

ИЗ ФОНДОВ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ

Каморзин, Игорь Юрьевич

1. Анализ и оценка агроландшафтов Ставропольского  
края с использованием геоинформационных  
технологий

1.1. Российская государственная библиотека

Каторгин, Игорь Юрьевич

Анализ и оценка агроландшафтов  
Ставропольского края с использованием  
геоинформационных технологий [Электронный  
ресурс]: Дис. ... канд. геогр. наук :  
25.00.26 .—М.: РГБ, 2003 (Из фондов  
Российской Государственной Библиотеки)

Науки о Земле (геодезические, геофизические,  
геологические и географические науки) --  
Региональный раздел наук о Земле --  
Российская Федерация -- Ставропольский край  
-- Физико-географическая характеристика.  
Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Полный текст:

<http://diss.rsl.ru/diss/03/1085/031085004.pdf>

Текст воспроизводится по экземпляру,  
находящемуся в фонде РГБ:

Каторгин, Игорь Юрьевич

Анализ и оценка агроландшафтов  
Ставропольского края с использованием  
геоинформационных технологий

Ставрополь 2004

Российская государственная библиотека, 2003  
год (электронный текст).

61:04-111 175

Министерство образования и науки Российской Федерации

Ставропольский государственный университет

На правах рукописи

Шальнев

Каторгин Игорь Юрьевич

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АГРОЛАНДШАФТОВ  
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

25.00.26 – землеустройство, кадастр и мониторинг земель

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Научный руководитель:

кандидат географических наук, профессор

Шальнев Виктор Александрович

Научный консультант:

кандидат сельскохозяйственных наук

Желнакова Людмила Ивановна

Ставрополь – 2004

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	4
<b>Глава 1. Теоретические и методические основы изучения агроландшафтов</b>	9
1.1. История изучения агроландшафтов	9
1.2. Ландшафтный подход в изучении агроландшафтов	18
1.3. Развитие и использование ГИС-технологий для анализа агроландшафтов	24
<b>Глава 2. Методика использования ГИС-технологий при анализе агроландшафтов и проектировании районных систем земледелия</b>	30
2.1. Программное обеспечение диссертационного исследования	30
2.2. Методика создания цифровых картографических основ	31
2.3. Построение электронного банка данных	33
2.4. Методика построения тематических карт	42
<b>Глава 3. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия</b>	45
3.1. Методология перехода к адаптивно-ландшафтному земледелию в Ставропольском крае на разных уровнях административного и ландшафтного районирования	45
3.2. Ретроспективные ландшафты Ставропольского края и их структурные единицы	48
3.3. Типология ландшафтных морфологических единиц на уровне местностей	53
3.4. Агроэкологические группы земель, их связь со структурой ландшафтов	55
<b>Глава 4. Использование ГИС-технологий при анализе и оценке агроландшафтов Ставропольского края</b>	60
4.1. Оценка почвенно-климатических ресурсов ландшафтов края	60
4.2. Анализ сельскохозяйственной нагрузки на ландшафты края	74

4.3. Обобщенная оценка степени деградации почвенного покрова агроландшафтов края	81
4.4. Пути оптимизации соотношения угодий в агроландшафтах	99
4.5. Оценка экологического состояния агроландшафтов через КЭСЛ (коэффициент экологической стабилизации ландшафтов)	110
4.6. Использование ГИС-технологий при анализе и оценке агроландшафтов Изобильненского района и разработке районных систем земледелия на адаптивно-ландшафтных принципах	115
4.6.1. Методология построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия на уровне района	115
4.6.2. Ландшафтное и агроландшафтное зонирование территории района	117
4.6.3. Анализ и оценка земельных ресурсов агроландшафтных зон района	123
4.6.4. Оценка экологической опасности использования земель	129
<b>Выводы</b>	135
<b>Литература</b>	138
<b>Приложения</b>	153

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** На современном этапе на первый план выступает проблема оптимизации землепользования и сохранения экологического каркаса природных комплексов. Решить эту проблему должно адаптивно-ландшафтное землеустройство, являющееся основой систем земледелия нового поколения. Оно предусматривает, с одной стороны, максимальный учет и сохранение природных ресурсов, с другой – ограничение антропогенного воздействия, негативно влияющего на состояние окружающей среды.

При переходе к адаптивно-ландшафтному земледелию необходимо в первую очередь хорошее знание специфики местных природных ландшафтов, а потому требуется создания обширной пространственной и тематической информационной базы. Такая база есть в организациях занимающихся исследованиями и проектными работами в области сельского хозяйства, но обширные банки ценной информации, представленные преимущественно на бумажных носителях, громоздки. Традиционная технология анализа этих материалов ведет к значительным затратам сил, времени, выпадению части информации из научного оборота, а также может вызывать ошибки, снижающие ценность окончательных выводов. Оптимизировать процесс анализа могут информационные технологии. Особенно значимую роль при сборе, хранении и анализе пространственной информации играют геоинформационные системы и ГИС-технологии, позволяющие значительно повысить качество проводимых исследований. Вместе с тем, эти технологии в области планирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия применяются в России в единичных случаях и требуют разработки новых подходов их использования.

**Объектом исследования** являются территориальные природно-сельскохозяйственные геосистемы ранга агроландшафтов и агроландшафтных зон.

**Предметом исследования** является анализ и оценка пространственной структуры агроландшафтов, их природно-ресурсного потенциала, сельскохо-

зяйственной нагрузки, деграционных процессов с использованием ГИС-технологий.

**Цель:** анализ и оценка агроландшафтов Ставропольского края с применением ГИС-технологий для систем адаптивно-ландшафтного земледелия.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. создать банк географической (электронные карты) и атрибутивной информации по агроландшафтам края;
2. оценить природно-ресурсный потенциал агроландшафтов и степень его соответствия сельскохозяйственной деятельности на основе картографических моделей;
3. определить уровень сельскохозяйственных нагрузок на агроландшафты с использованием электронных баз данных;
4. выявить экологическое состояние, в частности интенсивность проявления и развития различных видов деграционных процессов в агроландшафтах, их связь с морфологической структурой ландшафтов;
5. оценить с использованием ГИС-технологий земельные ресурсы и экологическую опасность использования земель по агроландшафтным зонам административного района.

**Теоретико-методологическую основу исследования** составляют общенаучные методы – описательный, сравнительный, статистический, системного анализа, моделирования, картографический. Методология исследования базируется на системе общих принципов и подходов. Общенаучных: комплексного, интегрального, системного и экологического, а также ландшафтного, как части географического.

**Информационной базой** являются материалы: ландшафтного картирования территории Ставропольского края проф. Шальневым В.А.; Ставропольского НИИСХа; СтавропольНИИгипрозема; Комитета по земельным ресурсам Ставропольского края, Агрехимического центра «Ставропольский».



**Научная новизна работы.** Впервые осуществлен комплексный анализ агроландшафтов Ставропольского края с применением методов и технологий геоинформационных систем (ГИС):

- созданы разномасштабные электронные карты ретроспективных ландшафтов и их морфологических единиц на уровне местностей;
- разработана структура и собран банк данных, содержащий информацию для анализа агроландшафтов;
- проведен анализ природно-ресурсного потенциала ландшафтов и связанных с ним сельскохозяйственных нагрузок;
- предложена методика комплексной оценки деграционных процессов, базирующаяся на учете площади и интенсивности поражения;
- для территории Ставропольского края апробирована и рекомендована для широкого использования оценка экологического состояния территорий по коэффициенту экологической стабилизации ландшафтов (КЭСЛ).

**Практическое значение.** Полученные материалы и рекомендации могут быть использованы при организации агроландшафтов на уровнях ландшафтов и агроландшафтных зон. Составленные мелко- и среднемасштабные электронные карты используются Ставропольским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства для разработки мероприятий по рациональному использованию земельных угодий.

