкое распространение и представляет собой чередование вытянутых в длину холмов с очерченными склонами и подошвой и образует в ландшафтной структуре субдоминантные урочища. Повышенные вытянутые увалы разделяются ложбинно-балочной сетью, по которой развивается линейная эрозия. По присетевым склонам наблюдается сток талых и ливневых вод, приводящих к плоскостному смыву.

Ложбинно-лощинные балочные системы с присетевыми склонами крутизной 2-6° образуют скульптурный или эрозионный денудационный рельеф. Лога имеют, как правило, крутые борта (10-15°) и являются местными базисами эрозии и местами разгрузки подземных вод. Склоны, прилегающих к ложбин-

но-балочной сети территорий, подвергаются поверхностному смыву, который не компенсируется процессами почвообразования. Это явление сопровождается постепенным снижением плодородия почв.

Эрозионно-денудационный рельеф развит также в межуэстовых понижениях, где он приобретает равнинный характер. Слабо вогнутые и плоские днища межуэстовых понижений имеют ровную поверхность с углами наклона местности до 2°, иногда поверхность осложнена гривками продольного направления, образование которых, по всей вероятности, обусловлено проявлением дефляционных процессов. Абсолютные отметки рельефа составляют 300-350 м с вертикальным расчленением от 15 до 50 м.

Аккумулятивный рельеф на исследуемой территории приурочен к трансаккумулятивным и аккумулятивным позициям в ландшафте. Аккумулятивные формы рельефа являются результатом эрозионной деятельности, разрушения береговой линии озёр и Красноярского водохранилища, а также эолового переноса почвы в процессе дефляции. На территории Новосёловского района выявлено несколько вариантов аккумулятивного рельефа.

Эрозионно-аккумулятивный рельеф наиболее широко распространён на территории. Этот рельеф представлен поймой р. Чулым – 2-4, 4-5 и 7-8-метровые надпойменные террасы, комплексом скульптурных эрозионных (средневысотных и высоких) 60-70 и 90-110-метровых сильноденудированных террас и аккумулятивных низких террас. Около п. Новосёлово при пересечении Енисеем Новосёловской антиклинали террасы выклиниваются и образуют 60-70 метровую скульптурную террасу, имеющую ширину до 1,5 км. Меньшая по ширине скульптурная терраса, высотой 90-110 м протягивается с постепенным расширением от п. Новосёлово вверх по течению. Ограниченное распространение скульптурных террас на участке землепользования АО «Новосёловское» связано с более активными новейшими тектоническими поднятиями Новосёловской антиклинали. Поэтому здесь преобладают денудационные процессы, под влиянием которых рыхлый материал подвергался активному смыву. В результате мощность рыхлых пород невелика, а скальные коренные породы вы-

ходят на поверхность. Аналогичная картина просматривается на участках распространения куэстового, куэстово-грядового рельефа.

Абразионно-аккумулятивный рельеф не получил широкого распространения. Данный рельеф представлен абразионными уступами с клифами и обвально-осыпными берегами и аккумулятивным рельефом пляжей с волноприбойными ступенями вдоль побережья Красноярского водохранилища. Абразионно-аккумулятивный рельеф в меньших масштабах проявляется в прибрежных полосах озёр Толстый Мыс и Интикуль.

Анализ ландшафтов исследуемой территории показывает, что основными ландшафтообразующими факторами являются эрозия (линейная и поверхностная), абразия берегов водохранилища, дефляция и оврагообразование. Приуроченность этих ландшафтообразующих факторов определена выше. Однако для разработки комплекса агро- и гидромелиоративных мероприятий важно установить площадное распределение эродированных и дефлированных земель в разрезе ландшафтных местностей. Для этого приведём качественное состояние пахотных угодий Новоселовского района (таблица 12).

Таблица 12 – Качественное состояние пахотных угодий Новоселовского района

Качественное состояние	Площадь	
	га	%
Общая площадь пашни	102525	100
в том числе эродированной	21569	21,0
слабо	9127	8,9
средне	8099	7,9
сильно	4343	4,2
в том числе дефлированной	53341	52,0
слабо	24126	23,5
средне	20895	20,4
сильно	8320	8,1

Приведённые данные показывают, что почти три четверти площади пашни подвержено эрозии и дефляции. Такая доля площади пашни, безусловно, приблизительная, поскольку одни и те же участки могут подвергаться совместному воздействию эрозии и дефляции, а значит, доля деградированной пашни

окажется меньше. Точно определить долю такой пашни возможно только после детального почвенного обследования.

Показательно, что в составе эродированной пашни более половины (52%) её площади является средне- и сильноэродированной, а в составе дефлированной пашни почти 55% её площади приходится на средне- и сильнодефлированную. Использование среднеэродированной (среднедефлированной) пашни в сельском хозяйстве сопровождается потерей урожая и ущербом, измеряемым величиной равной 213,2 млн. руб. Доходность и рентабельность растениеводства сокращается почти в два раза.

Распределение эродированной и дефлированной пашни по лесостепным и степным ландшафтам представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Распределение эродированной и дефлированной пашни по лесостепным и степным ландшафтам

Качественное состояние пашни	Ландшафты	
	Лесостепные	Степные
Эродированные, всего	18937	2632
в том числе: слабоэродированные	8103	1024
среднеэродированные	7145	954
сильноэродированные	3689	654
Дефлированные, всего	22402	30939
слабодефлированные	10292	13834
среднедефлированные	8693	12202
сильнодефлированные	3417	4903

Эрозия – как ландшафтообразующий фактор более выражен в лесостепных ландшафтных единицах, чем в степных. Такая закономерность обусловлена морфометрическими особенностями лесостепных ландшафтов (рисунок 5). В лесостепи абсолютные отметки выше, вертикальное расчленение и углы наклона на поверхности больше. На это указывает более широкое распространение эродированных земель в лесостепных местностях (рисунок 6, 7).

В то же время в лесостепных условиях довольно активно проявляются процессы ветровой эрозии, что связано с большим распространением плоских плакоров, плосковогнутых поверхностей, приуроченных к ветроударным пози-

циям склонов западной, юго-западной и южной экспозиции высокой лесостеп-  
ной равнины.

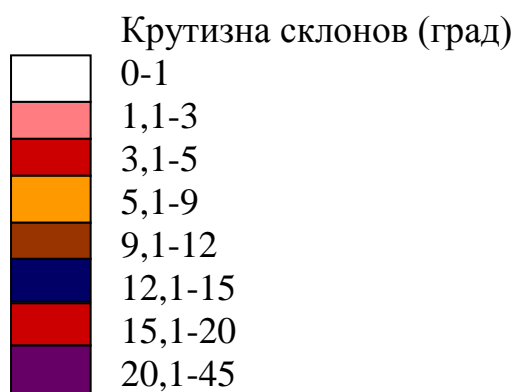


Рисунок 5 – Картосхема крутизны склонов



- |   |                           |  |                        |
|---|---------------------------|--|------------------------|
|  | Плакоры, террасы, равнины |  | Северо-западный склон  |
|  | Северный склон            |  | Северо-восточный склон |
|  | Южный склон               |  | Юго-западный склон     |
|  | Западный склон            |  | Юго-восточный склон    |
|  | Восточный склон           |  | Разной экспозиции      |

Рисунок 6 – Картосхема экспозиции склонов



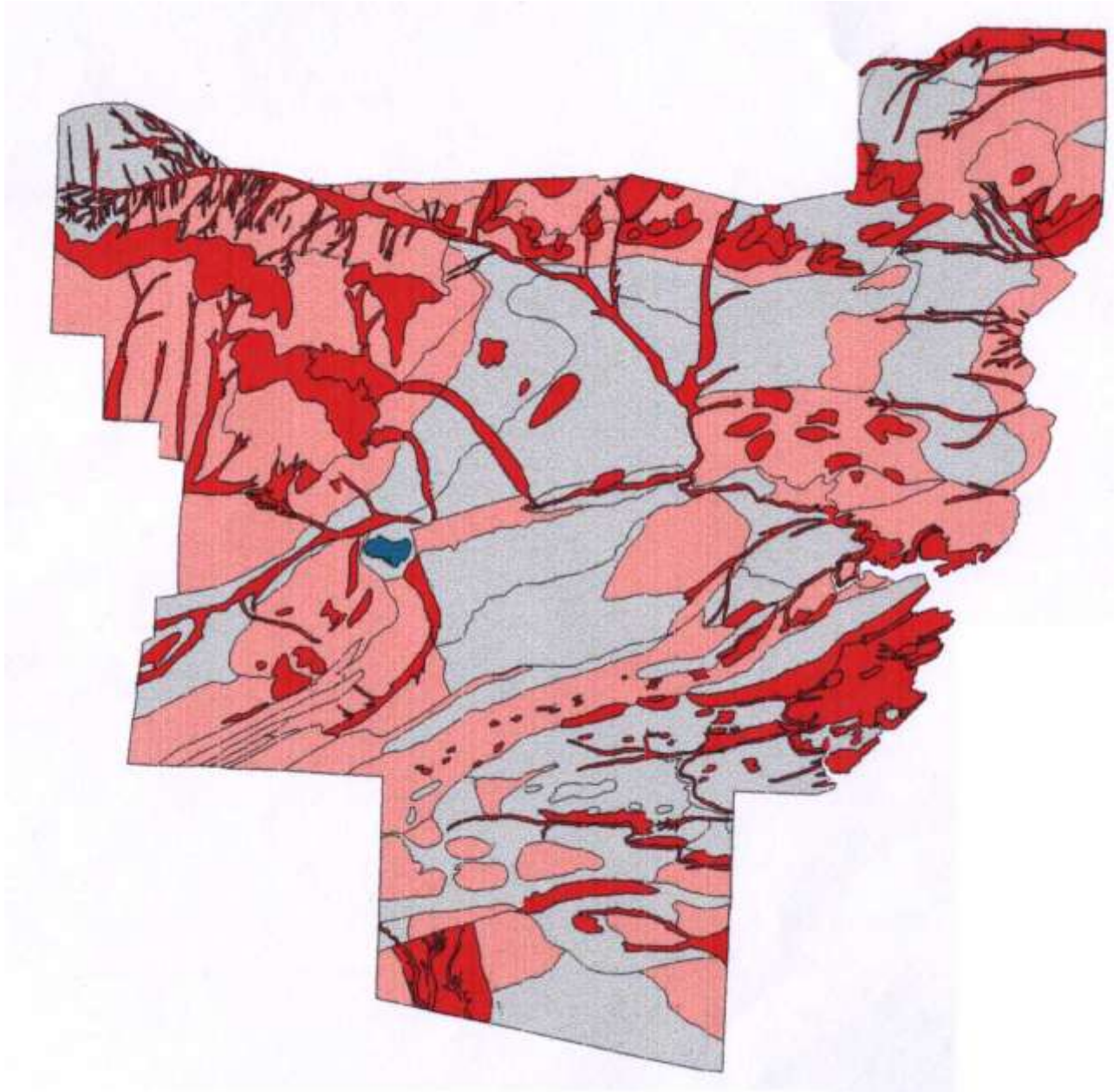


Рисунок 7 – Картограмма эрозионной опасности почв

На степных плоско наклонённых и слабо вогнутых равнинах, а также на надпойменных террасах реки Енисей и межкуэстовых котловинах с плоскими и вогнутыми днищами в основном преобладает ветровая эрозия, а водная эрозия распространена весьма ограничено на присетевых склонах изрезанных ложбинами, логами. Слабое проявление водной эрозии и значительное распространение явлений дефляции обусловлено грубодисперсным гранулометрическим составом почвогрунтов, легко поглощающих воду, не способствуя смыву почвы, но менее устойчивых к выдуванию почвы ветром.

При более детальном анализе территории Новоселовского района обнаруживается, что интенсивность эрозионных и дефляционных процессов имеет некоторую пространственную неоднородность, которая проявляется как в лесостепных, так и степных ландшафтах (таблица 14).

Таблица 14 – Распространение эродированных участков по ландшафтным местностям, га

Степень эродированности	Местности				
	1*	2	3	4	5
Эродированность, всего	26910	20800	3250	20050	3900
в том числе слабоэродированные	3770	13455	1300	9360	2925
среднеэродированные	15015	5590	1300	7020	975
сильноэродированные	8125	1755	650	3670	-

\*) Примечание: 1 – высокая лесостепная равнина; 2 – слабо вогнутая степная равнина; 3 – надпойменные террасы р. Енисей; 4 – межкуэстовые степные равнины; 5 – плосконаклонённая степная равнина

Данные показывают, что эродированные уголья более всего распространены на лесостепных высоких равнинах, а также степных слабовогнутых межкуэстовых равнинах. При этом присетевые склоны различной экспозиции подвержены смыву и размыву, а плоские поверхности названных местностей, а также надпойменных террас реки Енисей и степных плосконаклонённых равнин больше подвергаются дефляции.

Слабоэродированные уголья преобладают на лесостепных высоких равнинах и на склонах межкуэстовой равнины. Самые большие площади среднеэродированных земель приурочены к тем же местностям. Самая большая доля

угодий (86% площади местности) со средней и сильной степенью отмечается в лесостепных условиях, а также на надпойменных террасах (60% площади местности) и межуэстовых равнинах (53% всей площади эродированных угодий местности). Сильноэродированные угодья более широкое распространение получили в лесостепной части района.

ЗАО «Новоселовское» отличается от всех сельскохозяйственных организаций Новосёловского района развитием в основном дефлированных угодий (таблица 15). Некоторое сходство исследуемого хозяйства есть только с территорией ЗАО «Интикульское», где также господствуют дефлированные угодья.

Таблица 15 – Распределение эродированных и дефлированных угодий по организациям Новосёловского района (левобережная часть), га

Степень деградации	Сельскохозяйственные организации				
	1*	2	3	4	5
Эродированные, всего	5870	4916	5547	2632	-
в том числе:	2211	2016	2546	1024	-
слабоэродированные					
среднеэродированные	2115	1994	1987	954	-
сильноэродированные	1544	906	1014	654	-
Дефлированные, всего	5844	6387	8844	14481	16458
слабодефлированные	1400	3814	4326	6478	7356
среднедефлированные	3029	1825	3264	5462	6740
сильнодефлированные	1415	748	1254	2541	2362

\*) Примечание: 1 – ЗАО «Светлолобовское», 2 – ЗАО «Легостаевское», 3 – ЗАО «Игрышенское», 4 – ЗАО «Интикульское», 5 – ЗАО «Новоселовское».

Первые три сельскохозяйственных организации района отличаются от упомянутых выше наличием как эродированных, так и дефлированных угодий.

Распределение дефлированных угодий по ландшафтным местностям ЗАО «Новоселовское» показано в таблице 16 и изображено в виде схемы (рисунок 8).

Выше отмечено, что ЗАО «Новоселовское» отличается от других сельскохозяйственных организаций района распространением дефлированных угодий, поскольку в южной части Новоселовского района, где находится объект исследования, большее развитие получили степные ландшафты, которые в ос-

новном распаханы, и обладают меньшей устойчивостью к дефляции, чем северные и восточные территории Новоселовского района.