**На защиту выносятся следующие материалы и положения:**

1. структура и содержание электронного банка данных по агроландшафтам края;
2. оценка природно-ресурсного потенциала агроландшафтов и сельскохозяйственной нагрузки на них;
3. количественные характеристики деграционных процессов в агроландшафтах Ставропольского края;
4. картографические модели экологического состояния агроландшафтов Ставропольского края на основе коэффициента экологической стабилизации ландшафтов (КЭСЛ);

5. результаты оценки экологической опасности использования земель по агроландшафтным зонам на уровне административного района края на основе ГИС-технологий.

**Апробация работы и публикации.** Материалы диссертации докладывались на научно-практических конференциях «Природные ресурсы и экологическое образование на Северном Кавказе» (Ставрополь, 2002), «Университетская наука – региону» (Ставрополь 2003), Международной научно-практической конференции «Проблемы земледелия» (Ставрополь, 2003), Второй Всероссийской научной телеконференции «Современная биогеография» (2003). Часть материалов диссертации включена в отчет по заданию МСХ Ставропольского края: «Разработать структуры ГИС (геоинформационных систем) ландшафтов Ставропольского края для мониторинга состояния и принятия практических решений при сельхозиспользовании» (соисполнители: зав. группы моделирования к.б.н. П.П.Гончар-Зайкин, ведущий научный сотрудник СНИИСХ, к.с.-х.н. Л.И.Желнакова) (Михайловск, 2002) и в отчет по договору № 16 от 10.04.03 с ОАО «СтавропольНИИгипрозем» «Оценка видов деградаций, их вредоносности и составление карты экологической напряженности ландшафтов края по факторам-предикторам» (соисполнитель – заведующая лабораторией агроландшафтов СНИИСХ, к.с.-х.н., Л.И.Желнакова) (Михайловск, 2003). По теме диссертации опубликовано 6 работ.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, четырех глав, выводов и приложения, содержит 25 таблиц и 28 рисунков. Общий объем диссертации 152 страницы машинописного текста. Список литературы включает 183 наименования, из них 15 на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в подготовке работы научному руководителю – к.г.н., профессору Шальневу В.А., научному консультанту – к.с.-х.н., заведующей лабораторией агроландшафтов СНИИСХ Желнаковой Л.И., заведующей отделом ландшафтного земледелия СНИИСХ д.с.-х.н., профессору Годуновой Е.И., заведующему кафедрой гео-

информатики и картографии доценту Найденко В.Н., директору ОАО «СтавропольНИИгипрозем» Чернышеву В.Н., начальнику техотдела Лопатину С.И. и всему коллективу, коллективу сотрудников Агрехимического центра «Ставропольский», начальнику отдела кадастра Комитета по земельным ресурсам Ставропольского края Березуцкому А.Ю., доцентам Диденко П.А., Лысенко А.В., Петину О.В., Скрипчинскому А.В.

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ

## 1.1. История изучения агроландшафтов

Возникновение агроландшафтных исследований обусловлено необходимостью изучения природно-сельскохозяйственных геосистем. Начало формирования ландшафтного подхода в сельскохозяйственной деятельности связывают с В.В. Докучаевым и его учениками, доказавшими, что плодородие сельскохозяйственных земель и условия их обработки зависят не только от свойств почв. Они являются производными природного комплекса и составляющих его компонентов, таких как рельеф, грунты, климат и другие. Необходимость изучения исторического процесса формирования культурного ландшафта, исторического анализа взаимодействия и противоречий между сложившимся методом использования природной среды и новыми производственными силами и производственными отношениями определил Ю.Г. Саушкин (1946, 1951, 1973).

Л.Г. Раменский, один из основателей агроландшафтных исследований, дал определение типа земель с двух взаимосвязанных сторон: природной и производственной. «Тип - это, прежде всего потенция определенных видов использования территории: ее пахотно-сенокосно-пастбище-лесоспособность, пригодность для разведения определенных культур (пшеницы, риса, кендыря и т.д.), потенция их урожайности, увеличения плодородия под влиянием осушки, от внесения каких-то удобрений и т.п.» (1971, с. 177).

Со второй половины XX столетия в связи с ростом населения стран, научно-техническим прогрессом, возрастающей интенсификацией сельского хозяйства и соответственно усилением нагрузки на природную среду изучению агроландшафтов начинают уделять особенно пристальное внимание. Так, в США почвенную съемку уже многие годы проводят с ландшафтных

позиций, т.е. классифицируют и оценивают для сельскохозяйственных целей не почву, а весь комплекс природных условий (Kellog, 1951, Stallings, 1957).

Большой опыт в изучении агроландшафтов накопили и отечественные географы (Раменский, 1938, Глазовская, 1958, Зворыкин, 1965, Геренчук, 1965, Николаев, 1979 и др.). Особый интерес представляет школа Ф.Н. Милькова (Каменная степь..., 1971, Мильков, 1972, 1973, 1978, 1986, 1990).

Но в подходах разных научных направлений и взглядов отдельных ученых существует достаточно сильный разброс мнений об объекте исследования. У Раменского - это тип земель. Немецкие географы называют их ландшафтнокультурными типами, или типами культурных ландшафтов, которые выделяются на основе сочетания природного районирования и видов современного использования (Рихтер, 1983). Л.И. Мухина и В.С. Преображенский употребляют термин «геотехнические системы». А.М. Рябчиков пишет о преобразованных или культурных ландшафтах, к которым он относит поля, сады, плантации, сеяные луга, лесонасаждения, пригородные лесопарки и «в которых природные связи в той или иной степени целенаправленно изменены и постоянно поддерживаются человеком путем культивации, мелиорации, химизации почвы, разведения полезных человеку растений и животных, создания полезационных лесокультурных полос и т.д.» (1972, с. 184). В.А. Николаев употребляет термин агроландшафт, под которым понимает «не только природные, но и природно-производственные типы земель — агроландшафтные системы» (1979, с. 114). По его мнению, агроландшафт — это система, включающая в себя природный территориальный комплекс и сельскохозяйственное производство. Целью их функционирования является производство сельскохозяйственной продукции.

Интерес к ландшафтному подходу в изучении агросистем в последнее время стали проявлять специалисты сельскохозяйственных наук (Володин, Здоровцов, 1999; Кирюшин, 1996, 1996а; Котлярова, 1999; Постолов, 1999; Сатаров, Карпович, 1998; Семендяева, Дробышева, 1999 и др.). Сделаны первые

шаги в направлении интеграции между географами и учеными-сельхозниками. Так, коллективом ученых была разработана концепция ландшафтно-экологического земледелия (Концепция формирования ..., 1992).

А.Н. Каштанов определяет агроландшафт как «сложную территориальную экологическую и биоэнергетическую систему, где все взаимосвязано и сбалансировано. Одновременно же это и база для сельскохозяйственного производства» (1992). А.П. Щербаков и Г.И. Швобс употребляют термин культурный агроландшафт, под которым подразумевается «обоснованное сочетание пашни, лугов, леса и лесных полос, водоемов, резерватов, естественных ландшафтов, мест отдыха, дорог и другой хозяйственной инфраструктуры» (1992). М.И. Лопырев под агроландшафтом понимает «участок земной поверхности, обычно ограниченный естественными рубежами, состоящий из комплекса взаимодействующих природных компонентов и элементов системы земледелия с признаками единой экологической системы» (1995).

В работах других авторов, которые говорят об оптимальном соотношении различных угодий и соответствии их естественным морфологическим границам, присутствует покомпонентный подход, рассматриваются лишь принципы почвенно-мелиоративного устройства агроландшафта, конструирования его с учетом неоднородности почвенных ресурсов. В то же время не учитываются другие компоненты ландшафта, их взаимосвязи между собой (Бураков, 1990; Морозов, 1992; Белолипский, 1992).

А.Н.Ракитников (1970) дал глубокий анализ географии сельскохозяйственного производства, и доказал тесную связь способов ведения сельского хозяйства с природными условиями территорий. С возникновением учения о геотехнических системах (Преображенский, 1966; Ретеем и др., 1972) и агроценозах, открылась возможность понимать и исследовать земли, используемые в сельском хозяйстве как природно-производственные объекты, состоящие из двух взаимодействующих блоков: природного и сельскохозяйственного. Они представляют собой агроландшафтные (природно-

сельскохозяйственные) системы, агроландшафты. Природно-территориальные комплексы различного таксономического ранга рассматриваются как объекты территориальной организации сельскохозяйственного производства или как объекты изменения природы под влиянием сельского хозяйства.

Современное понимание агроландшафта базируется на системном подходе. В ландшафтоведении понятие системного подхода связано с именами В.Б. Сочавы (1978), В.С. Преображенского (1986), Э. Неефа, П. Хаггета (1979). В настоящее время существует много понятий «система». Наиболее краткое и емкое принадлежит Л. Бергаланфи (1968), где «система есть комплекс элементов, находящихся во взаимодействии». По мнению А.Н. Аверьянова (1985), любая система обладает способностью делиться на подсистемы и входить в системы высшего порядка, обладающие большим содержанием, чем сумма, содержащая подсистему. Понятие «система» теснейшим образом связано с понятием «структура». Под структурой одни авторы понимают закон связи между элементами (Свидерский, 1962), другие - инвариант системы (Овчинников, 1966). Мы придерживаемся того мнения, что понятие «структура» отражает состав и форму расположения элементов системы, а также характер их взаимодействия, взаимосвязей. Вместе с тем структура есть итог организации элементов системы, их упорядочение во времени и пространстве.

В географии такими природными и природно-антропогенными системами являются геосистемы (Сочава, 1963). Если определение геосистемы по В.Б. Сочаве тесно связано с конкретными географическими реалиями, то В.М. Гохман, А.А. Минц, В.С. Преображенский (1971) расширяют понятие геосистемы. Оно охватывает весь спектр от систем, включающих в качестве подсистем только природные компоненты, до систем, образованных человеческой деятельностью, включая различные сочетания и взаимодействия этих компонентов.

Следуя понятию геосистемы можно дать следующее определение при-

родно-сельскохозяйственным комплексам (агрolandшафтам). *Агрolandшафт — это интегральная территориальная геосистема культивационного (сельскохозяйственного) типа, состоящая из двух взаимодействующих подсистем — природной (ландшафтной) и антропогенной, а также набора более мелких природно-сельскохозяйственных геосистем, в совокупности решающих проблемы продовольственного обеспечения* (Шальнев, Диденко, 1997; Диденко, 2001а).

В отличие от природного комплекса агрolandшафт формируется в результате взаимодействия косной и биокосной естественной основы и антропогенного использования с искусственно налагаемыми на эту основу и поддерживаемыми агроценозами (Зворыкин, 1984). Взаимодействие ПТК и сельскохозяйственного производства - необходимое условие функционирования агрolandшафтных систем.

Ландшафты, испытывая влияние сельскохозяйственного производства, претерпевают существенные изменения, выражающиеся в трансформации природной геосистемы в *территориальную природно-сельскохозяйственную геосистему (ТПСГ)*.

С одной стороны в таких ландшафтах сохраняются природные свойства, подчиняющиеся природным закономерностям (главным образом, законам саморегуляции), с другой стороны, включается «антропогенное содержание», связанное с законами управления в хозяйственной деятельности. К природным круговоротам вещества и энергии добавляются антропогенные. Поэтому агрolandшафт имеет сложную структуру, представленную большим числом составляющих (рис. 1).



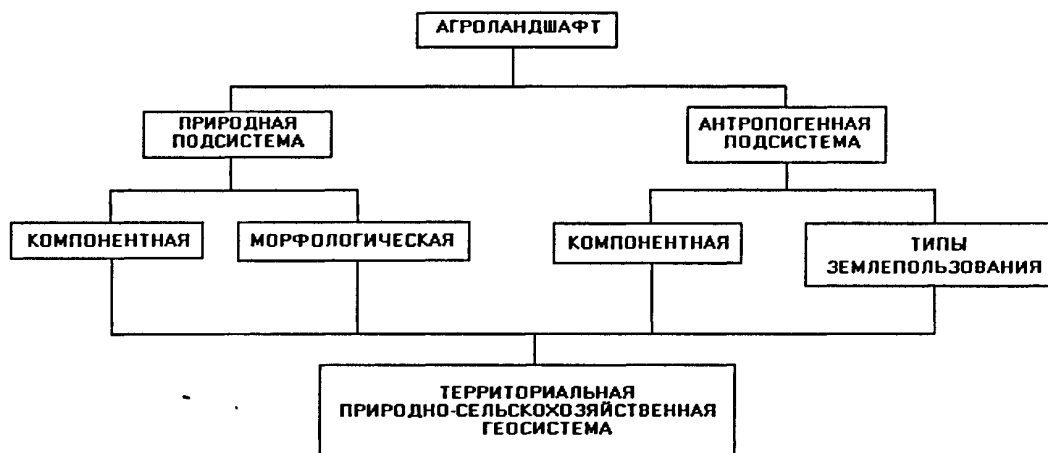


Рис. 1. Структура агроландшафта (Диденко, 2001).

В соответствии с представленными В.А.Николаевым (1979, 1987) сельскохозяйственными системами, рассматриваются такие территориальные природно-сельскохозяйственные геосистемы, которые формируются и функционируют в результате постоянного взаимодействия сельскохозяйственного производства и природной среды. Производственная и природная подсистема - важнейшие структурные составляющие агроландшафта, обладающие определенной взаимосвязью и выполняющие единую функцию - производство сельскохозяйственной продукции.

Природная ландшафтная подсистема – это территориальная система, состоящая из взаимосвязанных природных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга, и формирующаяся под влиянием природных процессов. Функционирование данной подсистемы обусловлено многочисленными связями, существующими как внутри нее, так и с производственной подсистемой. Изучается она с помощью ландшафтных моделей: структурно-компонентной и структурно-морфологической (Преображенский, 1972).

Компонентная составляющая состоит из набора всех природных компонентов и связей между ними, что формирует коллективное свойство (эмерджентность) ландшафта – природные условия конкретной территории. Каж-

дый из компонентов уже давно используется человеком как природный ресурс в хозяйственной деятельности. Чаще всего именно компонентно-ресурсная функция природного ландшафта используется в работах по конструированию агроландшафта.

Структурно-морфологическая (территориальная) модель представлена мелкими территориальными комплексами - местностями, урочищами, фациями.

Природная подсистема в результате хозяйственной деятельности в большей или в меньшей мере антропогенезирована, что проявляется в изменении структуры природно-территориального комплекса, возникновению ответных реакций на хозяйственное воздействие, часто негативных - деградация земель, замена видового состава растительности и т.д. Хозяйственная оптимизация природной среды приводит к созданию гармоничной природно-сельскохозяйственной среды, которая становится высокопродуктивной, динамически устойчивой и благоприятной.

Структура и динамика природной подсистемы агроландшафтов в известной степени изменена длительным антропогенным воздействием, что проявляется в усилении зависимости природной подсистемы от постоянно увеличивающейся антропогенной энергии (Pimentel D., Pimentel S, 1980; Pimentel, Behardi, Fast, 1983; Шальнев, Диденко, 1998). В географической литературе существует ряд классификаций комплексов по степени их антропогенной измененности (Ахтырцева, 1977; Исаков и др., 1980; Исаченко, 1991, 1993; Методическое руководство... 1991; Мильков, 1977; Федотов, 1985; Westhoff, Leewen, 1966; Code pour ..., 1968; Long, 1974), под которой понимается мера антропогенно-техногенного воздействия, привнесения или перемещения вещества и энергии, изменения пространственной структуры. Однако, как правило, они относятся к геокомплексам ранга ландшафта. Выявление антропогенно-измененных комплексов в ранге урочищ отличается от выявления таких же модификаций в ранге ландшафта (Мамай, 1992). Для характеристики ан-

тропогенно-модифицированных территориальных единиц ранга урочищ П.А.Диденко предлагает использовать следующие характеристики (1999):

- условно ненарушенные – имеют растительный и почвенный покров, наиболее соответствующий условиям местообитания. Обязательное условие – сохранение почвенного покрова в нетронутым виде. К таким комплексам относятся леса, луга и сенокосы;
- слабонарушенные – растительность находится на различных стадиях сукцессионного процесса. Обязательное условие – ненарушенность почвенного покрова. К слабонарушенным относятся пастбища;
- собственно антропогенные комплексы. К ним относятся комплексы, в которых биота настолько изменена, что они могут существовать только при условии регуляции со стороны человека (пашня, сады, виноградники);
- техногенные комплексы. Развитие данных комплексов определяется постоянным воздействием технических систем. Техногенными комплексами являются дороги, водохранилища, каналы и т.д.