Таблица 16 – Распределение дефлированных земель по местностям

ЗАО «Новоселовское»

Степень дефлированности	Организации				
	1*	2	3	4	5
Дефлированные всего	5920	4576	716	3818	858
В том числе слабодефлированные	829	2960	288	2059	643
среднедефлированные	3303	1230	286	1544	215
сильнодефлированные	1788	386	142	815	-

\*) Примечание: наименование местностей см. в таблице 13

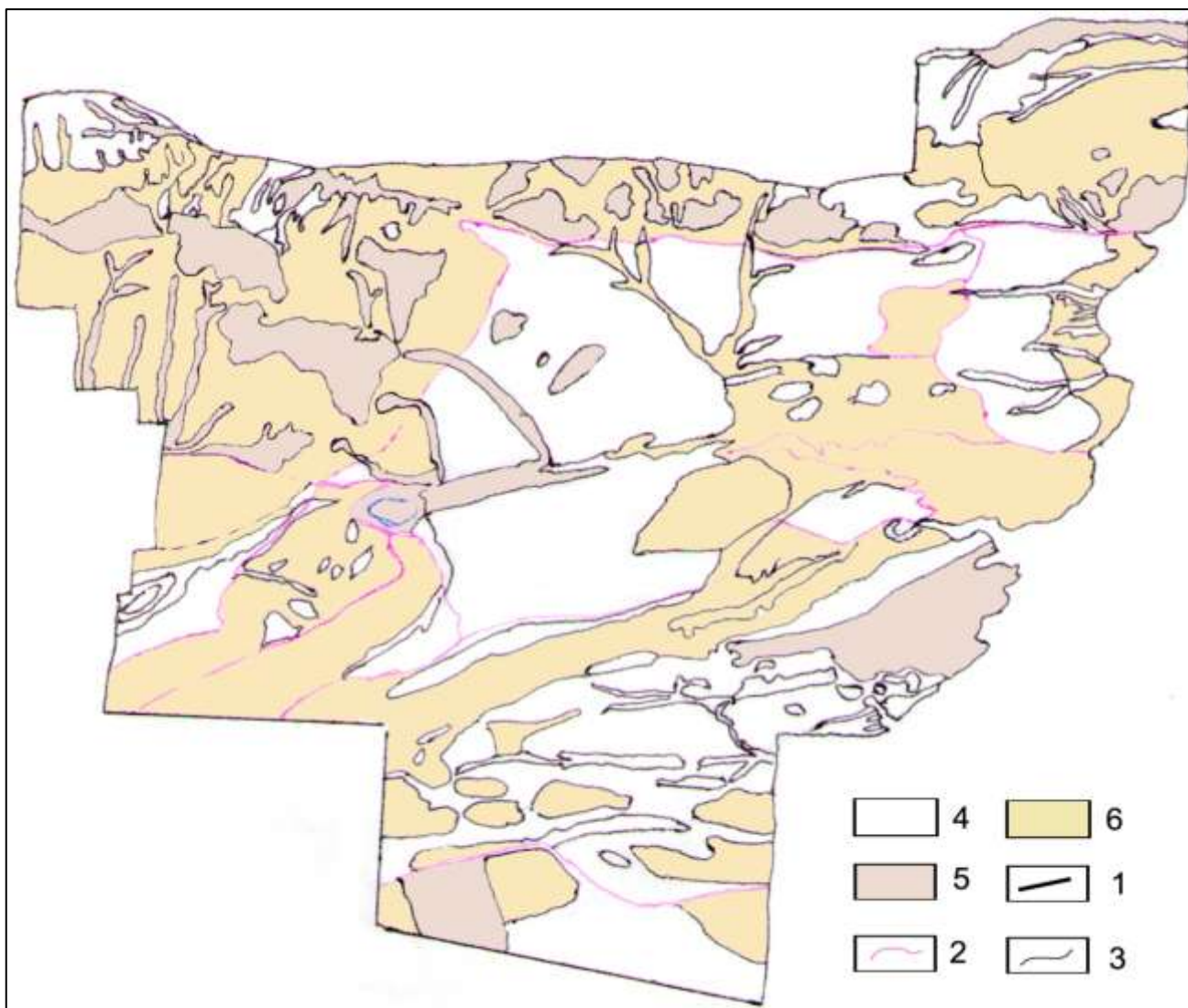


Рисунок 8. Картограмма ландшафтно-эрозионного зонирования территории ЗАО «Новоселовское»: 1 – граница района; 2 – граница местности; 3 – граница эрозионных зон; 4 – зона слабой эрозии; 5 – зона средней эрозии; 6 – зона сильной эрозии

Данные таблицы 16 свидетельствуют, что более всего дефляции подвержены пахотные угодья, размещённые в пределах высоких лесостепных равнин (местность 1), для которых характерны значительные абсолютные высоты, широкое развитие плоских водораздельных пространств с пологими и значительной длины склонами южной, юго-западной и западной экспозиций. Эти факторы и стали причиной высокой дефлированности пашни. В местностях 2 и 4 средне- и сильнодефлированная пашня встречается реже, чем в местности 1. Этот факт чётко коррелирует с природными особенностями местностей 2 и 4, которые ограничивают степень дефлированности пашни. Надпойменные террасы в силу широкого распространения плоских террас с наклоном на юг вновь оказываются менее устойчивыми по сравнению с местностями 2 и 4.

Таким образом, различное сочетание ландшафтных структур в ЗАО «Новоселовское» сказывается на степени проявления негативных явлений (дефляция). Установленные закономерности проявления процессов дефляции определяют мелиоративное состояние территории хозяйства, которое требует разработки дифференцированного комплекса мелиоративных мероприятий, учитывающего специфику процессов, протекающих в ландшафтных местностях.

## ГЛАВА 4. ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Охрана земель сельскохозяйственного назначения строится на основе конструирования агроландшафтов, которые являются одним из видов антропогенных, или культурных ландшафтов. Агроландшафты – самые распространенные среди антропогенных ландшафтов и они находятся в непрерывном развитии. Агроландшафты постоянно преобразуются человеком, но развиваются они согласно природным закономерностям и составляют один из генетических рядов природных ландшафтов.

Охрана агроландшафтов – задача оптимизационная, так как в этом случае осуществляется поиск пути оптимального использования ландшафта, заключающийся в определении цели использования, моделировании возможных вариантов использования, выборе природных и социально-экономических ограничений в зависимости от вида использования.

Совершенствование агроландшафтов происходит путём их улучшения или оптимизации. Под оптимизацией обычно понимается деятельность по обеспечению эффективного выполнения ландшафтом сельскохозяйственной функции при сохранении ресурсовоспроизводящих и средоформирующих свойств. Улучшение агроландшафта происходит в результате проведения мероприятий, направленных на изменение ландшафта. Оптимизация агроландшафтов достигается с использованием ландшафтного подхода. Агроландшафт должен обладать экологической и социальной устойчивостью, а также повышать сельскохозяйственную продуктивность.

### 4.1. Эколого-ландшафтное зонирование исследуемой территории

Как уже было сказано при оптимизации агроландшафта учитывают общие геосистемные (природоохранные) принципы, а также свойства ландшафтов, как целостных, сложных образований. Природоохранные принципы

включают охрану ландшафта как основного объекта, с помощью которого происходит удовлетворение потребностей общества в продовольствии, воде и т.п. Другим принципом оптимизации агроландшафта является то, что создаваемые технологические процессы природопользования должны обеспечивать сохранение средо- и ресурсовоспроизводящей функции ландшафтов.

Наличие индивидуальных особенностей ландшафта и их типологическое разнообразие находит свое отображение в том, что решение по оптимизации агроландшафта должно быть территориально-дифференцированным. Такая дифференциация по использованию конкретных частей ландшафта возможна на основе агроэкологического или ландшафтно-экологического зонирования, которые предполагают ландшафтный и экологический анализ территории. Качественная дифференциация территории позволяет учесть конкретные условия, а также особенности агроландшафтов, и в конечном итоге, провести эколого-ландшафтное зонирование территории.

В качестве исходной таксономической единицы зонирования РАСХН предложен «сельскохозяйственный тип земель». В сельскохозяйственный тип включают земельные участки. Экологически однородные, неделимые в природном соотношении территориальные комплексы, идентично реагирующих на одинаковые виды и режимы использования, что проявляется в одинаковом урожае сельскохозяйственных культур, эффективности мелиоративных и экономических способов воздействия. Тип земель определяет производственную (плодородие земель, эродированность, дефлированность и т.п.) и генетическую однородность характеристик территории.

При проведении эколого-ландшафтного зонирования территории ЗАО «Новосёловское» использовали ландшафтно-экологический подход, с помощью которого реализовано ландшафтное зонирование (см. раздел 3.2.). В нашей работе экологической оценке подвергались местности сельскохозяйственной организации. Информационной основой ландшафтно-экологического картографирования послужили данные и природных свойствах, особенностях ландшафтных местностей, а также проявляющиеся в их

пределах качества негативного характера (степень проявления эрозии и дефляции), обусловленных природными и антропогенными факторами.

Картографическая информация об экологическом состоянии территории ЗАО «Новосёловское» и его местностей положена в основу разработки практических решений по преобразованию и дальнейшему использованию земельных ресурсов в сельском хозяйстве.

По материалам экологической оценки ландшафтных местностей сельскохозяйственной организации определена их устойчивость. В ландшафтоведении устойчивость рассматривается как способность геосистем сохранять свою структуру, свойства и параметры функционирования во времени и пространстве при изменяющихся внешних и внутренних условий.

В научной литературе по прикладным вопросам ландшафтоведения имеется много публикаций по теории, методическим подходам определения устойчивости ландшафтов для разных территорий и регионов у следующих авторов: И.И. Васенёв, В.В. Вольнов, Г.Д. Гогмачадзе, А.Н. Каштанов, В.И. Кирюшин, Б.И. Кочуров, М.И. Лопырев, Ю.Г. Пузаченко, В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев и др.

Поскольку многие параметры природных систем не возможно непосредственно измерить инструментально, в ландшафтно-экологических исследованиях широко применяются методы экспертных оценок, в которых используется ограниченное число наиболее значимых факторов. В нашей работе для определения характера устойчивости местностей рассматриваемой территории, в качестве значащих выбраны геолого-геоморфологические и почвенные показатели, которые описаны во второй главе настоящей работы.

При оценке экологического состояния местностей использован опыт коллективов авторов по составлению экологической карты Алтайского края и экологическому зонированию города Барнаула.

Для каждой местности по всем значащим параметрам определены следующие категории устойчивости: устойчивые, среднеустойчивые, слабо-



устойчивые, неустойчивые. Результат оценки, хотя и весьма ориентировочный, отображён в картографической форме на рисунке 9.

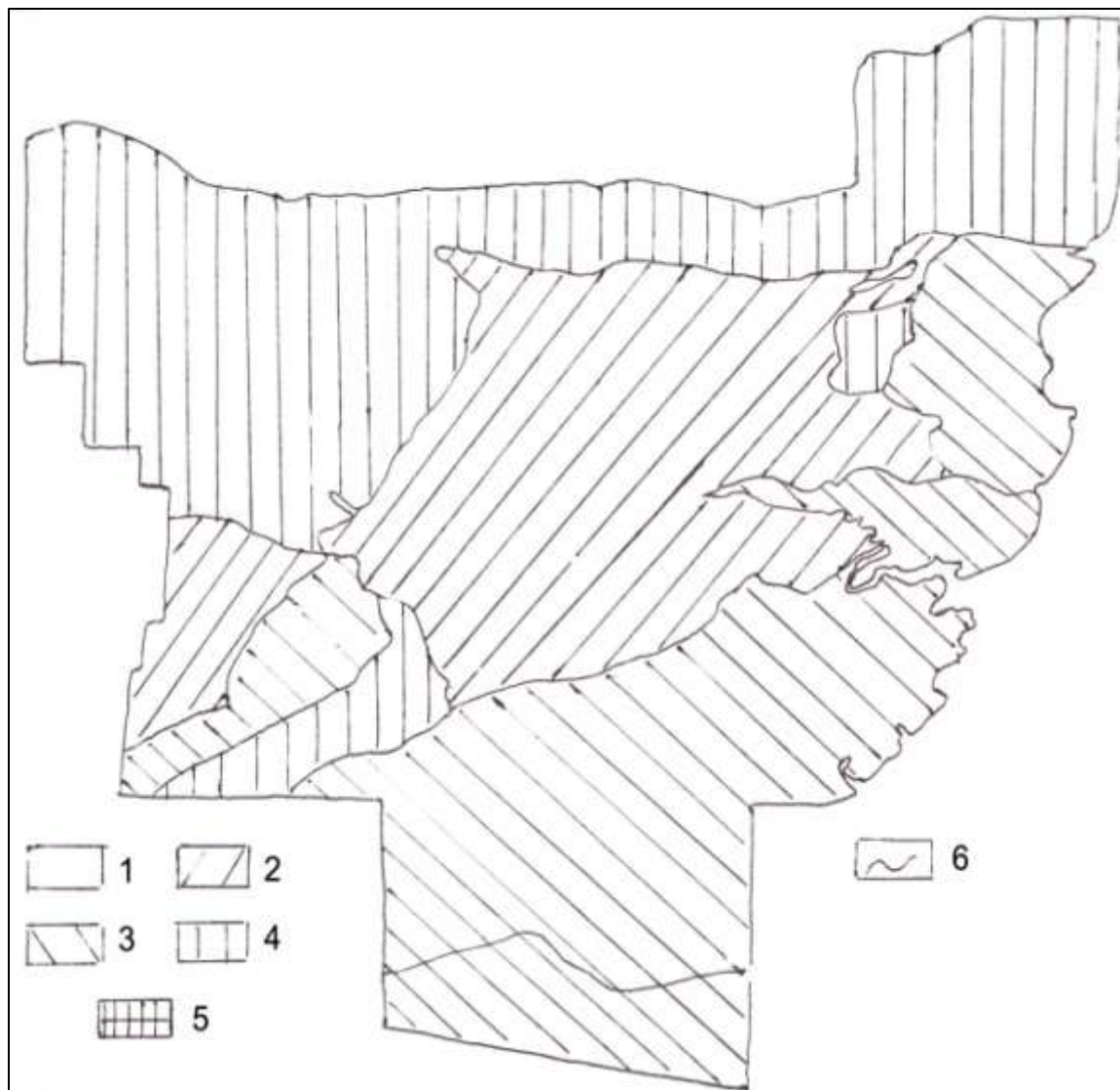


Рисунок 9 – Картограмма устойчивости местностей: 1 – устойчивые, 2 – среднеустойчивые, 3 – слабоустойчивые, 4 – неустойчивые, 5 – кризисные, 6 – границы местностей

Показатели природных и антропогенно обусловленных процессов и явлений, принятые как экологически значимые (определяющие экологическую обстановку), приводятся в сравнении для местностей ЗАО «Новоселовское» (таблица 17).

Анализ показателей экологического состояния показывает, что местности исследуемой территории по свойствам различаются довольно существенно. На высокой лесостепной равнине, две трети поверхности сложены 3-х-б-

метровой толщиной лёссовидных суглинков, образовавших плоские склоны различной длины с углами наклона до 3°. Склоны имеют преимущественно южную и юго-западную экспозицию. Значительную площадь (около 20% площади местности) занимают плоские водораздельные пространства. Подобные условия способствуют развитию дефляционных процессов, о чем свидетельствует широкое распространение средне- и сильнодефлированных земель.

Таблица 17 – Показатели экологического состояния местностей  
ЗАО «Новоселовское»

Показатели состояния	Местности				
	1*	2	3	4	5
Мощности лёссовидных отложений; м					
менее 1	-	4	-	29	-
1-2	-	8	-	-	-
2-3	16	57	56	18	-
3-6	66	31	-	6	100
6-10	18	-	44	47	-
Углы наклона, град					
менее 1	19	41	-	6	-
1-3	42	56	100	34	100
3-5	29	-	-	3	-
5-9	2	3	-	16	-
более 9	8	-	-	41	-
Экспозиция склонов:					
Плакоры	24	47	-	24	100
С; С-В	23	10	-	35	-
З; С-З	6	-	-	-	-
Ю; Ю-З	42	-	100	36	-
В; Ю-В	5	28	-	5	-
Разной экспозиции	-	15	-	-	-
Эродированность					
слабая	14	65	40	48	75
средняя	56	28	40	34	25
сильная	30	7	20	18	-
Не эродированные	8	7	3	7	1

\*) Примечание: наименование и размещение местностей см. в таблице 16 и на рисунке 8.

Лёссовидная толща на слабовогнутой степной равнине в основном (57% поверхности) составляет 2-3 м и около трети площади этой местности находится на лёссовидной толще 3-6 метров. Углы наклона сохраняются та-

кими же, как в предыдущей местности, но они занимают практически всю поверхность данной местности (97%). Причём почти половина площади местности имеет уклоны менее 1°. Поверхность представлена склонами северной, северо-восточной и юго-восточной экспозиций, которые подвергаются дефляции слабее. Здесь наибольшее распространение получили слабдефлированные земли и в два раза реже встречаются среднедефлированные.

Для надпойменных террас и плосконаклонённой степной равнины, занимающих в пределах сельскохозяйственной организации незначительные площади, характерна различная мощность лёссовидных отложений, которая зависит от абсолютной высоты земельных участков. Углы наклона на всей площади составляют 1-3°. Меньшие уклоны характеризуют плоско наклонённую степь, а большие – надпойменные террасы. Для первой местности характерна восточная и юго-восточная экспозиция склонов, для второй – южной и юго-западной, что делает территорию надпойменных террас менее благоприятной в отношении интенсивности дефляционных процессов.

Куэстово-грядовая равнина самая неоднородная по геоморфологическим и геологическим условиям. В межкуэстовых котловинах мощность лёссовидных суглинков достигает 6-10 м. По мере повышения поверхности мощность лёссовидной толщи уменьшается, что существенно снижает качество почв. Полноразвитые почвы занимают плоские и вогнутые котловины, а на самых высоких точках развиваются неполнопрофильные дресвянощербенистые почвы. Склоны этой местности имеют широкий диапазон углов наклона (от 0 до 45°). Наиболее благоприятные условия для почвообразования наблюдаются на склонах до 3°. Склоны этой местности обычно являются антиподами. Половину площади занимают северные и северо-восточные, а другую – южные и юго-восточные склоны. Склоны южных экспозиций и межкуэстовые западины чаще подвержены дефляции.

Для определения степени устойчивости местностей учитывались факторы, представленные таблице 16. При этом использовалась балльная оценка. Чем сильнее влияние того или иного фактора, стремящегося вывести геоси-

стему из равновесия в неустойчивое состояние, тем выше балл в диапазоне от 1 до 5, и следовательно, чем выше суммарное количество баллов по всем показателям, тем менее устойчива геосистема.

Для каждой местности по всем учитываемым факторам (показателям) рассчитано суммарное количество баллов. Общий диапазон сумм баллов по всем местностям составил от 43 до 67, затем разбили на пять рангов с интервалами: менее 43, 43-49, 49-55, 55-61 и более 61. Для каждого интервала (ранга) провели расчёт средневзвешенного балла, который изменяется от 1 до 5, а затем для каждого балла определили категорию: устойчивое (1 балл), среднеустойчивое (балл 2), слабоустойчивое (балл 3), неустойчивое (балл 4) и кризисное состояние (балл 5).

Из рисунка 9 видно, что устойчивых местностей в организации не выявлено. Среднеустойчивой следует признать слабовогнутую плоскую степную равнину (балл 2). Слабоустойчивыми являются надпойменные террасы, плоско наклонённая степная равнина и межкуэстовые степные котловины (балл 3). Высокая лесостепная равнина относится к неустойчивым (балл 4) ландшафтам.