Антропогенная подсистема агроландшафта представлена компонентной составляющей, а также набором типов землепользования и их технологий. В компонентную составляющую включаются культурные и синантропные растения и животные, различные строения, дороги и каналы, удобрения и т.д., т.е. все, что создано или привнесено человеком. Антропогенные компоненты без участия человека устойчиво функционировать в пределах агроландшафта не могут, и будут разрушаться природными процессами.

Система землепользования, сложившаяся в том или ином регионе, определяет соответствующий набор типов землепользования: богарное и орошаемое земледелие, садово-огородничество, виноградарство, пастбищное животноводство и т.д. Каждый из названных типов землепользования имеет свои технологии ведения хозяйства: паровая, пропашная, плодосеменная, почвозащитная, мелиоративная с различными технологиями обработок почвы.

Ключевое место в антропогенной подсистеме агроландшафта занимает

блок управления, задача которого состоит в обеспечении регулирования всей системы в целях повышения ее биологической продуктивности и поддержания экологического равновесия. Для нормального функционирования антропогенной подсистемы необходим постоянный контроль за состоянием сельскохозяйственных земель. Для решения производственных задач требуется создание агроландшафтного мониторинга, обеспечивающего информацией блок управления.

Современные географические исследования включают широкий круг вопросов о взаимодействии производства и природной среды (Мильков, 1973, 1978; Рябчиков, 1972; Николаев, 1987). Л.Г. Раменский (1938), В.А. Николаев (1979, 1987) считают ландшафтно-региональные исследования основой агрогеографических исследований.

Анализ подсистем агроландшафта и его составляющих - традиционная часть всех схем научных исследований. Однако предметом изучения агроландшафтов должны быть не только его подсистемы и их составляющие, но и закономерности их взаимодействия, так как в процессе взаимодействия формируются и обнаруживаются не только новые свойства подсистем, но и принципиально новые свойства всей системы. В.И. Булатов, считает, что это «связано:

- а) с появлением взаимодействующих систем связей между создающими антропогенный ландшафт подсистемами,
- б) с утратой части свойств подсистем при их вхождении в состав интегральной системы;
- в) с возникновением новой целостности и новых свойств;
- г) с упорядоченностью подсистем, детерминированностью подсистем, детерминированностью их пространственного и функционального взаимоотношения» (1973, с. 18).

Примером новой целостности и новых свойств агроландшафта служат такие интегральные структуры, как территориальные природно-

сельскохозяйственные геосистемы (ТПСГ), которые формируются в пределах природных морфологических единиц природного ландшафта (главным образом урочищ) с использованием различных технологий определенного типа землепользования агрофитосистем. Их главная функция – средоформирующая и ресурсная по производству сельскохозяйственной продукции (Диденко, 2001).

## 1.2. Ландшафтный подход в изучении агроландшафтов

Анализ достижений географической и сельскохозяйственных наук показал, что накопленный ими опыт позволяет вывести сельскохозяйственное землепользование на качественно новые уровни, названные ландшафтными (Каштанов, 1992; Щербаков, Швевс, 1992; Храмцов, 1996), ландшафтно-экологическими (Егоренков, 1995; Теплицын, 1995; Шальнев, Диденко, 1998), системно-экологическими (Годзевич, 1993, 1995, 1997, 1998).

Ландшафтное природопользование базируется на учении о системах природы и общества и образующихся в процессе их взаимодействия природно-антропогенных системах. В сельскохозяйственном природопользовании к таким системам относятся агроландшафты. А.Г. Исаченко (1980), отмечая, что назрела необходимость в научной теории оптимизации антропогенного воздействия на природу, выдвинул концепцию ландшафтного подхода к ее построению и ввел термин «оптимизация природной среды». Ландшафтный подход является ветвью общего системного подхода, в основе которого лежит идея целостности исследуемых объектов и единства их внутренней динамики (Преображенский и др., 1988; Демек, 1977).

Суть ландшафтного подхода состоит в системном анализе взаимодействия природной и антропогенной составляющих в современных ландшафтах и оценке результатов изменений и последствий в окружающей среде.

Ландшафтный подход позволяет рассматривать ТПСГ с позиций моно-

системной (компонентной) и полисистемной (пространственной) моделей.

До последнего времени в сельском хозяйстве преобладал покомпонентный подход, не учитывающий связей между компонентами. Такой подход predetermined конкурентный характер использования одного ресурса относительно других. Результатом явилось нарушение установившихся связей и, как следствие, разрушение компонентной структуры агроландшафта.

С позиций моносистемной модели агроландшафт рассматривается как система, состоящая из взаимосвязанных природных и антропогенных компонентов.

Полисистемная модель позволяет подходить к рассмотрению агроландшафта с позиций его пространственной структуры, состоящей из взаимосвязанных территориальных компонентов различного иерархического уровня. Территориальная модель представлена мелкими территориальными комплексами (местностями, урочищами, фациями) и набором типов землепользования со своей технологией ведения хозяйства. Морфологическое разнообразие зависит от вертикального расчленения и обилия мезоформ рельефа, что формирует территориально-ресурсный потенциал агроландшафта. Границы морфологических единиц обычно определяют границы той или иной сельскохозяйственной деятельности. Территориальная локализация такой деятельности отражается в законе функционального соответствия, когда каждому типу природных территориальных комплексов присущ определенный набор фактических, возможных и желательных видов использования и мелиорации. Из него вытекают два принципа: 1) функционального тождества (участки одного ландшафтного вида могут и должны использоваться одинаково); 2) функциональной однородности (использование одного ландшафтного вида должно быть одинаковым на всем протяжении) (Родоман, 1993). Первым шагом в этом направлении должна быть типизация ландшафтных таксонов.

С позиций ландшафтного подхода в сельскохозяйственной деятельности наиболее интересны местности и урочища. На их территории возможна реали-

зация той или иной специализации с учетом максимальной адаптивности к природным условиям. Принцип функционального тождества позволяет объединять местности и урочища с учетом их пространственных отношений в ландшафтно-территориальные структуры по принципу таксономических рядов.

Ландшафтному подходу присущи все черты системы:

1. целостность изучаемого объекта, обусловленная взаимоотношениями его элементов и связями со средой;
2. наличие иерархически соподчиненных систем, которые выступают как совокупность других систем и входят в системы более высокого ранга;
3. открытость систем, проявляющаяся в саморегулировании и в устойчивости к внешним воздействиям.

Целостность проявляется в устойчивости к внешним воздействиям, в наличии границ, упорядоченности структуры, большей тесноте внутренних связей в сравнении с внешними.

Одна из важных особенностей ландшафтного подхода - рассмотрение не только объекта изучения, но и его среды как иерархически сложно сформированного целого. Формирование систем земледелия, адаптированных в соответствии с природными факторами территории, должно происходить в соответствии со структурно-функциональной иерархией ландшафта. А.Н. Каштанов, А.П. Щербаков, И.Г. Швец делают вывод, что «тип ландшафта обуславливает специализацию сельского хозяйства, вид ландшафта - преобладающий вид сельскохозяйственных угодий и т.д.» (О концепции ..., 1992).