#### 4.2. Оптимизация структуры агроландшафтов

В разделе 3.1. настоящей работы установлено, что территория района и хозяйства испытывает достаточно высокую антропогенную нагрузку, которая становится причиной развития негативных последствий. Для повышения устойчивости агроландшафтов и сохранения качества земельных ресурсов требуется корректировка соотношения угодий и структуры сельскохозяйственных культур.

Основные положения улучшения агроландшафтов были сформулированы в научном труде В.В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь» [204]. Главным элементом комплекса по оптимизации агроландшафта и охране почв является создание полезащитных лесонасаждений, площадь которых в

степной части Новосёловского района, в частности в границах ЗАО «Новосёловское» лесополосы занимают всего 1% площади пашни. При этом большое количество лесонасаждений находится в критическом возрасте, погибают и не выполняют своей функции защиты полей от дефляции.

Для защиты пашни от дефляции площадь полевых защитных лесонасаждений должна составлять не менее 4% площади пашни. В этом случае каждый гектар полевых защитных лесных полос обеспечит защиту 25 гектаров пашни. Исходя из предлагаемых нормативов, площадь полевых защитных лесных полос по исследуемым ландшафтными местностям будет доведена до 836 га с учётом реконструируемых лесных полос.

Распределение полевых защитных лесных насаждений по местностям, которые установлены в ЗАО «Новоселовское», показано в таблице 18.

Таблица 18 – Распределение полевых защитных лесонасаждений по ландшафтными местностям ЗАО «Новоселовское»

Местности	Степень дефляции	Площадь, га
Высокая холмисто-увалистая лесостепная равнина	не дефлирована	72
	слабая	28
	средняя	132
	сильная	80
Слабовогнутая степная равнина	не дефлирована	55
	слабая	99
	средняя	49
	сильная	17
Надпойменные террасы р. Енисей	не дефлирована	9
	слабая	10
	средняя	10
	сильная	7
Междуэстовые степные ложбины	не дефлирована	53
	слабая	69
	средняя	62
	сильная	40
Плосконаклонённая степная равнина	не дефлирована	10
	слабая	21
	средняя	13
	сильная	-
Всего по сельскохозяйственной организации		836

Из материалов следует, что самые большие площади полезащитных лесонасаждений потребуется посадить в первой, второй и третьей местностях – соответственно – 312, 220 и 224 га. Доля полезащитных лесных насаждений зависит от степени дефлированности почв, площади местностей, которые образуют территорию организации и степени их устойчивости к негативным явлениям, которых в этих местностях проявляются. Но в конечном итоге те площади пашни, которые окажутся под полезащитными лесонасаждениями кардинального изменения в структуре земель не вызовут, но их положительное влияние на продуктивность пашни несомненно и обеспечат защиту от дефляции.

Учитывая то, что на территории организации локально проявляется линейная эрозия (промоины, струйчатые размывы), в хозяйстве потребуются противоэрозионные мероприятия. На это указывают наши наблюдения о потенциальной опасности ливневых дождей и талых вод. Эрозионный индекс ливневых дождей, рассчитанный за 2010-2013 годы и равный 14-23 мм<sup>2</sup>/мин, показывает, что потенциальная эрозионная опасность смыва от ливневых дождей классифицируется как сильная. Эрозионный потенциал талых вод, определённый в те же годы, также свидетельствует, что талые воды способны совершать большую работу по смыву почвы.

Для подтверждения приведём данные по смыву почвы от ливневых дождей (таблица 19) и талых вод (таблица 20).

Полевые опыты по интенсивности смыва ливневыми дождями проводились в период с 10 марта по 10 мая, что связано с погодными условиями по годам исследования (см. раздел 1.2.). В этот период южный склон находился под многолетними травами, а северо-западный был занят стернёй пшеницы, которую высевали в предшествующий опыту год. Судя по величине ливневого стока и смыва почвы интенсивность смыва следует признать слабой, соответствующей геологической норме (не более 3 т/га).

Таблица 19– Смыв почвы ливневыми дождями на склонах

ЗАО «Новоселовское», n=6

Годы наблюдения	Экспозиция склона и уклон, °	Площадь водосбора, м <sup>2</sup>	Смыв почвы, т/ га	
			интервал варьирования	среднее значение
2010	южный  1-3°	85-168	1,8-3,2	2,5
2011		та же	2,1-3,3	2,5
2012		та же	1,8-2,9	2,3
2013		та же	2,2-3,4	2,8
2010	северо-западный  2-6°	99-168	2,6-3,0	2,8
2011		та же	2,4-3,1	2,7
2012		та же	2,1-2,4	2,2
2013		та же	2,9-3,2	3,0

Еще ниже степень смыва наблюдалась от стока талых вод (1-1,2 т/га), что также указывает на слабую интенсивность смыва. Сравнение интенсивности смыва от ливневых осадков и талых вод говорит о более высокой интенсивности смыва от ливней. Суммарный смыв почвы от стока талых и ливневых вод составляет от 3,4 до 4,9 т/га, что позволяет такой смыв считать средним по интенсивности.

Таблица 20 – Смыв почвы талыми водами на склонах

ЗАО «Новоселовское», n=6

Годы наблюдения	Экспозиция склона и уклон, °	Площадь водосбора, м <sup>2</sup>	Смыв почвы, т/ га	
			интервал варьирования	среднее значение
2010	южный  1-3°	85-168	1,7-1,9	1,8
2011		та же	1,8-2,0	1,9
2012		та же	1,9-2,5	2,2
2013		та же	1,9-2,3	2,1
2010	северо-западный  2-6°	99-168	0,9-1,1	1,0
2011		та же	0,9-1,2	1,0
2012		та же	1,1-1,3	1,2
2013		та же	1,0-1,2	1,1

Такую величину смыва почвы мы установили для приводораздельных склонов с углами наклона до 2°. На склонах 3-5° вред от ливней оказывается более высоким, что требует увеличения доли защитных лесонасаждений на

склонах, расположенных в присетевой части местности. Для этого необходимо создать систему водорегулирующих, водозадерживающих, водоохраных лесных полос. Расчётная площадь таких лесных полос может колебаться по различным местностям в интервале от 36 до 312 га (таблица 18). Противоэрозионные лесные насаждения закладываются на склонах круче  $3^\circ$ , при этом их площадь будет зависеть от экспозиции склонов.

Их площадь возрастёт на западных, юго-западных и южных склонах, которые более других подвержены эрозии во время таяния снега. На северо-западных и западных склонах смыв талыми водами снижается, но они становятся более разрушаемыми ливневыми водами. Повышение устойчивости склонов к эрозии должно быть усилено за счёт увеличения площади трав в посевах.

При анализе ландшафтно-экологических условий установлено, что в противоэрозионном плане таких мероприятий больше всего потребуется на высокой холмисто-увалистой лесостепной местности, в межкуэстовых ложбинно-рядовых и долинных местностях и слабовогнутой степной равнине, которые отличаются самой большой густотой ложбинно-балочной сети. Густота этой сети и определяет площадь противоэрозионных лесонасаждений.

Согласно экологическим нормам площадь пашни не должна превышать 40% площади сельскохозяйственной организации. В исследуемом хозяйстве доля пашни более 73% площади сельскохозяйственной организации. Высокая доля пашни без соблюдения мер защиты почвы стала причиной широкого распространения дефляционных процессов. Поэтому для охраны пашни необходим противодефляционный комплекс, направленный на воспроизводство почвенного плодородия. Однако дальнейшие расширения площадей полезащитных лесных насаждений ведёт к сокращению площади пашни и существенному увеличению затрат на производство продукции растениеводства. В этом случае, необходимы менее затратные способы мелиоративного улучшения пашни.



К таковым относятся фитомелиоративные приёмы повышения продуктивности сельскохозяйственного производства и повышения устойчивости агроландшафтов. В арсенале фитомелиорации имеется целый ряд приёмов, повышающих плодородие пахотных угодий. В числе их можно назвать: запашивание соломы, перевод пашни в залежь, консервация земель, посев многолетних трав и сидеральных культур.

В процессе анализа структуры посевных площадей установлено, что в её составе половина и более площадей занимают яровая пшеница и другие культуры, приносящие экономическую выгоду, которые ведут к снижению плодородия почв и сохраняют условия, способствующие развитию дефляционных процессов. Дефляция ускоряет деградацию земель, снижает устойчивость геосистем и биологическую продуктивность агроэкосистем и природных экосистем, что становится причиной дегумификации (потерь гумуса из почвы). Наибольшая дегумификация отмечается на зернопаровых и зернопропашных севооборотах.

Исходя из анализа структуры посевных площадей и системы севооборотов, предлагаем перейти на почвозащитную (противодефляционную систему) использования земель, в которой 40-60% площади пашни занято многолетними травами, что позволит прекратить дефляцию и дегумификацию почв и поднять уровень экологической безопасности территории. Для подтверждения вышесказанного в таблице 21 приводим показатели баланса гумуса в некоторых типах и видах севооборотов.

Очевидно, что полевые севообороты обладают отрицательным балансом органического вещества, возмещение которого возможно только путём внесения органических удобрений (навоз, компост). Однако, сокращение поголовья крупного рогатого скота почти вдвое делает решение этой задачи невозможным. При замене полевых севооборотов с чистым паром на севообороты с посевом в паровом поле сидеральной культуры сокращает затраты на единицу площади пашни, но не обеспечивает баланс органического вещества.

Таблица 21 – Баланс гумуса и потребность в органических удобрениях

Тип и вид севооборота	Баланс гумуса, т/га	Внесение навоза, т	
		на 1 га севооборота	на 1 га поля
Полевые			
Зернопаровой 4-польный	-2,40	24	6,0
Зернопаропропашной 4-польный	-3,46	35	8,7
Кормовые			
Кормовой 3-польный с донником	+0,30	-	-
Кормовой 7-польный в т.ч. 4 года многолетние травы	0	-	-
Кормовой 5-польный, в т.ч. 3 года многолетние травы	+1,50	-	-
Почвозащитные			
Травяной 6-польный	+2,59	-	-
Зернопаротравяной 5-польный с полосным размещением культур	+0,10	-	-

Бездефицитность баланса органического вещества можно достичь только внедрением в систему земледелия кормовых севооборотов с обязательным включением в них многолетних трав или почвозащитных севооборотов 5, 6-польных и более длинной ротацией культур, в составе которых 3-4 поля находятся под многолетними травами. Кормовой 7-польный севооборот с четырьмя годами многолетних трав обеспечивает только простое воспроизводство почвенного плодородия, т.е. нулевой баланс органического вещества (расход = приходу). Изменение соотношения культур в севообороте отразится на структуре посевов, что позволит решить задачу охраны пахотных земель.

Оптимизация структуры посевных площадей в сторону увеличения площади средостабилизирующих культур (многолетних трав) повышает устойчивость агроландшафтов, позволяет сохранить их ресурсовоспроизводящую функцию, создать условия для воспроизводства почвенного плодородия и повышения продуктивности агроценозов.

При создании дефляционноустойчивых агроландшафтов и проектировании противодефляционной системы земледелия, как способов охраны пашни в пределах ЗАО «Новоселовское» выделили агроландшафтные масси-

вы земель, идентичных по степени дефляции почв, на основе такого выделения агроландшафтных единиц составлена схема ландшафтно-агроэкологического зонирования территории хозяйства (рисунок 10).

Судя по данным качественного состояния пашни в сельскохозяйственной организации можно выделить земельные участки, которые не подвержены ветровой эрозии. Такое предположение вытекает из разницы площади дефляционноопасных и площади дефлированных пахотных угодий. Однако на схеме не удалось выделить недефлированные участки вследствие небольшой их площади, разбросанных по всем местностям ландшафта.

Относительно легко выделяются дефляционноопасные ландшафтно-агроэкологические группы (далее категории):

II – земли интенсивного использования с преобладанием слабдефлированных почв;

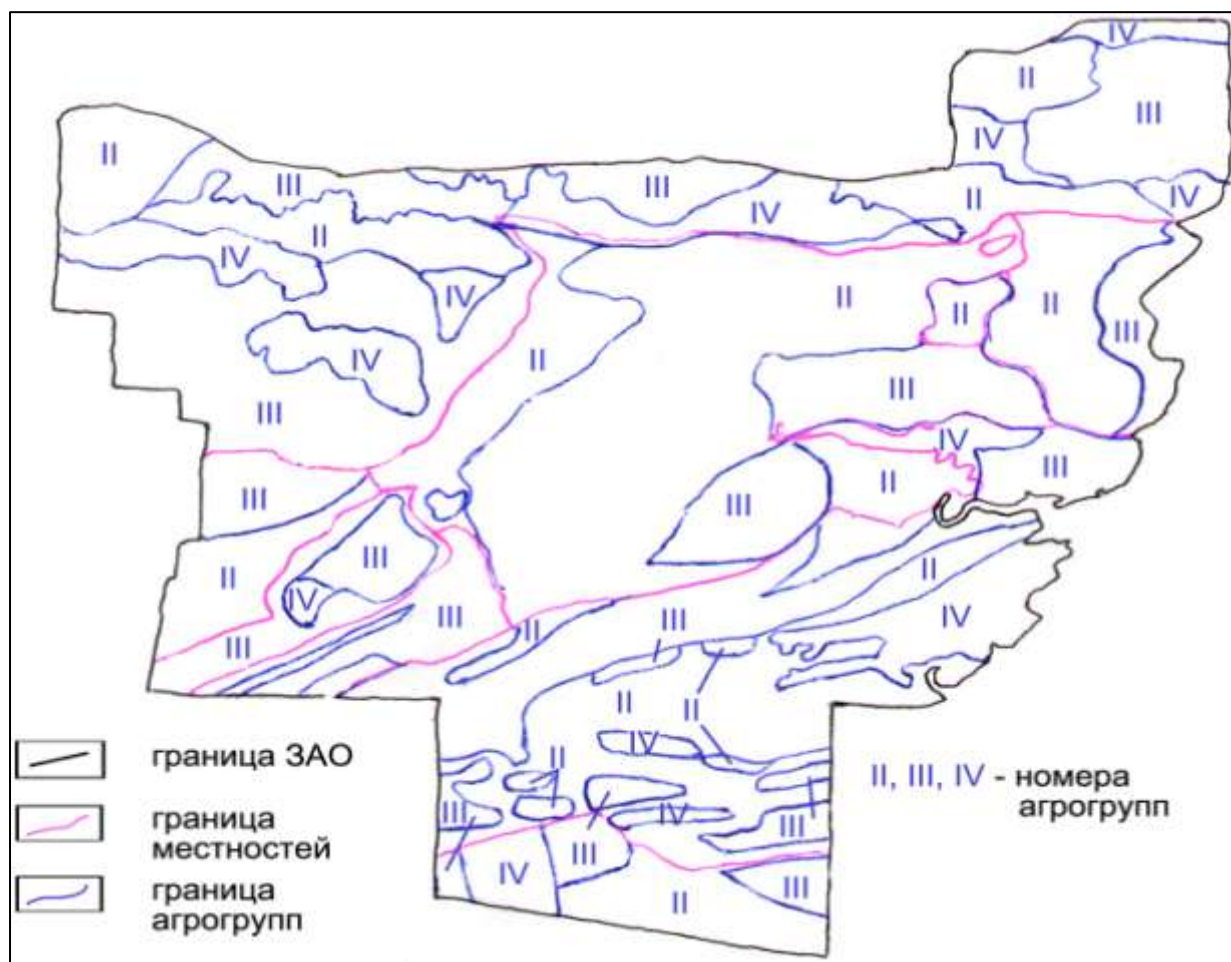


Рисунок 10 – Картосхема ландшафтно-агроэкологического зонирования территории

III – земли ускоренного использования с преобладанием среднедефлированных почв;

IV – земли ограниченного использования, где распространены в основном, сильнодефлированные почвы.

Учитывая наши исследования, территорию ЗАО «Новоселовское» можно отнести к региону с очень высокой опасностью проявления ветровой и умеренной водной эрозии почв. Ветровая эрозия – это физический процесс разрушения почвенного покрова под воздействием ветрового потока. Основными условиями проявления ветровой эрозии являются открытая, незащищённая растительностью поверхность почвы.

Нам представляется, что целенаправленное конструирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов должно строиться на экономически реальных и доступных мероприятиях, среди которых наиболее важную роль играет рациональное размещение многолетних кустарников, деревьев, в особенности многолетних трав, традиционно применяемых для создания преграды ветру (полосы, кулисы и т.п.).

Лесные полосы создаются на полях, вдоль берегов рек, озёр, водохранилищ, в овражно-балочных системах с целью накопления влаги, укрепления берегов, защиты почв от эрозии, озеленения и окультуривания агроландшафтов. Многолетние травы размещают в полевых зернопаровых севооборотах в качестве выводного поля с целью оптимизации баланса органического вещества, элементов питания, структуры почвы и других свойств почв. Многолетние травы используют при залужении ложбин и водотоков для предотвращения водной эрозии при стоке талых и ливневых вод, при создании водоохраных зон для предотвращения заиления водоёмов и загрязнения воды.

Почвозащитные севообороты следует организовывать на эрозионно опасных землях, создавая полосы многолетних трав поперёк склона или направления эрозионных ветров, для предотвращения водной и ветровой эрозии. В почвозащитных севооборотах размещают буферные полосы из многолетних трав, а также кулисы из высокорослых культур с целью предотвраще-

ния эрозии и дополнительного накопления снега зимой, повышения продуктивности угодий за счёт лучшего увлажнения талыми водами.