До недавнего времени эта проблема оставалась слабо разработанной и ограничивалась лишь выделением агропроизводственных групп почв (Фридланд, 1966). Их недостатком при формировании систем земледелия является ограниченная оценка и учет геоморфологических, литологических, гидрологических и микроклиматических условий.

Основой систем земледелия нового поколения является адаптивно-ландшафтное землеустройство. Концептуально-методические основы и нор-

мативная база для развития и проектирования новых систем земледелия на ландшафтной основе были разработаны в последние годы большой группой авторов из головных институтов Российской академии сельскохозяйственных наук и целого ряда сельскохозяйственных вузов России (Концепция..., 1992; Ландшафтное земледелие, 1993; Кирюшин, 1996, 2000; Методика..., 1996; Модели управления..., 1998; Проектирование..., 1999; Адаптивно-ландшафтная система..., 2001; Лопырев, Макаренко, 2001; Методическое пособие..., 2001).

Адаптивно-ландшафтное землеустройство предусматривает:

- агроэкологическую типизацию земель по ресурсам и лимитирующим факторам почвенного плодородия, тепла, влаги и потенциала развития деградационных процессов;
- функционально-целевую типизацию земель с оптимизацией соотношения угодий и структуры посевных площадей;
- формирование природоохранной инфраструктуры агроландшафта;
- уточнение специализации хозяйства и схемы размещения севооборотов по территории на базе комплексного анализа природно-хозяйственных ресурсов и эффективности их использования.

Важнейшими технологическими элементами адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются:

- адаптированное к местным условиям ландшафта и дифференцированное по территории хозяйства агроэкологическое регламентирование агротехногенных нагрузок на почвенный покров;
- адаптивный подбор культур, сортов и севооборотов, технологий возделывания культур с учетом агроэкологических особенностей
- рациональные с точки зрения экологии и экономики землепользования биологизации земледелия и гибкие агротехнологии;
- консервация и мелиорация деградированных земель, повышение устойчивости продуктивности проблемных агроландшафтов.



В формировании агроландшафтов Центрального Предкавказья выделяются семь периодов. На протяжении первых четырех периодов антропогенное воздействие на природу было связано со скотоводством и было незначительным. С началом интенсивной колонизации Предкавказья русским населением происходит смена скотоводства земледелием. С этого момента ведется активная распашка территории, достигшая своего максимума в 60-е годы XX столетия. Травопольная система земледелия была заменена зернопашной. Увеличение площадей пахотных земель происходило без учета природно-климатических условий территории, в связи с чем активизировались негативные процессы в агроландшафтах (эрозия, дефляция и т.д.).

В 70-х годах начались первые работы по научному обоснованию систем земледелия, под которыми понимаются интегральные территориальные геосистемы, состоящие из двух взаимодействующих подсистем – природной и антропогенной (сельскохозяйственной). Такое понимание агроландшафтов позволяет рассматривать их с позиций ландшафтного подхода: при формировании сельскохозяйственных ландшафтов должны учитываться их целостность, иерархичность и открытость.

На Ставрополье переход земледелия на адаптивно-ландшафтную основу закреплен постановлением Государственной Думы Ставропольского края «О порядке использования земельных ресурсов Ставропольского края на агроландшафтной основе» № 637-39 от 26.06.97г. (Схема использования..., 1997).

Сложность перевода земледелия Ставропольского края на агроландшафтную основу заключается в большом разнообразии и своеобразии почвенно-климатических и рельефных условий, различном уровне ведения сельскохозяйственного производства. Общим же для большинства агроландшафтов является аридность климата, морфологическая сложность ландшафтов, водная и ветровая эрозия почв и другие. Поэтому создание высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов должно быть максимально приближено к природным аналогам. Это единственный путь сохра-

нения плодородия почв, повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Переход к адаптивно-ландшафтному земледелию должен опираться на хорошее знание специфики местных природных ландшафтов, а потому требует создания обширной информационной базы, особенно значимую роль при сборе, хранении и анализе пространственной информации должны играть геоинформационные системы и ГИС-технологии.

### **1.3. Развитие и использование ГИС-технологий для анализа агроландшафтов**

В последние 40 лет происходит активное и постоянно ускоряющееся развитие информационных технологий и их внедрение во все сферы человеческой деятельности. Информатизация затронула и науки о земле.

В науках о земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы (ГИС), которые дали географии новый мощный инструмент анализа и применения пространственной географической информации (Берлянт, 1996).

Потребность в ГИС связана:

- с ростом в последнее время потребностей у общества в географической информации;
- с быстрым старением информации и необходимостью накопления новых данных;
- с мощным поступлением данных дистанционного зондирования поверхности Земли;
- с отсутствием хорошо отработанных форм и методов сбора, хранения и передачи географической информации;
- с тенденцией развития географических наук в перспективе не только за счет увеличения объема информации, но, прежде всего в зависимости от

роста «эффективности (с позиций каждой из групп потребителей) дифференциальной и универсальной информации» (Преображенский, 1972).

Первая ГИС была создана в начале 60-х годов в Канаде Отделением информационных систем регионального планирования по поручению федерального правительства. Его первоначальной задачей были классификация и нанесение земельных ресурсов Канады (Де Мерс, 1999).

В России проблема географических информационных систем в широком понимании этого термина начала разрабатываться лишь с начала 80-х годов, хотя в области развития отдельных компонентов ГИС (теория баз данных, автоматизация в картографии, обработка изображений, географическое моделирование) к тому времени имелись значительные достижения (Лурье, 1997). Так, В.Ф.Гракович (1978) показывает принципы построения банка географических данных для информационной системы прогноза снежных лавин.

В Москве был сформирован первый Российский научно-производственный центр геоинформации (Росгеоинформ). Одновременно развернуты региональные производственные центры еще в пяти городах страны: Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Иркутске и Хабаровске. При создании разветвленной ГИС-инфраструктуры к этим центрам привязываются местные и отраслевые ГИС разной проблемной ориентации, а также центры сбора и обработки аэрокосмической информации. К сети ГИС России присоединяются научные и научно-производственные базы и банки тематических данных, существующие в институтах Академии наук, вузах, отраслевых учреждениях и ведомствах. Россия включается в международные сети, благодаря которым идет формирование информационного гиперпространства, значительную часть которого составляет геоинформационное пространство (Берлянт, 1996).

А.М. Берлянтом было сформулировано определение геоинформатики и ГИС, состоящее из трех подходов (Берлянт, 1996):

1. **Научно-познавательный подход.** Геоинформатика - научная дисциплина, изучающая природные и социально-экономические геосистемы

(их структуру, связи, динамику, функционирование в пространстве-времени) посредством компьютерного моделирования на основе баз данных и географических знаний. ГИС - средство моделирования и познания геосистем.

**2. Технологический подход.** Геоинформатика - технология (ГИС-технология) сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной информации, имеющая цель обеспечить решение задач инвентаризации, оптимизации, управления геосистемами. ГИС - техническое средство накопления и анализа информации в процессе принятия решений.

**3. Производственный подход.** Геоинформатика - производство (геоинформационная индустрия) имеющее целью изготовление аппаратных средств и программных продуктов, включая создание баз и банков данных, систем управления, стандартных (коммерческих) ГИС разного целевого назначения и проблемной ориентации. Сюда же относится формирование ГИС-инфраструктуры и организация маркетинга. ГИС - программная оболочка, реализующая геоинформационные технологии.

Современная ГИС – это автоматизированная система, имеющая большое количество графических и тематических баз данных, соединенная с модельными и расчетными функциями для манипулирования ими и преобразования их в пространственную картографическую информацию для принятия на ее основе различных решений и осуществления контроля (Коновалова, Капралов, 1997).