Наряду с оптимизацией размещения сельскохозяйственных культур, структуры угодий и посевных площадей, доли чистого пара, противоэрозийной организацией территории важную роль в предотвращении дефляции играют противоэрозийные технологии возделывания полевых культур. В основе их и всей почвозащитной системы земледелия лежит плоскорезная обработка. Оптимизация её происходит в плане минимизации вплоть до нулевой с целью сохранения на поверхности пожнивных остатков, которые дополняются разбрасыванием измельченной соломы. При этом особое внимание уделяется системе ухода за чистыми парами, которые необходимо при выращивании кукурузы и подсолнечника.

Важное место в системе мероприятий по охране пашни в условиях проявления ветровой эрозии занимают севообороты. При формировании севооборотов учитывается их способность регулировать режим органического вещества почвы и минеральных элементов питания, водный баланс агроценозов, предотвращать дефляцию, улучшать фитосанитарное состояние почвы. Для исследуемой территории выделены различные агроэкологические ниши и наша задача, подобрать тип и вид севооборота, наиболее адаптированный к агроэкологическим условиям категорий земель.

В Европейской части России противодефляционная эффективность севооборотов достигается за счёт озимых зерновых культур, которые защищают пашню от дефляции осенью и весной. В азиатской части в структуре возделываемых культур озимые зерновые занимают незначительный удельный вес, пропашные (кукуруза, подсолнечник, картофель, сахарная свёкла) составляют ограниченные площади кормовых севооборотов. Главным образом преобладают яровые зерновые культуры, среди которых яровая пшеница занимает в структуре полевых севооборотов до 60-80%.

На землях I и II категории – интенсивного использования с преобладанием слабдефлированных почв целесообразны полевые севообороты с ко-

роткой ротацией (3-х и 4-хпольные зернопаровые). Пар используется под зерновыми (озимые и яровую пшеницу, кукурузу). Его лучше всего размещать узкими полосами (в зависимости от дистанции пробега воздушного потока, не вызывающего дефляцию) среди других культур севооборота. Возмещение потерь органического вещества, минеральных элементов питания возможно за счёт пожнивных остатков, запахивания соломы зерновых, посева промежуточных или сидеральных культур, а также выводного поля многолетних трав.

На землях III категории – умеренного использования с преобладанием среднедефлированных почв эффективными будут кормовые 3-польные с донником, 5-7-мипольные с 3-4 годами многолетних трав.

На землях IV категории – ограниченного использования, где распространены, в основном, сильнодефлированные почвы, лучше всего разместить почвозащитные 5-7-мипольные севообороты с полосным размещением многолетних трав и других культур, возделываемых в этих севооборотах попеременно направления дефляционноопасных ветров.

При экстенсивной и нормальной агротехнологиях возделывания пропашных культур возможно только на землях I и II категории, а на землях III и IV категорий исключается возделывание пропашных культур.

Формирование севооборотов в пределах категорий выделенных земель базируется на общих принципах конструирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов, исходя из материальных и экономических возможностей сельхозтоваропроизводителей.

#### 4.3. Социально-эколого-экономическая эффективность мероприятий по охране земель

Одним из основных методов при анализе итогов принятия управленческих решений по оптимизации агроландшафтов (охране земель) является доходно-расходный метод, который используется с учётом трёх правил: 1)

критерия, максимума фактического чистого дохода; 2) критерия доходно-расходной пропорции; 3) критерия положительного (позитивного) чистого фактического значения дохода.

Первый критерий предполагает, что используемые ресурсы должны распределяться по таким направлениям, которые приносят максимум фактического чистого дохода. Критерий доходно-расходной пропорции предполагает, что мероприятие должно быть реализовано, если отношение фактического значения доходов к фактическому значению издержек превышает 1,0; для третьего – что действие должно быть предпринято, когда фактическое значение частых доходов превышает ноль. Второй и третий критерии говорят, что действие, приносящее для общества больше издержек, чем доходов, не нужно реализовывать. В то же время, эти критерии не обеспечивают эффективность.

Поэтому необходима оценка эффективности использования земельных ресурсов и мероприятий по оптимизации природоохранного землепользования. Под эффективностью следует понимать отношение полученного эффекта (результата) к затратам на его получение. В нашем случае необходимо провести сравнение результатов хозяйственной деятельности с затраченными средствами на оптимизацию землепользования. Однако универсальных критериев эффективности мероприятий в настоящее время не существует. Любой из применяемых показателей эффективности отражает лишь немногие процессы общественного воспроизводства. Например, показатель рентабельности отражает только экономическую сторону процесса общественного производства.

В качестве социального критерия эффективности можно использовать устойчивость. Критерий устойчивости предполагает, что будущие поколения должны жить не хуже, чем настоящие (живущие) поколения, т.е. в жизни должен соблюдаться принцип равенства и справедливости. В некоторых случаях устойчивость рассматривается как процесс, обеспечивающий не снижающееся благополучие. Поэтому возникла необходимость перехода на

принципиально новую стратегию развития человечества, в основе которой лежит концепция устойчивого развития, включая предпосылки для восстановления функций биосферы.

Для агроэкосистем и агроландшафтов также используется критерий устойчивости. Под устойчивостью природных геосистем (экосистем, ландшафтов) понимается способность этих систем сохранять свою структуру основные функции при внешних воздействиях (в том числе антропогенных). Особую роль в придании устойчивости играет биота, которая изменяя абиотическую среду, смягчает внешние воздействия. В качестве показателей устойчивости геосистем выступают коэффициент экологической стабильности ландшафта, коэффициент антропогенной нагрузки, коэффициент состояния ландшафта, индекс биоразнообразия и некоторые другие.

При экономической оценке агро-, фито-, лесомелиоративных воздействий на агроландшафты применяется метод восстановительной стоимости, который является частным случаем затратного метода. Оценка стоимости полезационных лесных насаждений, не имеющих товарного потребления и выполняющих защитную функцию сельскохозяйственных угодий, также проводится по затратам на их искусственное воспроизведение. В этом случае определяется стоимость закладки и выращивания лесных полос.

Экономическую эффективность полеводства покажем на примере господствующего агроценоза – яровой пшеницы (таблица 22).

Таблица 22 – Экономическая эффективность полеводства  
на год исследования

Показатели	Недефлированные земли	Дефляция		
		слабая	средняя	сильная
Урожайность яровой пшеницы, т/га	2,4	1,8	1,2	0,5
Затраты на 1 га, руб.	10000	10000	10000	10000
Себестоимость 1 т зерна, руб.	4167	5556	8333	20000
Реализация за 1 т., руб.	10000	10000	10000	10000
Чистый доход, руб.	5833	4444	1667	-10000
Рентабельность, %	140	80	20	-



В основном агроценозе (яровая пшеница) при слабой степени дефляции теряется 0,6 т/га зерна, при средней степени потери составляют 1,2 т/га, а на сильно дефлированной пашне потери достигают 80% и даже более. При сложившихся ценах на семена, ГСМ, зерно, удобрения, средства защиты растений и борьбы с сорной растительностью, рентабельность на нормальной зональной почве в лесостепи равна 140%, на слабдефлированной почве рентабельность уменьшается на 60%, на среднедефлированной не все 120%. Судя по данным приведённым в таблице 21, посев яровой пшеницы на сильнодефлированном чернозёме оказывается весьма убыточным. Повышение рентабельности полеводства возможно за счёт культур, которые в меньшей степени, чем яровая пшеница, реагируют на негативный фактор (степень дефляции). Например, на сильнодефлированной пашне потери урожая многолетних трав составляют 25-30%, тогда как яровая пшеница 80-85%. На рост рентабельности влияют лесомелиоративные мероприятия, которые повышают урожайность зерна на 12-15% с каждого защищённого лесополосой гектара пашни. Проведение химической мелиорации – в виде внесения минеральных удобрений, например, 30 кг азота в действующем веществе позволяет дополнительно получить 3-4 ц/га.

На фоне дефляции постоянно уносится почва, с которой в слабдефлированном чернозёме потери гумуса составили порядка 100 т/га, на чернозёмах с большей степенью дефляции потери гумуса доходят до 150 и даже 200 т/га. Чтобы восстановить прежний уровень содержания гумуса нам потребуется в зависимости от степени дефляции от 100 до 190 лет и при этом необходимо затратить порядка 20 млрд. руб. на всю площадь хозяйства, или 1,2 млн. руб. на каждый гектар пашни.

Кроме того, в сельскохозяйственной организации необходимо заменять севообороты, которые вносят свою лепту в потери гумуса. В частности, в зернопаровом севообороте (таблица 20) потери гумуса составляют 2,4 т/га гумуса, для возврата потерь необходимо внести 24 т/га навоза, каждая тонна которого стоит 600 руб. Используя метод восстановительной стоимости

установлено, что для возмещения потерь необходимо 14,4 тыс. руб. на гектар. В зернопаропропашном севообороте на возмещение 3,5 т/га гумуса надо 21,0 тыс. руб. В этих севооборотах возврат возможен за счёт введения в севообороты многолетних трав в качестве выводного поля.

Таким образом, два негативных явления – дефляция и дегумификация обеспечивают отрицательный экологический эффект, размеры которого приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты на воспроизводство гумуса  
по ландшафтными местностям

Местности	Затраты, руб.	
	на 1 га	на всю площадь
Лесостепная высокая холмисто-увалистая	1300753	7700456400
Слабовогнутая степная	1051865	481333440
Надпойменные террасы	1173814	839276800
Межкуэстовые котловины	1181190	5218796000
Степная плосконаклонённая	989310	848828400
Итого	1178225	19420691000

Как видно, потери от эрозии и дегумификации колеблются по исследуемым местностям от 989,3 тыс. руб. до 1300,75 тыс. руб. Эта разница по местностям обусловлена различным соотношением слабо-, средне-, сильно-дефлированных земель. Чем выше степень деградации, тем больше экологический эффект. Это означает, что на восстановление потерянного плодородия потребуются огромные капитальные вложения.

Для возврата утраченного плодородия необходимо проведением фито-, лесомелиоративных мероприятий. Пример расчёта эффективности лесомелиоративных мероприятий представлен в таблице 24.

При расчёте нами принято, что урожайность основной культуры (яровой пшеницы) была 2,0 т/га, прибавка от агроклиматического влияния лесополос составила 20%, а стоимость одной тонны зерна на рынке была равна 10 тыс. руб. Из расчётов следует, что прирост чистого дохода до землеустройства равнялся 1120 руб. га, тогда как после внедрения предложений, прирост

чистого дохода увеличился на 2160 руб. га. На всю площадь полезащитных лесонасаждений равную 836 га затраты на их закладку и уход составят 25,08 млн. руб. При этом затраты на каждый защищенный гектар пашни возрастут на 1521 руб.

Таблица 24 – Расчёт эффективности полезащитных лесных полос

Показатели	Варианты	
	на год землеустройства	по проекту
Общая площадь участка, га	100	100
Площадь лесополос, га	1	3
Стоимость создания полос (закладка+уход), 30 тыс. руб. га	30000	90000
Чистый доход от влияния лесополос, руб.	132000	388000
Потери чистого дохода с площади, занятой лесополосами, руб.	20000	60000
Прирост чистого дохода, руб.	112000	328000
Прирост чистого дохода на 1 руб. стоимости лесополос	3,73	3,64

Себестоимость 1 т зерна увеличится на 634 руб. Каждый рубль, вложенный на посадку и реконструкцию системы лесных полос, приносит 3,6-3,7 рубля чистого дохода. Срок окупаемости затрат на создание системы полезащитных лесных полос в первом варианте составляет 9 лет, во втором – только 4 года.

Примерами восстановления содержания гумуса в почве служат кормовые и почвозащитные севообороты, которые включают многолетние травы (таблица 20). Кормовой 3-польный севооборот с донником возвращает в почву 0,3 т/га гумуса. Методом восстановительной стоимости установлено, что в этом случае мы экономим 1800 руб. на каждом гектаре. В кормовом пятипольном севообороте с 3 годами трав экономия составляет 90 тыс. рублей, в травяном 6-польном севообороте приход гумуса равен 2,6 т/га, что равноценно сокращению затрат на 15,6 тыс. руб. на каждый гектар севооборотной площади, или 2,6 тыс. руб на гектар поля севооборота.

Наряду с фито- и лесомелиоративными мероприятиями, которые дают положительный эффект, можно назвать такие приёмы как внесение навоза,

кулисы, запахивание севооборотов. С учётом всех этих мероприятий, происходит повышение качества земель ежегодно на 3-4 тыс. рублей из расчёта на один гектар. При таких темпах прироста плодородия почв нам необходимо работать 300 лет. Работа, в этом направлении, несомненно, очень капиталоемкая, но она актуальна в условиях нехватки продовольствия. При этом будет увеличиваться социальная устойчивость, поскольку уровень урожайности будет неуклонно возрастать (хотя и с незначительным трендом). Рост этот будет протекать на фоне изменения денежной устойчивости. Также будет медленно расти устойчивость геосистем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных данных показывает, что социально-экономическую проблему охраны земель, без значительных капитальных вложений, можно решить путём оптимизации агроландшафтов. Обоснование изменения агроландшафтов начинается с ландшафтного анализа территории, её эколого-хозяйственной оценки, позволяющей изучить структуру и выделить ландшафтно-структурные единицы, для которых разрабатываются комплексы агро-, фито-, лесо- и гидромелиоративных мероприятий, адаптированных к конкретным условиям структурных элементов ландшафта.

В ландшафтном плане в границах территории ЗАО «Новоселовское», находящегося в пределах лесостепной зоны Красноярского края, чётко обособляются два типа ландшафтных структур – лесостепные и степные. Лесостепные ландшафты сформировались в пределах низкогорий и высоких холмисто-увалистых предгорий. Степные ландшафты приурочены к предгорным пологонаклонённым равнинам, плоским и слегка вогнутым межкуэстовым равнинам, а также надпойменным террасам р. Енисей. При этом доля лесостепных высоких холмисто-увалистых равнин составляет около 36%, пологонаклонённые степные равнины – почти 28% и межкуэстовых равнин около 27% площади хозяйства. На прочие местности приходится около 9% площади.

Мощность рыхлой толщи эллювиально-делювиальных суглинков (лессовидного облика) с 0,5-2 м в пределах куэстово-грядовых низкогорий возрастает до 6-10 м и более на надпойменных террасах р. Енисей и межкуэстовых впадинах с плоским и слабовогнутым днищем. В том же направлении снижаются абсолютные высоты поверхности с 470-580 м до 250-300 м, вертикальное расчленение – со 100-140 м до 10-40 м, а углы наклона – с 12-45° до 1-9°.

На высокой холмисто-увалистой местности 66% её площади лежит на толще лессовидных суглинков 3-6 м, 16% – 1-3 м и 18% – 6-10 м. Поверх-

ность этой местности в основном (42%) – с углами наклона 1-3°, 29% – 3-5° и 19% – менее 1°. Преобладающими (42% местности) являются южные и юго-западные склоны, на плакоры приходится 24% и северные с северо-восточными – 23%. Плакоры с ветроударными (Ю, ЮЗ) склонами занимают 66% территории местности.

На основной площади (65%) слабо вогнутой степной местности мощность лёссовидных суглинков равна 1-3 м, на одной трети этой местности – 3-6 м и остальной территории (3%) – менее 2 м. Большая часть (56%) поверхности имеет углы наклона 1-3°, 41% территории – менее 1°. Поверхность местности в основном (47% площади) плоская, еще 28% территории находится на подветренных склонах восточной и юго-восточной экспозиции – на склонах северной и северо-восточной экспозиции. Здесь встречаются значительные площади (15% площади) со склонами различной экспозиции, которые являются наиболее сложными для мелиоративного освоения.

Высокая надпойменная терраса отмечается меньшей мощностью лёссовидной толщи (1-3 м), низкая – 6-10 м. При этом площадь надпойменных террас лежит на склонах южной и юго-западной экспозиции с углами наклона 1-3°. Также однородной по свойствам является плоская пологонаклонённая равнина, на которой мощность лёссовидных суглинков составляет 3-6 м. Поверхность местности плоская с углами наклона 1-3°.

Междуэстовые котловины отличаются самой большой толщиной рыхлых отложений (6-10 м), которые наиболее благоприятны для развития оросительной мелиорации, поскольку располагаются близко к Красноярскому водохранилищу. На пологих склонах этой местности мощность мелиорируемой толщи уменьшается до 1-3 м, а на крутых склонах – менее 1 м. Здесь широко распространены выходы коренных пород, образующих осыпи горных пород. На склоны с углами наклона до 3° приходится 34%, углами наклона 5-9° – 16% площади местности. Преобладающими (41% площади) являются склоны более 9°. Плоские равнины занимают всего 24% площади местности. Склоны северных румбов (северные и северо-восточные) и южные (южные и юго-

западные) образуют две равные части: первая – 35%, вторая – 36% площадей местности.

Ландшафты ЗАО «Новоселовское» относятся к среднеосвоенным территориям, на которых более 67% их площади занимают антропогенные компоненты (земли сельскохозяйственного назначения, земли населённых пунктов, промышленности, нарушенные земли). Исследуемая территория из экологически стабильного состояния и незначительной антропогенной нагрузкой до сельскохозяйственного освоения перешла в категорию экологически среднеустойчивых и средней антропогенной нагрузки. Антропогенное преобразование территории привело к тому, что в сельскохозяйственной организации не осталось устойчивых местностей. Среднеустойчивой признается слабо вогнутая степная местность. Слабоустойчивыми являются надпойменные террасы, плосконаклонённая степная местность и межкуэстовые степные впадины. Высокая холмисто-увалистая лесостепная местность относится к неустойчивым ландшафтам.