В последние годы для анализа земельных ресурсов все более широко используются данные компьютерного моделирования и, в частности ГИС-технологии (Рожков, 1995; Burrough, 1988; Chidly, 1993; GIS..., 1997; Le Bas, Jamagne, 1996; Савин и др., 1998; Рамазанов, 1999). Так, И.Ю.Савин и Е.Г.Федорова (2000) предлагают в качестве основы анализа ресурсного потенциала ГИС региона исследования, содержащую строго структурированные сведения о фактическом состоянии земель, алгоритмы анализа пригодности

земель под основные типы землепользования, алгоритмы оценки деградиационных рисков, а также технологии оптимизации результатов оценки в виде серии вероятностных сценариев размещения угодий и посевов отдельных культур. Это на взгляд авторов позволяет пользователю отбирать для анализа именно тот набор культур и типов землепользования, который потенциально экономически выгоден в быстро меняющихся социально-экономических условиях и максимально соответствует рыночной конъюнктуре.

Для решения практических задач по анализу земельных ресурсов во многих странах мира проводятся работы по созданию качественно новых типов почвенных компьютерных баз данных (Le Bas, Jamagne, 1996). В России начало исследований в этом направлении было положено в 1990 г. во время работ лаборатории почвенной информатики Почвенного института им. В.В.Докучаева над созданием «Электронного Атласа СССР» (ГИС-модели ..., 1996). В результате исследований создана Геоинформационная система деградации почв России, в которой аккумулированы практически все доступные на время исследования сведения о специфике почвенного покрова страны на федеральном уровне обобщения с учетом его деградированности (Геоинформационная система ..., 1999).

Интегральная природно-экономическая оценка территории и определение рационального типа и вида аграрного природопользования с использованием ГИС-технологий была сделана в Алтайском крае (Красноярова, 1999). С помощью программных средств ARC/INFO и FOX PRO создана интегральная база данных, отражающая аграрно-природный потенциал административных сельских районов Алтайского края, сложившиеся системы расселения и территориальной организации аграрного природопользования.

Определенные работы в сфере геоинформатики и моделирования представлены Институтом проблем использования природных ресурсов и экологии республики Беларусь. Здесь развивается несколько в значительной мере автономных направлений: разработка региональной системы оценки воздействий на окружающую среду (РС ОВОС), создание эколого-географической

информационной системы (ЭГИС) «Природопользование», моделирование водных объектов и их водосборных бассейнов, моделирование атмосферных процессов в пограничном слое и др. (Сачок, Иконников, 1999).

Институт географии АН Молдовы разработал ГИС РМ (Республики Молдова). Она позволяет количественно оценить климатический и агроклиматический потенциалы территории республики, дать экспертную оценку размещению сельскохозяйственных культур, выявить эрозионно-опасные территории, определить склоновые земли, предрасположенные к оползням, а также антропогенную нагрузку на природную среду, изучить механизмы формирования геоэкологических ситуаций (Разработка и использование ..., 1999).

Принципиальные вопросы информационно-методического обеспечения земледелия и землепользования в России, алгоритмы и программы для областных и локальных информационно-справочных систем по оптимизации землепользования в условиях Центрального Черноземья, основные принципы организации и ведения агроэкологического мониторинга земель рассмотрены Всероссийским научно-исследовательским институтом земледелия и защиты почв от эрозии (Информационно-справочные системы..., 2002).

В Ставропольском крае АО СтавропольНИИгипрозем в последние несколько лет внедряется информационные технологии и в том числе геоинформационная система MapInfo в научно-исследовательскую работу, работы по проектированию земель, идет перевод в электронную форму крупномасштабных карт и схем использования земельных ресурсов на уровне края, административных районов и хозяйств. Однако до настоящего времени в крае не создан банк данных по агроландшафтам, на основе которого осуществляется их анализ, и не был проведен сам анализ агроландшафтов. Восполнить этот пробел и должна наша работа.

## ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

### 2.1. Программное обеспечение диссертационного исследования

**Обоснование выбора программного обеспечения.** Для перевода информации с твердых носителей (бумажных карт, таблиц тематической информации, аэрофото- и космоснимков) необходимо привлечение программных средств имеющих возможность работы с графическими и атрибутивными данными. Перечень таких программ весьма объемен и возможности различны; в чем-то программное средство может выигрывать, а в чем-то иметь недоработки. Немаловажную роль здесь играет и цена программного продукта. Так, использование ГИС профессионального уровня, имеющих огромные возможности для анализа информации, было бы оптимальным, но высокая цена зачастую делает неприемлемым их применение в такой дотационной и находящейся в кризисе отрасли, как сельское хозяйство. Поэтому для работы над диссертацией нами были выбраны в достаточной степени дешевые и довольно широко применяемые программные продукты, такие как ГИС настольного уровня MapInfo, Adobe Photoshop и 3D Field, позволяющие в необходимой нам степени охватить процесс обработки информации, ее анализ и визуализацию.

**ГИС настольного уровня MapInfo.** Пакет MapInfo (США, Mapping Information System Corporation) занимает одну из ведущих позиций среди геоинформационных систем для персональных компьютеров. Выбор данной программы объясняется оптимальным соотношением цены и качества, а также в том, что MapInfo отлично зарекомендовал себя практически на всех информационных сегментах рынков различных отраслей, где применимо планирование на основе цифровых технологий.

Несмотря на небольшой объем и малые потребляемые ресурсы программа обладает широкими возможностями, позволяющими на ее основе создавать как картографические произведения, так и геоинформационные

системы. В ее состав входит специализированный язык программирования MapBasic, поставляемый в качестве расширения базовой системы.

В MapInfo можно совмещать растровую графику с векторной, что значительно облегчает создание и восприятие данных. Векторную графику можно конвертировать из AutoCad, ArcInfo, переносить через системный буфер Windows (Clipboard), а также создавать на месте, пользуясь собственным графическим редактором. Возможно использование практически всех распространенных растровых форматов.

Система представляет широкие возможности для управления базами данных, созданными как в самой программе, так и в других программах, работающих под управлением Windows. Эти возможности включают в себя сортировку, выборку, объединение объектов и т.д. В MapInfo сильно развита система запросов. Запросы бывают двух типов: простые и сложные. Первые включают в себя сортировку, выборку, объединение объектов, различные математические действия с частями базы данных, то есть имеют вид QBE – query by example – запрос по образцу. В простых запросах указываются части базы данных, над которыми необходимо произвести действия, и простые действия, которые следует произвести. Формирование сложных запросов происходит с использованием структурного языка запросов SQL (structured query language). Есть также третий специальный (статистический) тип запросов с расчетом максимальных, минимальных, средних значений, сумм, средних отклонений и т.д.

В системе поддерживается также множество проекций, которые можно использовать при создании карт. Так как проекции описаны в простом текстовом формате, имеется возможность создавать собственные проекции. В MapInfo предусмотрена возможность создания собственного эллипсоида и создания собственного типа линий.

Процедура редактирования очень удобна, так как при ручном редактировании можно использовать функцию *Snap*, которая позволяет точно привязывать координаты узлов одного объекта к другому. Есть встроенная функ-



ция сглаживания линейных и полигональных объектов с помощью кубических сплайнов. Есть возможность преобразования полигонов в полилинии и наоборот. Широко представлены возможности интерактивного нанесения объектов (точки, линии, полигоны, эллипсы, прямоугольники и др.). MapInfo дает богатые возможности зарамочного оформления карты.

Существует возможность создания тематических карт с использованием пяти способов изображений: качественный фон, картограммы, точечный способ, картодиаграммы и локализованные картодиаграммы. Карты создаются в автоматическом режиме по атрибутивным данным для полигональных или точечных объектов. Возможно совмещение нескольких способов. Удачно спроектированный интерфейс содержит команды и операции, представляющие в понятной и естественной форме концепцию геоинформатики. Преобразование координат, проекции и другие географические подробности удалены с переднего плана интерфейса, но легко доступны. Работая в графических средах, MapInfo широко использует их в оформительский арсенал. При работе можно пользоваться арсеналом деловой графики, вращать текстовые объекты и располагать их параллельно линиям, создавать тематические карты и выделять на них объекты по сложному критерию, а также совмещать все эти карты, графики, списки и украшающие элементы.