Природные особенности исследованной территории способствовали развитию дефляции. Более всего дефляции подвержена пашня, размещённая в пределах высокой холмисто-увалистой местности, для которой характерны значительные абсолютные высоты, широкое развитие плоских водораздельных пространств с пологими склонами южной, юго-западной экспозиции. Слабо вогнутая степная местность с большей долей уклонов менее 1° и склонов восточных румбов снижают степень проявления дефляции. Надпойменные террасы и плосконаклонённая степная местность при одинаковой крутизне склонов (1-3°), но различных по рельефу и экспозиции склонов делает территорию первой местности менее устойчивой к развитию дефляции. Межкуэстовые плоские и вогнутые долины сильнее подвергаются дефляции, чем слабовогнутая степная и плосконаклонённая степная местности, но слабее, чем высокая лесостепная холмисто-увалистая местность.

Исходя из анализа природно-антропогенных условий следует, что главным фактором, снижающим устойчивость агроландшафтов является де-

фляция. Поэтому для защиты пашни необходим комплекс мелиоративных мероприятий, направленных на воспроизводство почвенного плодородия и повышения устойчивости агроландшафтов. Такой комплекс должен включать агро-, фито-, лесо-, гидромелиоративные мероприятия, применение которых зависит от предрасположенности местностей к развитию негативных явлений (дефляции), т.е. природных особенностей ландшафтных выделов.

Главным элементом комплекса по предотвращению влияния дефляции на агроландшафт является создание системы новых и реконструкции старых (невыполняющих защитную функцию) полевых лесонасаждений. Расчётная площадь полевых лесных полос составит по исследуемым местностям от 36 до 312 га. Общая площадь полевых лесонасаждений будет доведена до 836 га, закладка которых потребует капитальных вложений в объёме 25,05 млн рублей, или 1516 рублей на каждый гектар пашни, защищённый лесополосами.

Менее затратными являются агро-, фито-, лесо-, гидромелиоративные мероприятия. Таких мероприятий больше всего потребуется в границах высокой холмисто-увалистой лесостепной местности, в межкуэстовых котловинах и на слабоогнутой степной равнине. Дифференциация противодефляционных агро-, фито-, лесомелиораций осуществляется на основе ландшафтно-агроэкологического зонирования местностей, в пределах которых выделено четыре категории земель по интенсивности использования: интенсивного, умеренного и ограниченного.

На землях интенсивного использования (недефлированные и слабодефлированные) размещаются полевые зернопаровые и зернопаропропашные 4-польные севообороты, в которых бездефицитность баланса органического вещества обеспечивается запахиванием соломы, посевом промежуточных и сидеральных культур, многолетних трав (в качестве выводного поля), внесением органических и минеральных удобрений. Противодефляционная устойчивость агроландшафтов достигается путём оставления стерни, мульчирова-



ния соломой, посева кулис, размещения паров полосами среди других культур севооборота.

На землях умеренного использования (среднедефлированная пашня) размещаются кормовые 3-польные с донником, 5-7-типольные с 3-4 полями многолетних трав, обеспечивающих положительный баланс органического вещества и защиту почв от дефляции.

На землях ограниченного использования (сильнодефлированная пашня) предусмотрены почвозащитные севообороты, в которых 40-50% площади пашни заменяется многолетними травами, высеваемыми полосами поперёк направления эрозионных ветров или склона. В некоторых случаях при сочетании эрозии и дефляции рекомендуется перевод в залежь или залужение. Гидротехнические мероприятия необходимы в местах концентрации талых и ливневых вод, способствующих развитию линейной эрозии. Рекультивация земель проводится только в местах размещения нарушенных земель (карьеры, молодые овраги).

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Оценка особенностей ландшафтных структур позволяет провести зонирование исследованной территории и дифференцировать комплексы защиты земель с учётом свойств местностей. Анализ территории землепользования по ландшафтному принципу и её дифференциация снижает на 20% затраты на выполнение технологических операций, повышает устойчивость агроландшафтов и уровень производства продукции сельского хозяйства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авдеева, Т.Н.* Эволюция пахотных черноземов Курской области / *Т.Н. Авдеева* // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 72–76.
2. Агроклиматические ресурсы Красноярского края и Тувинской АССР: справочник. – Красноярск: Гидрометеиздат, 1974. – 211 с.
3. Агрофизические методы исследования почв. – М.: Наука, 1965. – 259 с.
4. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
5. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО / под ред. *А.П. Щербакова, И.И. Васенина*. – Курск, 1996. – 327 с.
6. *Адиньяев, Э.Д.* Влияние различных режимов использования пастбищ на проявление эрозионных процессов в субальпийском поясе Северной Осетии / *Э.Д. Адиньяев* // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50. – № 2. – С. 52–59.
7. *Адиньяев, Э.Д.* Зависимость эрозионных процессов от режимов использования пастбищ в субальпийском поясе / *Э.Д. Адиньяев* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 26–29.
8. *Адиньяев, Э.Д.* Земледелие на горных и склоновых землях / *Э.Д. Адиньяев*. – Владикавказ, 2010. – 672 с.
9. *Адиньяев, Э.Д.* Ландшафтное земледелие на горных территориях и склоновых землях России / *Э.Д. Адиньяев, Т.У. Джериев*. – М.: Агропрогресс, 2001. – 404 с.
10. *Ананьев, Г.С.* Состояние и основные проблемы стационарного изучения экзогенного рельефообразования / *Г.С. Ананьев* // Экзогенные процессы и окружающая среда. – М.: Наука, 1990. – С. 38–48.
11. *Андреева, Т.П.* Прогнозирование процессов деградации черноземов Ростовской области / *Т.П. Андреева, А.В. Акопян* // Вопросы мелиорации. – М., 2010. – № 3-4. – С. 48–54.

12. *Ахтырцев, Б.П.* Влияние орошения на свойства типичных черноземов юго-востока Центрально-Черноземной области / *Б.П. Ахтырцев, И.А. Лепилин* // Биологические науки. – 1979. – № 4. – С. 87–92.
13. *Ахтырцев, Б.П.* Водно-физические свойства типичных черноземов Среднерусской возвышенности в условиях интенсивного использования / *Б.П. Ахтырцев, И.А.Лепилин* // Почвоведение. – 2011. – № 4. – С. 444–454.
14. *Бадмаева, С.Э.* Агроландшафты на орошаемых землях Средней Сибири / *С.Э. Бадмаева, Н.Т. Струков, В.М. Комарова.* – Красноярск, 2001. – 167 с.
15. *Бадмаева, С.Э.* Гидрохимический анализ воды р. Енисей для целей ирригации / *С.Э. Бадмаева, Ю.В. Бадмаева* // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 109–113.
16. *Бадмаева, С.Э.* Научные основы рационального использования орошаемых агроландшафтов Восточной Сибири / *С.Э. Бадмаева, М.Г. Меркушева.* – Красноярск, 2014. – 412 с.
17. *Бадмаева, С.Э.* Экологическая оценка орошаемых черноземов юга Средней Сибири / *С.Э. Бадмаева, К.В. Макушкин* // Генезис, география, классификация почв и оценка почвенных ресурсов: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. – Архангельск, 2010. – С. 228–231.
18. *Бадмаева, С.Э.* Эколого-мелиоративные исследования в Средней Сибири / *С.Э. Бадмаева.* – Красноярск, 2004. – 141 с.
19. *Баженова, О.И.* Интенсивность склонового смыва в Назаровской котловине (полевые исследования и расчет) / *О.И. Баженова* // Рельеф и склоновые процессы юга Сибири. – Иркутск, 1988. – С. 53–73.
20. *Баженова, О.И.* Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири / *О.И. Баженова.* – Новосибирск: Наука, 1997. – 206 с.
21. *Базров, Б.В.* Влияние интенсивности выпаса на интенсивность эрозии горных пастбищ / *Б.В. Базров, Т.У. Джериев, Э.И. Кумсиев* // Биолого-экологические особенности ландшафтного земледелия в горах и предгорьях

- Северного Кавказа: мат-лы регион. конф. ученых. – Владикавказ, 2000. – С. 119–120.
22. *Безднина, С.Я.* Концепция экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе России / *С.Я. Безднина* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – № 3. – С. 26–28.
23. *Безднина, С.Я.* Экологические основы водопользования / *С.Я. Безднина*. – М.: Изд-во ВНИИАгрохимии, 2005. – 223 с.
24. *Безруких, В.А.* Географические факторы формирования и функционирования современного землепользования на территории Красноярского края / *В.А. Безруких, О.Ю. Елин*. – Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева, 2014. – 232 с.
25. *Безруких, В.А.* Продуктивность почвенного покрова ландшафтов старосвоенных районов Красноярского края как экономическая предпосылка / *В.А. Безруких* // Проблемы современной экономики. – 2009. – № 1. – С. 54–61.
26. *Биккинина, Л.М.-Х.* Влияние изменения структурно-агрегатного состава выщелоченного чернозема при различных способах заделки извести на продуктивность севооборота / *Л.М.-Х. Биккинина* // Мелиоративная наука на юге Средней Сибири: прошлое, настоящее, будущее. – Абакан, 2008. – С. 163–170.
27. *Бобровицкая, Н.Н.* Исследования и расчет смыва почв со склонов / *Н.Н. Бобровицкая* // Сб. работ по гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – № 12. – С. 93–100.
28. *Бондарев, А.Г.* О значении физических свойств почв в адаптивно-ландшафтном земледелии / *А.Г. Бондарев* // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2007. – № 60. – С. 71–74.
29. *Бондарев, А.Г.* Проблема деградации физических свойств почв России и пути ее решения / *А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова* // Почвоведение. – 1999. – № 9. – С. 1126–1131.

30. *Бугаков, П.С.* Агрохимическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края / *П.С. Бугаков, В.В. Чупрова.* – Красноярск, 1995. – 176 с.
31. *Бугаков, П.С.* Почвы Красноярского края / *П.С. Бугаков, В.В. Чупрова, В.Н. Горбачев.* – Красноярск, 1981. – 126 с.
32. *Булгаков, В.И.* Экологически безопасные нормы орошения, дифференцированные по почвенно-климатическим зонам Алтайского края / *В.И. Булгаков, И.Л. Аванесян, Т.А. Капустина* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 35–37.
33. *Бураков, Д.А.* Количественная оценка дефляционной опасности в земледельческой зоне Красноярского края / *Д.А. Бураков, Л.И. Виноградова, М.М. Еремина* // Тр. СибНИГМИ. – 2002. – Вып. 104. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – С. 107–122.
34. *Бураков, Д.А.* Эрозия почв / *Д.А. Бураков, Е.Э. Маркова* // Красноярск, 2009. – 159 с.
35. *Бутаков, Г.П.* Основные задачи изучения современных экзогенных процессов / *Г.П. Бутаков* // Географические системы: проблемы моделирования и управления. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1987. – С. 10–13.
36. *Бушуев, Н.Н.* Современные методы почвенно-экологического мониторинга / *Н.Н. Бушуев* // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2009. – № 9. – С. 44–49.
37. *Вадюнина, А.Ф.* Методы исследования физических свойств почв / *А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина.* – М.: Агропромиздат, 1998. – 415 с.
38. *Варламов, А.А.* Экология и использование земель / *А.А. Варламов.* – М.: Знание, 1991. – 64 с.
39. *Васильев, С.М.* Ретроспективный анализ изменения почвенно-мелиоративных условий орошаемых почв юга Ростовской области / *С.М. Васильев, Ю.Е. Домашенко* // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 1–9.

40. *Васильченко, Н.И.* Влияние орошения на физико-химические свойства чернозема обыкновенного Северного Казахстана / *Н.И. Васильченко, Р.В. Юманкулов* // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 5. – С. 3–9.
41. *Верещенко, Ю.П.* Агрофизическая характеристика почв центральной части Красноярского края / *Ю.П. Верещенко*. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 29–75.
42. *Верхошеницева, Ю.П.* Влияние плоскостной эрозии на химические свойства чернозема южного Оренбургского Предуралья / *Ю.П. Верхошеницева, С.В. Хардикова* // Вестник ОГУ. – 2013. – № 10 (159). – С. 237–240.
43. *Вершинин, П.В.* Почвенная структура и условия ее формирования / *П.В. Вершинин*. – М.: Изд-во АН ССР, 1958. – 188 с.
44. Влияние сельскохозяйственного использования чернозема типичного на его структурное состояние и содержание органического углерода в агрегатах разного размера / *В.Г. Мамонтов* [и др.] // Известия ТСХА. – 2016. – Вып. 6. – С. 22–29.
45. Влияние температуры воды и влажности почвы на эродируемость образцов чернозема (модельный опыт) / *Г.А. Ларионов* [и др.] // Почвоведение. – 2014. – № 7. – С. 890–896.
46. Водно-физические свойства и элементы водного режима чернозема щелочного при разных способах основной обработки и внесения удобрений в севообороте / *О.К. Боронтов* [и др.] // Почвоведение. – 2005. – № 1. – С. 113–121.
47. *Воеводина, Л.А.* Структурное состояние черноземов обыкновенных в орошаемых и неорошаемых условиях / *Л.А. Воеводина* // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 2 (22). – Ч. 41–55.
48. *Володин, В.М.* Конструирование экологически устойчивых агроэкосистем / *В.М. Володин, И.П. Здоровцов* // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 18–20.
49. *Вуколов, Н.Г.* Трансформация почв при длительном орошении в условиях юга Западной Сибири / *Н.Г. Вуколов, А.В. Шуравилин* // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 34–35.

50. Голованов, А.И. Влияние ирригации и дренажа на функционирование агроландшафтов (на примере низовий р. Сырдарьи) / А.И. Голованов, С.И. Кошкарёв // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 11–15.
51. Голованов, А.И. Ландшафтоведение / А.И. Голованов, Е.С. Кожанов, Ю.И. Сухарев. – М.: КолосС, 2005. – 214 с.
52. Голосов, В.Н. Пространственно-временные особенности развития почвенно-эрозионных процессов в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины / В.Н. Голосов // Почвоведение. – 2011. – № 7. – С. 861–869.
53. Голубев, И.А. Исследование водной эрозии почв в зоне равнинной лесостепи Красноярского края / И.А. Голубев // Вестник КрасГАУ. – 2009 – № 4. – С. 149-152.
54. Горбунова, Н.С. Влияние орошения на свойства чернозема выщелоченного / Н.С. Горбунова, Е.В. Куликова, Д.И. Щеглов // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 452-456.
55. Горшенин, К.П. Почвы южной части Сибири / К.П. Горшенин. – М.: АН СССР, 1955. – 591 с.
56. Градобоев, Н.Д. Природные условия и почвенный покров левобережной части Минусинской впадины / Н.Д. Градобоев // Почвы Минусинской впадины. – М.: Изд-во АН СССР, 1954.– 148 с.
57. Градобоев, Н.Д. Структурность лесостепных и степных почв Сибири / Н.Д. Градобоев // Воспроизводство травопольной системы в Сибири. – Новосибирск, 1950. – С. 35–46.
58. Гришина, Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 243 с.
59. Добровольский, Г.В. Принципы и задачи почвенного мониторинга / Г.В. Добровольский, Д.С. Орлов, Л.А. Гришина // Почвоведение. – 1983. – № 11. – С. 12–18.

60. Доклад о состоянии и использовании земель Красноярского края за 2013 год. – Красноярск, 2014. – 214 с.
61. *Докучаева, Л.М.* Изменение направленности почвенных процессов при снижении водной нагрузки на орошаемые земли / *Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова*; РосНИИПМ. – Новочеркасск, 2012. – 54 с. – Деп. в ВИНТИ 07.07.12, № 292-B2012.
62. *Докучаева, Л.М.* Оценка почвообразовательных процессов длительно орошаемых пресной водой черноземов обыкновенных / *Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова* // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2017. – № 1 (25). – С. 66–80.
63. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / *Б.А. Доспехов*. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
64. *Евдокимова, Т.И.* Изменение свойств чернозема типичного под влиянием сельскохозяйственного использования / *Т.И. Евдокимова* // Почвоведение. – 1999. – № 5. – С. 652–660.
65. *Евцихевич, Н.В.* Эрозия почв и методы ее изучения / *Н.В. Евцихевич*. – Минск, 1971. – 142 с.
66. *Егоров, И.Е.* Методика и результаты изучения нерусловой эрозионной сети на территории Удмуртии / *И.Е. Егоров* // Вестник Удм. ун-та. Сер. «Науки о земле». – 2006. – № 11. – С. 93–101.
67. *Еремина И.Г.* Изменение свойств черноземов Хакасии при длительном сельскохозяйственном использовании: автореф. дис. ... канд. биол. наук / *И.Г. Еремина*. – Улан-Удэ, 2009. – 22 с.
68. *Жеруков, Б.Х.* Удобрение и орошение как факторы интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия / *Б.Х. Жеруков, Т.Б. Шалов* // Аграрная наука. – 2012. – № 12. – С. 16–18.
69. *Зайдельман, Ф.Р.* Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов / *Ф.Р. Зайдельман*. – М.: Изд-во КДУ, 2009. – 720 с.
70. *Зайдельман, Ф.Р.* Генезис, гидрология и свойства переувлажненных поверхностными водами почв мезопонижений Севера Рязанской лесостепи /



- Ф.Р. Зайдельман, А.П. Шваров, Т.М. Гинзбург* // Почвоведение. – 2007 – № 9. – С. 1029–1040.
71. *Зайдельман, Ф.Р.* Мелиорация почв / *Ф.Р. Зайдельман*. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с.
72. *Заславский, М.Н.* Эрозиоведение / *М.Н. Заславский*. – М.: Высш. шк., 1983. – 320 с.
73. *Зимовец, Б.А.* Оценка деградации орошаемых почв / *Б.А. Зимовец* // Почвоведение. – 1996. – № 9. – С. 1119–1126.
74. *Зинковская, Т.С.* Экологические ограничения при проведении агро-мелиоративных мероприятий в земледелии / *Т.С. Зинковская*. – М., 2004. – С. 36–45.
75. *Зинковский, В.Н.* Управление плодородием почв в ландшафтно-мелиоративных системах земледелия / *В.Н. Зинковский, Т.С. Зинковская* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 16–20.
76. *Зятькова, Л.К.* Минусинская впадина / *Л.К. Зятькова, О.А. Раковец* // Алтай-Саянская горная область. – М.: Наука, 1969. – 185 с.
77. *Извеков, А.С.* Защита почв от эрозии и воспроизводство их плодородия в южных степных и лесостепных районах России / *А.С. Извеков* // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2012. – Вып. 70. – С. 79–95.
78. Изменение эродированных почв во времени в зависимости от их сельскохозяйственного использования в южном Предуралье / *И.М. Габбасова* [и др.] // Почвоведение. – 2016. – № 10. – С. 1277–1283.
79. *Израэль, Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды / *Ю.А. Израэль*. – М., 1960. – 520 с.
80. Инновационные технологии повышения продуктивности агроландшафтов Восточной Сибири / *С.Э. Бадмаева* [и др.]. – Красноярск, 2017. – 375 с.
81. *Йонко, О.А.* Влияние орошения на некоторые свойства черноземов / *О.А. Йонко, Д.А. Коваленко, К.В. Шевченко* // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 36–42.