**Программа для работы с растровой графикой Adobe Photoshop.** Графический редактор Adobe Photoshop – профессиональная программа для редактирования растровых изображений. На сегодняшний день Photoshop фактически выполняет функции эталона, используемого для оценки качества и функциональных возможностей, родственных с ним программ. Программа обладает весьма развитым арсеналом инструментов для обработки растровых изображений и отличающимися ее развитыми средствами для цветокоррекции сканированных изображений. В программе удобно производить устранение графических недостатков, точные повороты изображений, сшивку растров. Поддержка подавляющего большинства растровых форматов позволяет выполнять конвертацию из одного формата файла в другой.

**Программа для построения поверхностей 3D Field.** Данная программа служит для построения статистических поверхностей, изолиний и визуализации полученных результатов. При создании поверхностей используются наиболее распространенные методы интерполяции: система линейных уравнений, обратных взвешенных расстояний и кригинг. Визуализация полученных результатов может происходить как в 2-х так и в 3-х мерном виде с помощью простых и цветных изолиний, цветных ячеек, значений в виде кругов, полигонов Вороного и сети треугольников. Возможность сохранения результатов в растровых форматах jpeg, bmp, gif и других позволяет их в дальнейшем от-векторизовать в MapInfo и получить карты в векторном формате.

## **2.2. Методика создания цифровых картографических основ**

Под цифровой картой обычно понимают цифровую запись в памяти ЭВМ картографической информации. Цифровая карта – это цифровая модель на соответствующей математической основе в выбранной проекции и номенклатурной разграфке, принятых для карт определенного назначения и тематического содержания, удовлетворяющая требованиям по содержанию, точности и надежности. Цифровая карта содержит дискретную, целенаправленно генерализованную цифровую запись содержания листа топографической карты (Новаковский, Прасолова, Прасолов, 2000).

Цифровая карта состоит из двух частей, которые различаются особенностями ввода, хранения, обработки и т.д.:

1. цифровой картографической основы (ЦКО);
2. тематического содержания.

Создание цифровой картографической основы является первым этапом составления любого картографического произведения (Новаковский, Прасолова, Прасолов, 2000). Для составления ЦКО мы провели отбор информации с топографических карт масштабов – 1:500000 (для создания ЦКО на уровне края) и 1:100000 (для создания ЦКО на уровне административного района),

ландшафтной карты Ставропольского края масштаба 1:1500000 (Атлас земель..., 2000) и карты размещения метеостанций на территории Ставропольского края масштаба 1 : 1500000.

Содержание цифровой картографической основы, составленной по топографическим картам следующее:

- границы края (района);
- границы административных районов (на уровне края);
- населенные пункты;
- гидрография и гидротехнические сооружения;
- дорожная сеть;
- леса, сады, виноградники;
- лесополосы;
- *границы землепользователей на 1978 г. (базовый слой для внесения тематического содержания).*

Цифровая картографическая основа, составленная по ландшафтной карте, включает:

- *природные ландшафты* (базовый слой для внесения тематического содержания);
- местности и сложные урочища.

Цифровая картографическая основа, составленная по карте размещения метеостанций, включает:

- *метеостанции* (базовый слой для внесения тематического содержания);
- границы края;
- границы административных районов.

Этапами создания цифровой картографической основы явились:

- отбор и изучение картографических источников, приведение их к виду, пригодному для сканирования;
- Сканирование, которое производилось с разрешением 300 dpi, размер ячейки растра 0,083 мм, что соответствует 42 м на местности, а это меньше предельно допустимой ошибки в 0,1 мм – 50 м;

- редактирование и сшивка частей растров в Adobe Photoshop;
- векторизация информации по растровой подложке в MapInfo;
- редактирование отвекторизованной информации;
- контроль полученной цифровой карты.

### 2.3. Построение электронного банка данных

**Понятийно-терминологический аппарат.** Быстроту получения информации, ее актуальность в настоящее время может гарантировать только автоматизированная система. Первыми попытками применения автоматизации в географии стали банки географической информации, первые разработки которых относятся к концу 60-х и особенно к 70-м годам XX века. Так, В.Ф.Гракович (1978) показывает принципы построения банка географических данных для информационной системы прогноза снежных лавин, а Г.Айхорн (1979) предлагает создание многоцелевой автоматизированной ГИС, в которой накапливается информация по вопросам рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды, в связи с прогнозами роста численности населения земного шара. С течением времени накапливался опыт сбора, хранения и управления данными, нарабатывались библиотеки программ, решающих стандартные задачи. Современная ГИС – это автоматизированная система, имеющая большое количество графических и тематических (атрибутивных) баз данных, соединенная с модельными и расчетными функциями для манипулирования ими и преобразования их в пространственную картографическую информацию для принятия на ее основе различных решений и осуществления контроля (Коновалова, Капралов, 1997).

Нами использованы определения терминов из «Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / под ред. А.М. Берлянта и А.В. Капралова» (1999).

**Банк данных** – информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных. Содержит совокупность баз данных, СУБД и комплекс прикладных программ.

**База данных (БД)** – совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирование данными. Хранение данных в БД обеспечивает централизованное управление, соблюдение стандартов, безопасность и целостность данных, сокращает избыточность и устраняет противоречивость данных. БД не зависит от прикладных программ. Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД). БД ГИС содержат наборы данных о пространственных объектах, образуя **пространственные БД**.

**Атрибут** – свойство, качественный или количественный признак, характеризующий пространственный объект (но не связанный с его местоуказанием) и ассоциированный с его уникальным номером, или идентификатором; наборы значений атрибутов обычно представляются в форме таблиц средствами реляционных СУБД; **классу атрибутов** при этом соответствует имя **колонки**, или **столбца**, или **поля** таблицы. Для упорядочения, хранения и манипулирования **атрибутивными данными** используются средства систем управления базами данных, как правило, реляционного типа.

**Содержание электронного банка данных (на уровне края)**. Электронный банк данных включает в себя следующие атрибутивные базы данных базовых слоев цифровой карты (Каторгин, 2003):

- характеристика землепользователей (слой «землепользователи»);
- агроклиматические ресурсы и потенциалы (слой «метеостанции»);
- характеристика агроландшафтов (слой «природные ландшафты»).

База данных «Характеристика землепользователей» содержит информацию о 286 сельскохозяйственных предприятиях, входящих в так называемые ядра ландшафтов, составленных из хозяйств, большая часть которых находится в пределах определенного ландшафта. В качестве атрибутов по структуре

землепользования были выбраны данные за 1984 и 1986 гг., так как это время относится к периоду наиболее интенсивного развития сельского хозяйства (Экономическая эффективность ..., 1984; Экспликация земель ..., 1986). По агрохимической характеристике почв пашни использованы данные за 1986, 1988 и 2003, для выявления изменения обеспеченности почв элементами питания за период с 1986, 1988 гг. по 2003г (Агрохимическая характеристика..., 1988; Группировки почв..., 2003). Данные по развитию деградиционных процессов выбраны из технических отчетов по материалам почвенного обследования хозяйств края (Технические отчеты..., 1975-2002) Данные по почвенной бонитировке на 2002 г. предоставлены ФГУП СтавропольНИИгипрозем.