82. *Йонко, О.А.* Особенности состава микробоценоза карбонатных черноземов / *О.А. Йонко, О.А. Быкова* // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 263–267.
83. *Каллас, Е.В.* Свойства степных почв Средней Сибири и проблема их деградации / *Е.В. Каллас* // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 3 (178). – С. 164–170.
84. *Карпенко, В.Д.* Ирригационная эрозия почв юга Средней Сибири и пути ее предотвращения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / *В.Д. Карпенко*. – Новосибирск, 1991. – 18 с.
85. *Качинский, Н.А.* Физика почвы. Ч. 2 / *Н.А. Качинский*. – М.: Высш. шк., 1970. – 358 с.
86. *Кирейчива, Л.В.* Значение комплексных мелиораций для формирования продуктивности и устойчивости агроландшафтов / *Л.В. Кирейчива, И.В. Белова* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 23–25.
87. *Кирюшин, В.И.* Основные принципы разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия / *В.И. Кирюшин* // Земледелие. – 1996. – № 3. – С. 42–44; № 4. – С. 38–41.
88. *Кнауб, Р.В.* Географический анализ факторов поверхностного смыва и оценка современной эрозии на пахотных землях Томь-Яйского междуречья (в пределах Томской области): автореф. дис. ... канд. геогр. наук / *Р.В. Кнауб*. – Томск, 2006. – 19 с.
89. *Козут, Б.М.* Оценка уровней эродированности черноземов по относительной степени их гумусированности / *Б.М. Козут* // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – Вып. 78. – С. 59–68.
90. *Козут, Б.М.* Потери и воспроизводство органического вещества в пахотных почвах / *Б.М. Козут* // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 2013. – Т. 1. – С. 369–382.

91. *Кожуховский, А.В.* Эрозионный потенциал рельефа в пределах правобережной части Сыдо-Ербинской котловины / *А.В. Кожуховский* // Проблемы землепользования в Красноярском крае в начале XXI века. – Красноярск, 2003. – С. 74–79.
92. *Кологреев, Г.Д.* Обоснование комплекса противоэрозионных мероприятий на склонах малых рек / *Г.Д. Кологреев* // Предотвращение негативных последствий при орошении почв Сибири. – Абакан, 1988. – С. 66–68.
93. Комплекс мероприятий, направленных на сохранение и восстановление почвенного плодородия при циклическом орошении сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае: метод. указания. – Новочеркасск: Изд-во РосНИИПМ, 2015. – 76 с.
94. *Конокотин, Н.Г.* Методические подходы к эрозионному районированию территории / *Н.Г. Конокотин, А.Э. Сагайдак, Д.Н. Конокотин* // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 3. – С. 41–51.
95. *Королев, В.А.* Изменение основных физических свойств черноземов обыкновенных под влиянием орошения / *В.А. Королев* // Почвоведение. – 2008. – № 10. – С. 1234–1240.
96. *Королев, В.А.* Особенности водопроницаемости в целинных и освоенных черноземах / *В.А. Королев* // Почвоведение. – 2007. – № 9. – С. 1078–1085.
97. *Королев, В.А.* Оценка изменения структурного состояния черноземов типичных при орошении / *В.А. Королев* // Вестник ВГУ. – 2006. – № 1. – С. 120–128.
98. *Кружилин, И.П.* Влияние орошения на почвы и ландшафты степей / *И.П. Кружилин, А.С. Морозов* // Почвоведение. – 1993. – № 11. – С. 59–64.
99. *Кружилин, А.С.* Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур / *А.С. Кружилин*. – М.: Колос, 1977. – 302 с.
100. *Кружилин, И.П.* Ландшафтоохранные требования к орошению земель в засушливой зоне / *И.П. Кружилин* // Науч. тр. ВНИИОЗ. – Волгоград, 1994. – С. 3–5.

101. *Кружилин, И.П.* О концепции целевой программы развития мелиорации земель с учетом выполнения требований Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации / *И.П. Кружилин* // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2009. – № 2. – С. 51–57.
102. *Крупенников, И.А.* Орошение черноземов Дунайско-Понтийской фации / *И.А. Крупенников, В.Ф. Филипчук* // Почвоведение. – 1995. – № 1. – С. 122–127.
103. *Крупкин, П.И.* Почвенный покров – основа природного районирования и сельскохозяйственного использования геоморфологически сложной территории земледельческой части Красноярского края / *П.И. Крупкин* // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6. – С. 23–33.
104. *Крупкин, П.И.* Черноземы Красноярского края / *П.И. Крупкин*. – Красноярск, 2002. – 331 с.
105. *Кудрявцев, А.Е.* Влияние орошения на физическое состояние каштановых и черноземных почв Алтайского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук / *А.Е. Кудрявцев*. – Барнаул, 1995. – 20 с.
106. *Кудряшова, С.Я.* Контролируемые показатели почвенно-экологического мониторинга: учеб. пособие / *С.Я. Кудряшова*. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. ГТУ, 2003. – 93 с.
107. *Кузнецов, М.С.* Допустимые пределы эрозионных потерь почв Центрально-Черноземной области европейской территории России / *М.С. Кузнецов, Д.Р. Абдулханова* // Почвоведение. – 2013. – № 7. – С. 882–889.
108. *Кузнецов, М.С.* Эрозия и охрана почв / *М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов*. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 352 с.
109. *Кураченко, Н.Л.* Структурно-агрегатное состояние почв Приенисейской Сибири и участие лабильных гумусовых веществ в его формировании: автореф. дис. ... канд. биол. наук / *Н.Л. Кураченко*. – Красноярск, 1997. – 22 с.
110. *Кураченко, Н.Л.* Морфология структурной организации черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи / *Н.Л. Кураченко* // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 2. – С. 28–33.

111. *Кураченко, Н.Л.* Оценка и динамика агрофизического состояния черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / *Н.Л. Кураченко*. – Томск, 2010. – 35 с.
112. *Кураченко, Н.Л.* Современное агрофизическое состояние черноземов Красноярской лесостепи / *Н.Л. Кураченко* // Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф. – Ростов н/Д., 2013. – С. 169–171.
113. *Кураченко, Н.Л.* Структурное состояние черноземов обыкновенных солонцеватых Красноярской лесостепи / *Н.Л. Кураченко, Г.Н. Бондаренко* // Вестник БГСХА. – 2010. – № 3 (20). – С. 18–23.
114. *Ларионов, Г.А.* Эрозия и дефляция почв / *Г.А. Ларионов*. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 200 с.
115. *Литвин, Л.Ф.* География эрозии почв сельскохозяйственных земель России / *Л.Ф. Литвин*. – М.: Академкнига, 2002. – 255 с.
116. *Лопырев, М.И.* Агрolandшафты и земледелие: учеб. пособие / *М.И. Лопырев, С.А. Макаренко*. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2001. – 168 с.
117. *Лопырев, М.И.* Защита земель от эрозии и охрана природы / *М.И. Лопырев, Е.И. Рябов*. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
118. *Лябин, С.Д.* Влияние приемов основной обработки серой лесной почвы в сочетании с удобрениями на влагообеспеченность и продуктивность ячменя / *С.Д. Лябин* // Евсеевские чтения: сб. ст. по мат-лам науч. конф. (16–17 апреля 1996 г.). – Саранск, 1996. – С. 93–94.
119. Мелиорация легких почв в контексте современных вызовов / *А.И. Куликов* [и др.]. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2014. – 487 с.
120. *Меркушева, М.Г.* Содержание, состав гумуса и свободных аминокислот в аллювиальных луговых почвах при орошении и удобрении в Забайкалье / *М.Г. Меркушева, Т.А. Аюшина* // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 11–20.
121. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформ-агротех, 2003. – 240 с.

122. Методические указания по проектированию противоэрозионных организаций территории при внутрихозяйственном землеустройстве в зонах проявления водной эрозии / ГосНИИ земельных ресурсов. – М., 1989. – 80 с.
123. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия / под ред. *А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова, Г.Н. Черкасова*. – Курск: Чудо, 2001. – 260 с.
124. Методическое руководство по проектированию внутрихозяйственного землеустройства и систем земледелия для лесостепи Красноярского края на ландшафтно-экологической основе / под ред. *Н.А. Сурина*. – Красноярск, 1999. – 346 с.
125. Методы исследования и приборное обеспечение почвенно-экологического мониторинга на мелиорируемых землях: науч.-техн. обзор. – М.: Мелиоводинформ, 2005. – 136 с.
126. *Моисеев, К.Г.* Влияние длительной распашки на прочность почвенных агрегатов / *К.Г. Моисеев, И.А. Романов* // Почвоведение. – 2004. – № 6. – С. 697–701.
127. *Морковкин, Г.Г.* Оценка интенсивности изменения состояния почвенного покрова по природно-почвенным зонам Алтайского края / *Г.Г. Морковкин, Е.А. Литвиненко* // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 8 (82). – С. 32–37.
128. *Мухина, Н.В.* Мониторинг агрогенных почв в системе рационального землепользования / *Н.В. Мухина* // Современные проблемы землеустройства, земельного кадастра, охраны природных ресурсов: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2013 – С. 200–203.
129. Научно-правовые аспекты экологической оценки и контроля деградации почв и земель России на основе характеристики их экологических функций / *А.С. Яковлев* [и др.] // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С. 1124–1130.
130. *Недикова, Е.В.* Метод конструирования агроландшафтов посредством формирования рационального природопользования / *Е.В. Недикова, С.Д. Чечин, И.А. Некрасова* // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – М., 2014. – № 3. – С. 39–47.

131. *Недикова, Е.В.* Совершенствование методики формирования рационального сельскохозяйственного природопользования на ландшафтно-экологической основе (на материалах Центрально-Черноземного региона) / *Е.В. Недикова, С.Д. Чечин*; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж, 2011. – 319 с.
132. *Нетесонова, И.А.* Гумусовое и структурное состояние эродированных почв зонального ряда: автореф. ... канд. биол. наук / *И.А. Нетесонова*. – М., 2010. – 19 с.
133. *Никифорова, Г.П.* Интенсивность склоновой эрозии в лесостепной зоне на побережье Братского водохранилища / *Г.П. Никифорова* // Тез. докл. к VII конф. молодых научных сотрудников по геологии и геофизике Восточной Сибири. – Иркутск, 1976. – С. 87–88.
134. *Новикова, А.Ф.* Мелиоративное состояние и деградационные процессы на орошаемых землях России / *А.Ф. Новикова* // Почвоведение. – 1999. – № 5. – С. 614–625.
135. Нормативы основных показателей плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области. – Ростов н/Д., 2012. – 63 с.
136. *Ольгаренко, В.И.* Экологически устойчивые мелиоративные системы / *В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко* // Тр. Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6. – С. 205–209.
137. *Ольгаренко, В.И.* Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем: учеб. для вузов / *В.И. Ольгаренко, Г.В. Ольгаренко, В.Н. Рыбкин*; под ред. *В.И. Ольгаренко*. – Коломна: Инлайт, 2006. – 391 с.
138. *Ольгаренко, И.В.* Экологический мониторинг мелиоративных систем / *И.В. Ольгаренко* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 4. – С. 45–47.
139. *Орлов, А.Д.* Водная эрозия почв Новосибирского Приобья / *А.Д. Орлов*. – Новосибирск: Наука, 1971. – 264 с.
140. *Орлов, Д.С.* Особенности органического вещества орошаемых почв / *Д.С. Орлов, В.А. Аниканова, В.А. Маркин* // Проблемы ирригации почв юга Черноземной зоны. – М.: Наука, 1980. – С. 35–61.

141. *Орловский, Н.В.* Исследование почв Сибири и Казахстана / *Н.В. Орловский*. – Новосибирск: Наука, 1979. – 326 с.
142. *Орловский, Н.В.* Сезонная мерзлота и ее влияние на генезис и плодородие почв Сибири / *Н.В. Орловский* // Почвенный криогенез. – М.: Наука, 1974. – С. 24–33.
143. Орошаемые почвы – функционирование, деградация, мониторинг / *В.Е. Приходько* // Информационный бюллетень РФФИ. – 1997. – № 5. – С. 150.
144. Отечественные подходы к оценке степени деградации почв и земель / *Э.Н. Молчанов* [и др.] // Почвоведение. – 2015. – № 11. – С. 1394–1406.
145. *Панфилов, В.П.* О рациональном орошении сибирских черноземов / *В.П. Панфилов, Н.А. Шапорина* // Мелиоративные и водохозяйственные проблемы Сибири. – Новосибирск, 1989. – С. 152–154.
146. *Панфилов, В.П.* Теплофизические свойства и режимы орошения черноземов Приобья / *В.П. Панфилов*. – Новосибирск: Наука, 1981. – 117 с.
147. *Панфилов, В.П.* Физические свойства почв и водный режим почв Кулундинской степи / *В.П. Панфилов*. – Новосибирск: Наука, 1973. – 257 с.
148. *Парфенова, Н.И.* Роль экологического обоснования в мелиорации / *Н.И. Парфенова* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 23–26.
149. Повышение плодородия деградированных и малопродуктивных почв путем применения удобрительно-мелиорирующих смесей / *В.М. Яшин* [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 26–30.
150. *Полонская, Д.Е.* Микробиологический мониторинг состояния экосистем земледельческой части Красноярского края: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / *Д.Е. Полонская*. – Красноярск, 2002. – 45 с.
151. *Приходько, В.Е.* Изменение форм органического вещества черноземов Каменной Степи при разном использовании, местоположении и увеличении степени гидроморфизма / *В.Е. Приходько, Ю.И. Чевердин, Т.В. Титова* // Почвоведение. – 2013. – № 12. – С. 1494–1504.



152. *Приходько, В.Е.* Микроморфологическая диагностика изменения свойств степных и полупустынных почв при орошении (Нижнее Поволжье) / *В.Е. Приходько* // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 663–674.
153. *Приходько, В.Е.* Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / *В.Е. Приходько.* – М.: Интеллект, 1996. – 180 с.
154. *Приходько, В.Е.* Трансформация степных и полупустынных почв при орошении / *В.Е. Приходько* // Современные естественные и антропогенные процессы в почвах и геосистемах / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 2006. – С. 134–155.
155. *Пягай, Э.Т.* Мониторинг и прогноз изменения экологического состояния орошаемых черноземов / *Э.Т. Пягай* // Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф. – Ростов н/Д., 2013. – С. 243–245.
156. *Рейхме, В.В.* Эрозионные процессы в лесостепных ландшафтах Забайкалья (на примере р. Куйтунки) / *В.В. Рейхме.* – Новосибирск: Наука, 1986. – 120 с.
157. *Романова, Л.Г.* Основные показатели оперативной диагностики изменения орошаемых почв Поволжья / *Л.Г. Романова* // Актуальные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. по мат-лам междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2014. – С. 120–122.
158. *Рудой, Н.Г.* Агроэкологические особенности лесостепных черноземов в Приенисейской Сибири / *Н.Г. Рудой* // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 6. – С. 39–43.
159. *Седых, В.А.* Почвенно-экологический мониторинг / *В.А. Седых, В.И. Савич, П.Н. Балабко.* – М., 2013. – 584 с.
160. *Сиухина, М.С.* Свойства чернозема выщелоченного, подверженного эрозионным процессам / *М.С. Сиухина, С.Л. Быкова, Е.В. Поплавская* // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 15–17.
161. *Сковпень, А.Н.* Изменение свойств чернозема обыкновенного Багаевско-Садковской и Веселовской оросительных систем Ростовской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук / *А.Н. Сковпень.* – Ростов н/Д., 2007. – 24 с.

162. *Скуратов, Н.С.* Улучшенная технология по сохранению и воспроизводству почвенного плодородия орошаемых черноземов / *Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева.* – Новочеркасск, 1998. – 96 с.
163. *Соболев, С.С.* Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними / *С.С. Соболев.* – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 305 с.
164. Сравнительная оценка физико-химических свойств пахотных почв разного гранулометрического состава при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях богары и орошения / *Н.Е. Сеницына [и др.]* // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С. 38–42.
165. *Струков, Н.Т.* Сохранение плодородия орошаемых черноземов Красноярского края / *Н.Т. Струков, В.Т. Савченко, С.Э. Бадмаева* // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 3. – С. 34–35.
166. Структура микробного сообщества агрегатов чернозема типичного в условиях контрастных вариантов сельскохозяйственного использования / *Е.А. Иванова [и др.]* // Почвоведение. – 2015. – № 11. – С. 1367–1382.
167. *Сурмач, Г.П.* Водная эрозия и борьба с ней / *Г.П. Сурмач.* – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 253 с.
168. *Танасиенко, А.А.* Экологические аспекты эрозионных процессов / *А.А. Танасиенко, А.Ф. Путилин, В.С. Артамонова.* – Новосибирск, 1999. – 89 с.
169. *Татаринцев, В.Л.* Агроэкологическая оценка гранулометрического состава почв Алтайского Приобья / *В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев* // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 4. – С. 43–52.
170. *Татаринцев, В.Л.* Гранулометрический состав и почвообразование / *В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев* // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 10 (108). – С. 17–23.
171. *Татаринцев, В.Л.* Гранулометрия агропочв юга Западной Сибири и их физическое состояние / *В.Л. Татаринцев.* – Барнаул: Изд-во Алтайского ГАУ, 2008. – 261 с.

172. *Татаринцев, Л.М.* Изменение водно-физических свойств каштановых почв Новотроицкого массива под влиянием орошения / *Л.М. Татаринцев, Т.И. Пушкарева* // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – Кн. 1. – С. 239–242.
173. *Татаринцев, Л.М.* Каштановые почвы Кулундинской степи и их изменение при орошении / *Л.М. Татаринцев, В.Л. Татаринцев, Т.И. Пушкарева.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. – 117 с.
174. *Татаринцев, Л.М.* Физическое состояние основных пахотных почв юга Западной Сибири / *Л.М. Татаринцев.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 300 с.
175. *Теории и методы физики почв / под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевско-го.* – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.
176. *Титова, З.А.* Метод рам при изучении перемещения рыхлого материала на склонах / *З.А. Титова* // *Докл. Института географии Сибири и Дальнего Востока.* – Новосибирск: Наука, 1974. – Вып. 45. – С. 12–18.
177. *Тищенко, С.А.* Особенности почвообразования в черноземах обыкновенных карбонатных в условиях переувлажнения / *С.А. Тищенко, О.С. Безуглова* // *Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф.* – Ростов н/Д., 2013. – С. 310–312.
178. *Тищенко, С.А.* Особенности почвообразования в черноземах обыкновенных карбонатных в условиях переувлажнения / *С.А. Тищенко, О.С. Безуглова* // *Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. научн. конф.* – Ростов н/Д., 2013. – С. 310–312.
179. *Топунова, И.В.* Влияние орошения на содержание и минералогический состав илистой фракции черноземов Ростовской области (Багаевско-Садковская оросительная система) / *И.В. Топунова, В.Е. Приходько, Т.А. Соколова* // *Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение.* – 2010. – № 1. – С. 3–10.
180. *Трофимова, Т.А.* Оценка степени деградации черноземов ЦЧР / *Т.А. Трофимова, С.И. Коржов* // *Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования.* – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 487–493.

181. Условия и интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов в лесостепи Предсалаирья / *А.А. Танасиенко* [и др.] // Почвоведение. – 2013. – № 11. – С. 1397–1408.
182. Физические свойства черноземов обыкновенных на сопредельных с лесными массивами участках степных ландшафтов / *А.М. Русанов* [и др.] // Почвоведение. – 2012. – № 7. – С. 763–769.
183. *Фридланд, В.М.* Структура почвенного покрова / *В.М. Фридланд.* – М., 1972. – 423 с.
184. *Хмелев, В.А.* Кузнецкие черноземы: антропоферное значение, угроза уничтожения / *В.А. Хмелев, А.А. Танасиенко* // Сибирский экологический журнал. – 2012. – № 5. – С. 729–742.
185. *Холодов, В.А.* Способность почвенных частиц самопроизвольно образовывать макроагрегаты после цикла увлажнения и высушивания / *В.А. Холодов* // Почвоведение. – 2013. – № 6. – С. 698–706.
186. *Чанышев, И.О.* Почвенно-экологические основы оптимизации землепользования в Республике Башкортостан: автореф. ... д-ра геогр. наук / *И.О. Чанышев.* – Барнаул, 2009. – 37 с.
187. *Черепухина, И.В.* Микробное сообщество чернозема выщелоченного в различных гидротермических условиях / *И.В. Черепухина, Н.В. Безлер* // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 316–324.
188. Черноземы: свойства и особенности орошения / *В.П. Панфилов* [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1988. – 256 с.
189. *Чупрова, В.В.* Минерализуемый пул органического вещества в агрочерноземах юга Средней Сибири / *В.В. Чупрова* // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 9. – С. 83–89.
190. *Чупрова, В.В.* Оценка плодородия черноземов Красноярского края по гумусному состоянию / *В.В. Чупрова* // Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф. – Ростов н/Д., 2013. – С. 359–362.

191. *Шапорина, Н.А.* К вопросу о стратегии и тактике орошения черноземов в Западной Сибири / *Н.А. Шапорина, А.А. Танасиенко* // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 5. – С. 801–807.
192. *Шашко, Ю.И.* Агроклиматическое районирование / *Ю.И. Шашко.* – М., 1967. – 334 с.
193. *Швебс, Г.И.* Теоретические основы эрозиоведения / *Г.И. Швебс.* – Киев; Одесса: Вищ. шк., 1981. – 222 с.
194. *Шкаруба, А.М.* Почвенно-экологические аспекты орошения равнинно-гравных ландшафтов Новосибирской области: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2001. – 38 с.
195. *Шнедт, А.А.* Природно-хозяйственная оценка почвенного покрова сельскохозяйственных земель Приенисейской Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / *А.А. Шнедт.* – Красноярск, 2009. – 32 с.
196. *Шнедт, А.А.* Развитие представлений о географии, свойствах и плодородии черноземов Красноярского края / *А.А. Шнедт* // Живые и биокосные системы. – 2016. – № 16. – URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-3>.
197. *Шнедт, А.А.* Природно-хозяйственная оценка почв под пашней и залежью в условиях Красноярского края / *А.А. Шнедт, С.В. Александрова* // Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф. – Ростов н/Д., 2013. – С. 375–378.
198. *Шнедт, А.А.* Рациональное землепользование (агроэкологический аспект) / *А.А. Шнедт, Л.Р. Мукина.* – Красноярск, 2012. – 245 с.
199. *Шумаков, Б.Б.* Гидромелиоративные системы нового поколения / *Б.Б. Шумаков, С.Я. Безднина, Л.В. Кирейчива.* – М.: Изд-во ВНИИГиМ, 1997. – 109 с.
200. *Щедрин, В.Н.* Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга Европейской территории России / *В.Н. Щедрин, С.М. Васильев.* – Новочеркасск: Лик, 2011. – 435 с.

201. Эрозия и потери органического углерода почв при распашке склонов / *А.Н. Геннадиев* [и др.] // Вестник МГУ. Сер. 5. География. – 2010. – № 6. – С. 32–38.
202. Эрозия почв: сущность процесса (последствия, минимизация и стабилизация) / отв. ред. *Д.Д. Ноур*. – Кишинев: Pontos, 2001. – 427 с.
203. *Юрченко, И.Ф.* Эксплуатационный мониторинг мелиоративных систем для поддержки управленческих решений / *И.Ф. Юрченко* // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 48–52.
204. *Докучаев В.В.* Наши степи прежде и теперь / *В.В. Докучаев*. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 152 с.
205. Digital Soil Mapping Output – Soil Erosivity // *R. Bartley* [et. al.]. – URL: <http://dx.doi.org/10.4225/08/5304274A78A8910.4225/08>.
206. *Frangenberg A.* Auswirkungen der Grunbrache auf bodenphysikalische Parameter, Inaug: Diss. – Bonn, 1993. – 156 с.
207. *Fried, M.* 2005. Characterizing the  $\text{NO}_3$  and  $\text{NH}_4$  uptake process of by use of  $^{15}\text{N}$  labeled  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  / *M. Fried, F. Zsoldos, P. Vose* [et al.]. – *Physoil Plant*. 18: P. 313–320.
208. *Gratton, M.* La Luzerne: semis d'automne / *M. Gratton* // *Producteur agr.* – 1998. – V. 1. – № 8. – P. 9.
209. *Gujer, H.* Leguminosen und Graser, bedeutende Glieder der Integrierten Pflanzenproduktion / *H. Gujer* // *Schwiz. Landw. Forsch.* – 2007. – V. 26. – № 1. 2. – S. 203–207.
210. How fast do gully headcuts retreat? / *Matthias Vanmaercke* [et al.] // *Earth-Science Reviews*. – 2016. – V. 154. – P. 336–355.
211. *Jungk, A.* 1990. Interactions between the nitrogen concentration ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , and  $\text{NO}_3$ ) and pH of nutrient solution, and their effects on the growth and ion balance of tomato plants / *A. Jungk*. – *Gartenbauwissenschaft* 35 a: P. 13–28.

212. *Lai, R.* Sustainable development and management of land and water resources / *R. Lai* // FAO Netherlands conference on agriculture and the environment, Hertogenbosch. Background docum. № 1. – Rome, 1991. – 22 p.
213. *Mathan, K.K.* Changes in soil physical properties after as gainst dole cropping / *K.K. Mathan* // *J. Agron. Crop Sc.* – 1999. – V. 163. – № 4. – P. 248–251.
214. Modelling of snowmelt erosion and sediment yield in a small low-mountain in Germany / *G. Ollesch, I. Kistner, R. Meissner* [et al.] // *Catena.* – 2006. – № 2-3. – V. 68. – P. 161–176.
215. *Niu, G.-Y.* Effects of frozen soil on snowmelt runoff and soil water storage at a continental scale / *G.-Y. Niu, Z.-L. Yang* // *J. of hydrometeorology.* – 2006. – № 5. – V. 7. – P. 937–952.
216. *Nuttal, W.E.* Crop residue managerment practices and N and P fertiliz. er effects on crop response and on some physical and chemical propties of a black chernozem over 25 years in a continuous wheat rotation / *W.E. Nuttal, K.E. Boweren, C.A. Campbell* // *Canad. J. Soil. Sc.* – 1986. – V. 66. – № 1. – P. 159–171.
217. Rainfall erosivity in Europe / *Panos Panagos, Cristiano Ballabio, Pasquale Borrelli* [et al.] // *Science of the total Environment.* – 2015. – V. 511. – P. 801–814.
218. *Sayer Carl D., Roberts Neil.* Establishing realistic restoration targets for nutrient-enriched shallow lakes: linking diatom ecology and palaeoecology at the Attenborough ponds, U. K. / *Carl D. Sayer, Neil Roberts* // *Hydrobiologia.* – 2001. – V. 448. – № 1–3. – P. 117–142.
219. *Sepaskhah, A.R.* Effects of water quality and PAM application rate on the control of soil erosion porosity and runoff for different soil textures measured in a rainfall simulator / *A.R. Sepaskhah, V. Shahabizad* // *Biosystem Engineering.* – 2010. – V. 106. – № 4. – P. 51–57.
220. Snowmelt pollutant removal in bioretention areas / *T.M. Muthanna, M. Visklander, G.T. Blecken* [et al.] // *Water research.* – 2007. – № 5. – V. 7. – P. 4061–4072.
221. Soil Erosion in Europe / Eds.: *J. Boardman J., Poesen Wiley*, 2006. – 855 p.

222. *Sun, Z.Q.* Effects of water application intensity , drop size and water application amount in the characteristics of topsoils pores under sprinkler irrigation / *Z.Q. Sun, Y.N. Kang, S.F. Jiang* // *Agr. Water Manage.* – 2008. – V. 95. – P. 869–876.
223. *Van den Honert*, 1995. On the asorption of\_nitrate by maize in water culture / *Honert Van den, J.J. M Hooymans.* – *Acta Bot. Neerl.* 4: P. 376–384.
224. *Wischmeier, W.H.* Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rosky Mountains / *W.H. Wischmeier, D.D. Smith* // *Agris. Handbook* № 282. – Washington, 2012. – 48 p.
225. *Yankov, P.* Changes in the Composition and Water Sustainability of Soil Units under the Effect of Some Soil Tillage Systems / *P. Yankov* // *Bulg. J. Agr. Sci.* – 2009. – V. 15. – № 5. – P. 393–399.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица – Содержание гумуса в черноземах обыкновенных целинных (глубина 0-10 см)

Год исследований	Содержание гумуса, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	7,21	7,29	6,92	7,26	7,17	-	-
2013	8,08	8,35	8,34	8,19	8,24	1,07	14,9
$HCP_{05}$						0,27	3,3

DESCRIPTIVES VARIABLES=гумус  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
гумус	8	7,43	9,06	8,2050	,73936
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY гумус BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

гумус

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	2,290	1	2,290	100,430	,000
Внутри групп	,137	6	,023		
Итого	2,427	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,023}{4} = 0,08 \%$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 0,023}{4} = 0,11 \%$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,11 = 0,27 \%$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,27}{8,21} \times 100 = 3,3 \%$$

Таблица – Содержание гумуса в черноземах обыкновенных целинных (глубина 10-20 см)

Год исследований	Содержание гумуса, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	7,48	7,63	7,54	7,43	7,52	-	-
2013	8,81	8,77	8,92	9,07	8,89	1,37	18,2
НСР <sub>05</sub>						0,20	2,4

DESCRIPTIVES VARIABLES=гумус  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
гумус	8	7,43	9,07	8,2100	,73936
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY гумус BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

гумус

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	3,754	1	3,754	309,379	,000
Внутри групп	,073	6	,012		
Итого	3,827	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,012}{4} = 0,05 \%$$

$$2. S_d = \frac{2\overline{s^2}}{n} = \frac{2 \times 0,012}{4} = 0,08 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,08 = 0,20 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,20}{8,21} \times 100 = 2,4 \%$$

Таблица – Содержание гумуса в черноземах обыкновенных пахотных (глубина 0-10 см)

Год исследований	Содержание гумуса, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	5,51	5,45	5,39	5,29	5,41	-	-
2013	3,13	3,23	3,42	3,22	3,25	-2,16	-39,9
НСР <sub>05</sub>						0,20	4,6

DESCRIPTIVES VARIABLES=гумус  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
гумус	8	3,13	5,51	4,3425	1,14573
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY гумус BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

гумус

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	9,116	1	9,116	754,465	,000
Внутри групп	,073	6	,012		
Итого	9,189	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,012}{4} = 0,05 \%$$

$$2. S_d = \frac{2\overline{s^2}}{n} = \frac{2 \times 0,012}{4} = 0,08 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,08 = 0,20 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,20}{4,34} \times 100 = 4,6 \%$$

Таблица – Содержание гумуса в черноземах обыкновенных пахотных (глубина 10-20 см)

Год исследований	Содержание гумуса, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	5,69	5,58	5,63	5,66	5,64	-	-
2013	3,58	3,32	3,47	3,31	3,42	-2,22	-39,4
НСР <sub>05</sub>						0,17	3,8

DESCRIPTIVES VARIABLES=гумус  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
гумус	8	3,31	5,69	4,5300	1,19005
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY гумус BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

гумус

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	9,857	1	9,857	1041,211	,000
Внутри групп	,057	6	,009		
Итого	9,914	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,009}{4} = 0,05 \%$$

$$2. S_d = \frac{2\overline{s^2}}{n} = \frac{2 \times 0,009}{4} = 0,07 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,07 = 0,17 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,17}{4,53} \times 100 = 3,8 \%$$

Таблица – Структурный состав черноземов обыкновенных целинных (глубина 0-20 см)

Год исследований	Коэффициент структурности ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	2,3	2,2	2,1	2,2	2,2	-	-
2013	2,8	2,5	2,8	2,7	2,7	0,5	22,7
НСР <sub>05</sub>						0,2	8,2

DESCRIPTIVES VARIABLES=Кструктурности  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
Кструктурности	8	2,10	2,80	2,4500	,28785
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY Кструктурности BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

Кструктурности

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,500	1	,500	37,500	,001
Внутри групп	,080	6	,013		
Итого	,580	7			

Фактическое значение  $F$ -критерия (37,50) превышает табличное значение (5,99), это означает, что в опытах есть существенные различия по вариантам на 5 %-ном уровне значимости. Для оценки существенности частных различий определим:

$$1. \text{ Ошибку опыта: } S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,013}{4} = 0,06$$

2. Ошибку разности средних:  $S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{\overline{2 \times 0,013}}{4} = 0,08$

3. Наименьшую существенную разность для 5 %-ного уровня значимости и 6-ти степеней свободы в абсолютных и относительных показателях:

$$HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,08 = 0,20$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,20}{2,45} \times 100 = 8,2 \%$$

Таблица – Структурный состав черноземов обыкновенных пахотных (глубина 0-20 см)

Год исследований	Коэффициент структурности ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	1,9	1,7	1,6	2,0	1,8	-	-
2013	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5	-0,30	16,7
НСР <sub>05</sub>						0,25	15,2

DESCRIPTIVES VARIABLES=Кструктурности  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
К структурности	8	1,30	2,00	1,6500	,22039
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY Кструктурности BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

К структурности

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,180	1	,180	6,750	,041
Внутри групп	,160	6	,027		
Итого	,340	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{S^2}}{n} = \frac{0,027}{4} = 0,08$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 0,027}{4} = 0,11$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,11 = 0,25$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,25}{1,65} \times 100 = 15,2 \%$$



Таблица – Структурный состав черноземов обыкновенных пахотных пахотных (глубина 20-40 см)

Год исследований	Коэффициент структурности ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	3,4	3,6	3,7	3,3	3,5	-	-
2013	2,2	2,5	2,6	2,3	2,4	-1,1	-31,4
HCP <sub>05</sub>						0,3	10,2

DESCRIPTIVES VARIABLES=K структурности  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение
K структурности	8	2,20	3,70	2,9500	,61179
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY K структурности BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

K структурности

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	2,420	1	2,420	72,600	,000
Внутри групп	,200	6	,033		
Итого	2,620	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,033}{4} = 0,09$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 0,033}{34} = 0,13$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,13 = 0,3$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,3}{2,95} \times 100 = 10,2 \%$$

Таблица – Водопрочность агрегатов черноземов обыкновенных пахотных (глубина 0-20 см)

Год исследований	Критерий водопрочности агрегатов, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	73	75	74	74	74	-	-
2013	66	68	69	65	67	-7,0	-9,5
НСР <sub>05</sub>						2,5	3,5

DESCRIPTIVES VARIABLES=водопрочность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
водопрочность	8	65,00	75,00	70,5000	3,96412
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY водопрочность BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

водопрочность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	98,000	1	98,000	49,000	,000
Внутри групп	12,000	6	2,000		
Итого	110,000	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{\overline{2}}{4} = 0,7 \%$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{\overline{2 \times 2}}{4} = 1 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 1 \approx 2,5 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{2,5}{70,5} \times 100 = 3,5 \%$$

Таблица – Водопрочность агрегатов черноземов обыкновенных пахотных (глубина 20-40 см)

Год исследований	Критерий водопрочности агрегатов, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	76	79	78	75	77	-	-
2013	68	70	71	67	69	-8,0	-10,4
НСР <sub>05</sub>						3,2	4,4

DESCRIPTIVES VARIABLES=водопрочность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
водопрочность	8	67,00	79,00	73,0000	4,59814
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY водопрочность BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

водопрочность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	128,000	1	128,000	38,400	,001
Внутри групп	20,000	6	3,333		
Итого	148,000	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{3,333}{4} = 0,9$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 3,333}{4} = 1,3$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 1,3 = 3,2 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{3,2}{73} \times 100 = 4,4 \%$$

Таблица – Структурный состав черноземов обыкновенных орошаемых (глубина 20-40 см, норма полива 500 м<sup>3</sup>/га)

Год исследований	Коэффициент структурности ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	1,1	1,3	1,4	1,0	1,2	-	-
2013	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	-0,4	-33,3
НСР <sub>05</sub>						0,25	25,0

DESCRIPTIVES VARIABLES=K структурности  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение
K структурности	8	,70	1,40	1,0000	,25071
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY K структурности BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

K структурности

	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,320	1	,320	16,000	,007
Внутри групп	,120	6	,020		
Итого	,440	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,02}{4} = 0,07$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2s^2}}{n} = \frac{2 \times 0,02}{4} = 0,1$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,1 = 0,25$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,25}{1,0} \times 100 = 25 \%$$

Таблица – Структурный состав черноземов обыкновенных орошаемых  
(глубина 0-20 см, норма полива 700 м<sup>3</sup>/га)

Год исследований	Коэффициент структурности ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	-	-
2013	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	-0,2	-33,3
НСР <sub>05</sub>						0,15	30,0

DESCRIPTIVES VARIABLES=K структурности  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение
K структурности	8	,30	,70	,5000	,13093
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY K структурности BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

K структурности

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,080	1	,080	12,000	,013
Внутри групп	,040	6	,007		
Итого	,120	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,007}{4} = 0,04$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 0,007}{4} = 0,06$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,06 = 0,15$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,15}{0,5} \times 100 = 30 \%$$

Таблица – Структурный состав черноземов обыкновенных орошаемых  
(глубина 20-40 см, норма полива 700 м<sup>3</sup>/га)

Год исследований	Коэффициент структурности ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	-	-
2013	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	-0,2	-40,0
НСР <sub>05</sub>						0,15	37,5

DESCRIPTIVES VARIABLES=Кструктурности  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение
Кструктурности	8	,20	,60	,4000	,13093
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY Кструктурности BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

Кструктурности

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,080	1	,080	12,000	,013
Внутри групп	,040	6	,007		
Итого	,120	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,007}{4} = 0,04$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2s^2}}{n} = \frac{2 \times 0,007}{4} = 0,06$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,06 = 0,15$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,15}{0,4} \times 100 = 37,5 \%$$

Таблица – Водопрочность агрегатов черноземов обыкновенных орошаемых (глубина 20-40 см, норма полива 500 м<sup>3</sup>/га)

Год исследований	Критерий водопрочности агрегатов, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	56	54	57	53	55	-	-
2013	49	50	52	49	50	-5,0	-9,1
НСР <sub>05</sub>						2,9	5,5

DESCRIPTIVES VARIABLES=водопрочность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение
водопрочность	8	49,00	57,00	52,5000	3,07060
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY водопрочность BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

водопрочность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	50,000	1	50,000	18,750	,005
Внутри групп	16,000	6	2,667		
Итого	66,000	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{2,667}{4} = 0,8 \%$$

$$2. S_d = \frac{2\overline{s^2}}{n} = \frac{2 \times 2,667}{4} = 1,2 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 1,2 = 2,9 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,453}{52,5} \times 100 = 5,5 \%$$

Таблица – Водопрочность агрегатов черноземов обыкновенных орошаемых (глубина 0-20 см, норма полива 700 м<sup>3</sup>/га)

Год исследований	Критерий водопрочности агрегатов, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	42	43	40	39	41	-	-
2013	32	32	33	31	32	-9,0	-21,9
НСР <sub>05</sub>						2,5	6,8

DESCRIPTIVES VARIABLES=водопрочность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
водопрочность	8	31,00	43,00	36,5000	4,98569
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY водопрочность BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

водопрочность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	162,000	1	162,000	81,000	,000
Внутри групп	12,000	6	2,000		
Итого	174,000	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{\overline{2}}{34} = 0,7 \%$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2s^2}}{n} = \frac{\overline{2 \times 2}}{4} = 1 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 1 \approx 2,5 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{2,5}{36,5} \times 100 = 6,8 \%$$



Таблица – Водопрочность агрегатов черноземов обыкновенных орошаемых (глубина 20-40 см, норма полива 700 м<sup>3</sup>/га)

Год исследований	Критерий водопрочности агрегатов, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
2000	38	39	40	39	39	-	-
2013	31	33	29	31	31	-8,0	20,5
НСР <sub>05</sub>						2,2	6,1

DESCRIPTIVES VARIABLES=водопрочность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
водопрочность	8	29,00	40,00	35,0000	4,44008
N валидных (целиком)	8				

ONEWAY водопрочность BY год  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

водопрочность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	128,000	1	128,000	76,800	,000
Внутри групп	10,000	6	1,667		
Итого	138,000	7			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{1,667}{4} = 0,6 \%$$

$$2. S_d = \frac{2\overline{s^2}}{n} = \frac{2 \times 1,667}{4} = 0,9 \%$$

$$3. НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,447 \times 0,9 = 2,2 \%$$

$$НСР_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{2,2}{36,0} \times 100 = 6,1\%$$

Таблица – Изменение плотности сложения черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 0-20 см), 2000 г.

Вид землепользования	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	1,12	1,15	1,13	1,12	1,13	-	-
Пашня	1,06	1,04	1,06	1,08	1,06	-0,07	-6,2
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	1,08	1,09	1,09	1,10	1,09	-0,04	-3,5
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	1,24	1,20	1,19	1,22	1,21	0,08	7,1
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	1,32	1,34	1,29	1,30	1,31	0,18	15,9
$HCP_{05}$						0,04	3,5

DESCRIPTIVES VARIABLES=плотность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
плотность	20	1,04	1,34	1,1610	,09508
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY плотность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

плотность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,167	4	,042	137,827	,000
Внутри групп	,005	15	,001		
Итого	,172	19			

$F_{расч} > F_{табл}$  ( $F_{табл} = 3,06$ ), в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{s^2}}{n} = \frac{0,001}{4} = 0,016 \text{ г/см}^3$$

$$2. S_d = \frac{2\overline{s^2}}{n} = \frac{2 \times 0,001}{4} = 0,022 \text{ г/см}^3$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,022 = 0,04 \text{ г/см}^3$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,04}{1,16} \times 100 = 3,5 \%$$

Таблица 10 – Изменение плотности сложения черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 0-20 см), 2013 г.

Вид землепользования	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	1,13	1,15	1,16	1,12	1,14	-	-
Пашня	1,08	1,06	1,09	1,05	1,07	-0,07	-6,1
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	1,09	1,06	1,09	1,08	1,08	-0,06	-5,3
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	1,22	1,24	1,25	1,21	1,23	0,09	7,9
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	1,35	1,33	1,32	1,36	1,34	0,20	17,5
$HCP_{05}$						0,04	3,4

DESCRIPTIVES VARIABLES=плотность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
плотность	20	1,05	1,36	1,1715	,10550
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY плотность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

плотность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,207	4	,052	158,908	,000
Внутри групп	,005	15	,001		
Итого	,211	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{S^2}}{n} = \frac{0,001}{4} = 0,016 \text{ г/см}^3$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 0,001}{4} = 0,022 \text{ г/см}^3$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,022 = 0,04 \text{ г/см}^3$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,04}{1,17} \times 100 = 3,4 \%$$

Таблица – Изменение плотности сложения черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 20-40 см), 2000 г.

Вид землепользования	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	1,32	1,09	1,21	1,11	1,17	-	-
Пашня	1,21	1,05	1,12	1,06	1,11	-0,06	-5,1
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	1,11	1,22	1,10	1,05	1,12	-0,05	-4,3
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	1,28	1,22	1,32	1,14	1,24	0,07	6,0
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	1,41	1,33	1,25	1,29	1,32	0,15	12,8
$HCP_{05}$						0,11	9,2

DESCRIPTIVES VARIABLES=плотность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
плотность	20	1,05	1,41	1,1945	,10763
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY плотность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

плотность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,123	4	,031	4,717	,012
Внутри групп	,097	15	,006		
Итого	,220	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{S^2}{n} = \frac{0,006}{4} = 0,04 \text{ г/см}^3$$

$$2. S_d = \frac{2S^2}{n} = \frac{2 \times 0,006}{4} = 0,05 \text{ г/см}^3$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,05 = 0,11 \text{ г/см}^3$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,11}{1,19} \times 100 = 9,2 \%$$

Таблица – Изменение плотности сложения черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 20-40 см), 2013 г.

Вид землепользования	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	1,28	1,18	1,03	1,19	1,17	-	-
Пашня	1,12	1,15	1,10	1,15	1,13	-0,04	-3,4
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	1,18	1,21	1,02	1,11	1,13	-0,04	-3,4
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	1,35	1,28	1,13	1,24	1,25	0,08	6,8
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	1,33	1,43	1,41	1,28	1,36	0,19	16,2
$HCP_{05}$						0,11	9,1

DESCRIPTIVES VARIABLES=плотность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
плотность	20	1,02	1,43	1,2085	,11527
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY 141лотность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

плотность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	,157	4	,039	6,166	,004
Внутри групп	,095	15	,006		
Итого	,252	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{S^2}{n} = \frac{0,006}{4} = 0,04 \text{ г/см}^3$$

$$2. S_d = \frac{2S^2}{n} = \frac{2 \times 0,006}{4} = 0,05 \text{ г/см}^3$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,1633 = 0,11 \text{ г/см}^3$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{0,11}{1,21} \times 100 = 9,1 \%$$

Таблица – Изменение общей порозности черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 0-20 см), 2000 г.

Вид землепользования	Общая порозность, % ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	54,9	56,1	55,9	56,3	55,8	-	-
Пашня	56,4	57,9	58,1	58,0	57,6	1,8	3,2
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	56,1	58,2	57,4	57,1	57,2	1,4	2,5
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	52,0	52,3	51,4	51,5	51,8	-4,0	-7,2
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	46,9	47,8	47,5	47,0	47,3	-8,5	-15,2
$HCP_{05}$						1,0	1,9

DESCRIPTIVES VARIABLES=порозность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
порозность	20	46,90	58,20	53,9400	4,04610
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY порозность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

порозность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	304,608	4	76,152	177,373	,000
Внутри групп	6,440	15	,429		
Итого	311,048	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{\overline{S^2}}{n} = \frac{0,429}{4} = 0,33 \%$$

$$2. S_d = \frac{\overline{2S^2}}{n} = \frac{2 \times 0,429}{4} = 0,46 \%$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,46 = 1,0 \%$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{1,0}{53,94} \times 100 = 1,9 \%$$

Таблица – Изменение общей порозности черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 0-20 см), 2013 г.

Вид землепользования	Общая порозность ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	55,1	55,9	56,3	53,5	55,2	-	-
Пашня	56,2	57,4	57,1	56,9	56,9	1,7	3,1
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	57,9	58,1	58,0	57,2	57,8	2,6	4,7
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	49,3	51,4	50,5	49,6	50,2	-5,0	-9,1
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	44,8	46,3	46,8	44,5	45,6	-9,6	-17,4
$HCP_{05}$						1,4	2,6

DESCRIPTIVES VARIABLES=порозность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
порозность	20	44,50	58,10	53,1400	4,78335
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY порозность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

порозность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	422,368	4	105,592	128,146	,000
Внутри групп	12,360	15	,824		
Итого	434,728	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{s^2}{n} = \frac{0,824}{4} = 0,45 \%$$

$$2. S_d = \frac{2s^2}{n} = \frac{2 \times 0,824}{4} = 0,64 \%$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,64 = 1,4 \%$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{1,4}{53,14} \times 100 = 2,6 \%$$

Таблица – Изменение общей порозности черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 20-40 см), 2000 г.

Вид землепользования	Общая порозность ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	52,3	51,1	51,5	50,3	51,3	-	-
Пашня	56,1	54,9	55,3	54,5	55,2	3,9	7,6
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	54,7	54,9	56,1	53,9	54,9	3,6	7,0
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	50,6	49,3	51,2	50,5	50,4	0,1	0,2
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	44,8	46,3	46,8	46,5	46,1	-5,2	-10,1
$HCP_{05}$						1,2	2,3

DESCRIPTIVES VARIABLES=порозность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
порозность	20	44,80	56,10	51,5800	3,50002
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY порозность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

порозность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	222,512	4	55,628	81,486	,000
Внутри групп	10,240	15	,683		
Итого	232,752	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{s^2}{n} = \frac{0,683}{4} = 0,41 \%$$

$$2. S_d = \frac{2s^2}{n} = \frac{2 \times 0,683}{4} = 0,58 \%$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,58 = 1,2 \%$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{1,2}{51,58} \times 100 = 2,3 \%$$



Таблица - Изменение общей порозности черноземов обыкновенных от характера использования (глубина 20-40 см), 2013 г.

Вид землепользования	Общая порозность ( $x_i$ )				Среднее значение $x_i$	Разность с контролем	
						$d$	%
Целина	51,9	52,0	52,3	51,4	51,9	-	-
Пашня	54,0	52,3	51,8	55,1	53,3	1,4	2,7
Орошение 300 м <sup>3</sup> /га	52,9	53,7	54,9	54,1	53,9	2,0	3,9
Орошение 500 м <sup>3</sup> /га	49,8	48,5	48,0	51,7	49,5	-2,4	-4,6
Орошение 700 м <sup>3</sup> /га	44,3	44,2	44,5	43,4	44,1	-7,8	-15,0
$HCP_{05}$						1,7	3,4

DESCRIPTIVES VARIABLES=порозность  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

### Описательные

[Наборданных0]

#### Описательные статистики

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
порозность	20	43,40	55,10	50,5400	3,78089
N валидных (целиком)	20				

ONEWAY порозность BY землепользование  
/MISSING ANALYSIS.

### Однофакторный дисперсионный анализ

[Наборданных0]

#### Дисперсионный анализ

порозность

	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
Между группами	253,248	4	63,312	51,725	,000
Внутри групп	18,360	15	1,224		
Итого	271,608	19			

$F_{расч} > F_{табл}$ , т.е. в опытах есть существенные различия по вариантам.

$$1. S_x = \frac{S^2}{n} = \frac{1,224}{4} = 0,55 \%$$

$$2. S_d = \frac{2S^2}{n} = \frac{2 \times 1,224}{4} = 0,78 \%$$

$$3. HCP_{05} = t_{05} \times S_d = 2,131 \times 0,78 = 1,7 \%$$

$$HCP_{05} = \frac{t_{05} \times S_d}{x} \times 100 = \frac{1,7}{50,54} \times 100 = 3,4 \%$$