Структуру таблицы составляют следующие колонки:

1. номер ландшафта;
2. административный район;
3. индекс хозяйства;
4. название хозяйства до реформирования;
5. название хозяйства после реформирования;
6. площадь сельхозугодий (га) на 1984 г.;
7. площадь пашни (га) на 1984 г.;
8. площадь сенокосов (га) на 1984 г.;
9. площадь пастбищ (га) на 1984 г.;
10. площадь орошаемых земель (га) на 1984 г.;
11. площадь посевов (га) на 1984 г.;
12. поголовье коров на 1984 г.;
13. поголовье крупного рогатого скота на 1984 г.;
14. поголовье лошадей на 1984 г.;
15. поголовье молодняка лошадей на 1984 г.;
16. поголовье овец на 1984 г.;
17. общая площадь земель (га) на 1986 г.;
18. площадь пашни (га) на 1986 г.;
19. площадь сенокосов (га) на 1986 г.;

20. площадь пастбищ (га) на 1986 г.;
21. площадь орошаемых земель (га) на 1986 г.;
22. площадь залежей (га) на 1986 г.;
23. площадь многолетних насаждений (га) на 1986 г.;
24. общая площадь сельхозугодий (га) на 1986 г.;
25. площадь приусадебных земель (га) на 1986 г.;
26. площадь земель находящихся в стадии мелиоративного строительства (га) на 1986 г.;
27. площадь лесов (га) на 1986 г.;
28. площадь земель находящихся под водохранилищами и прудами (га) на 1986 г.;
29. площадь прочих земель (га) на 1986 г.;
30. содержание гумуса в пашне (%) на 1.01.1988 г.;
31. площадь обследованной пашни на содержание гумуса на 1.01.1988 г.;
32. содержание гумуса в пашне (%) на 1.01.2003 г.;
33. площадь обследованной пашни на содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия (га) на 1.01.2003 г.;
34. содержание подвижного фосфора в пашне (мг/кг почвы) на 1.01.1986 г.;
35. содержание обменного калия в пашне (мг/кг почвы) на 1.01.1986 г.;
36. площадь обследованной пашни на содержание подвижного фосфора и обменного калия (га) на 1.01.1986 г.;
37. содержание подвижного фосфора в пашне (мг/кг почвы) на 1.01.2003 г.;
38. содержание обменного калия в пашне (мг/кг почвы) на 1.01.2003 г.;
39. уровень рН пашни на 1.01.2003 г.;
40. площадь обследованной пашни на выявление уровня рН (га) на 1.01.2003 г.;
41. площадь пашни I агроэкологической группы (га);
42. площадь пашни II агроэкологической группы (га);
43. площадь пашни III агроэкологической группы (га);
44. площадь пашни IV агроэкологической группы (га);

45. площадь пашни V агроэкологической группы (га);
46. площадь пашни VI агроэкологической группы (га);
47. площадь сельхозугодий обследованных на деградацию (га);
48. площадь пашни обследованной на деградацию (га);
49. площадь засоленных сельхозугодий (га);
50. площадь засоленной пашни (га);
51. площадь сельхозугодий засоленных в слабой степени (га);
52. площадь пашни засоленной в слабой степени (га);
53. площадь сельхозугодий засоленных в средней степени (га);
54. площадь пашни засоленной в средней степени (га);
55. площадь сельхозугодий засоленных в сильной степени (га);
56. площадь пашни засоленной в сильной степени (га);
57. площадь солончаков в сельхозугодиях (га);
58. площадь пашни на солончаках (га);
59. площадь солонцовых комплексов в сельхозугодиях (га);
60. площадь пашни на солонцовых комплексах (га);
61. площадь переувлажненных сельхозугодий (га);
62. площадь переувлажненной пашни (га);
63. площадь заболоченных сельхозугодий (га);
64. площадь пашни заболоченной пашни (га);
65. площадь сельхозугодий заболоченных в слабой степени (га);
66. площадь пашни заболоченной в слабой степени (га);
67. площадь сельхозугодий заболоченных в средней степени (га);
68. площадь пашни заболоченной в средней степени (га);
69. площадь сельхозугодий заболоченных в сильной степени (га);
70. площадь пашни заболоченной в сильной степени (га);
71. площадь каменистых сельхозугодий (га);
72. площадь каменистой пашни (га);
73. площадь сельхозугодий каменистых в слабой степени (га);
74. площадь пашни каменистой в слабой степени (га);



75. площадь сельхозугодий каменистых в средней степени (га);
76. площадь пашни каменистой в средней степени (га);
77. площадь сельхозугодий каменистых в сильной степени (га);
78. площадь пашни каменистой в сильной степени (га);
79. площадь сельхозугодий каменистых в очень сильной степени (га);
80. площадь пашни каменистой в очень сильной степени (га);
81. площадь дефляционно-опасных сельхозугодий (га);
82. площадь дефляционно-опасной пашни (га);
83. площадь сельхозугодий дефляционно-опасных в слабой степени (га);
84. площадь пашни дефляционно-опасной в слабой степени (га);
85. площадь сельхозугодий дефляционно-опасных в средней степени (га);
86. площадь пашни дефляционно-опасной в средней степени (га);
87. площадь сельхозугодий дефляционно-опасных в сильной степени (га);
88. площадь пашни дефляционно-опасной в сильной степени (га);
89. площадь сельхозугодий эродлируемых ветром (га);
90. площадь пашни эродлируемой ветром (га);
91. площадь сельхозугодий эродлируемых ветром в слабой степени (га);
92. площадь пашни эродлируемой ветром в слабой степени (га);
93. площадь сельхозугодий эродлируемых ветром в средней степени (га);
94. площадь пашни эродлируемой ветром в средней степени (га);
95. площадь сельхозугодий эродлируемых ветром в сильной степени (га);
96. площадь пашни эродлируемой ветром в сильной степени (га);
97. площадь сельхозугодий подверженных совместной водной и ветровой эрозии (га);
98. площадь пашни подверженной совместной водной и ветровой эрозии;
99. площадь сельхозугодий подверженных совместной водной и ветровой эрозии в слабой степени (га);
100. площадь пашни подверженной совместной водной и ветровой эрозии в слабой степени (га);

101. площадь сельхозугодий подверженных совместной водной и ветровой эрозии в средней степени (га);
102. площадь пашни подверженной совместной водной и ветровой эрозии в средней степени (га);
103. площадь сельхозугодий подверженных совместной водной и ветровой эрозии в сильной степени (га);
104. площадь пашни подверженной совместной водной и ветровой эрозии в сильной степени (га);
105. площадь эрозионно-опасных сельхозугодий (не смытых) (га);
106. площадь эрозионно-опасной пашни (не смытой) (га);
107. площадь сельхозугодий подверженных водной эрозии (га);
108. площадь пашни подверженной водной эрозии (га);
109. площадь сельхозугодий подверженных эрозии в слабой степени (га);
110. площадь пашни подверженной водной эрозии в слабой степени (га);
111. площадь сельхозугодий подверженных водной эрозии в средней степени (га);
112. площадь пашни подверженной водной эрозии в средней степени (га);
113. площадь сельхозугодий подверженных водной эрозии в сильной степени (га);
114. площадь пашни подверженной водной эрозии в сильной степени (га);
115. балл почвенного бонитета сельскохозяйственных угодий (на 2002 г.);
116. балл почвенного бонитета пашни (на 2002 г.);
117. балл почвенного бонитета пастбищ (на 2002 г.).

База данных «Агроклиматические ресурсы и потенциалы» содержит данные по 32 метеостанциям края (Агроклиматические ресурсы Ставропольского края, 1971). Структуру таблицы составляют колонки:

1. название метеостанции;
2. годовая сумма осадков (мм);
3. сумма осадков вегетационного периода (мм);
4. весенние запасы продуктивной влаги в метровой толще (мм);

5. сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации ( $^{\circ}\text{C}$ );
6. сумма температур выше  $5^{\circ}\text{C}$ ;
7. сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ ;
8. сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха (гПа);
9. сумма осадков за июль-август (мм);
10. сумма осадков за сентябрь-октябрь (мм);
11. сумма осадков за ноябрь-март (мм);
12. сумма осадков за апрель-июнь (мм);
13. сумма отрицательных температур за зиму ( $^{\circ}\text{C}$ );
14. сумма активных температур за апрель-май ( $^{\circ}\text{C}$ );
15. сумма активных температур за июнь ( $^{\circ}\text{C}$ );

База данных «Характеристика агроландшафтов» содержит данные о 24 ландшафтах края. Структуру таблицы составляют следующие колонки:

1. номер ландшафта;
2. название ландшафта;
3. агроклиматическая зона (в которую входит ландшафт или его большая часть);

В нее также были импортированы таблицы, полученные путем вычислений из баз данных «характеристика землепользователей» и «агроклиматические ресурсы и потенциалы», анализируемые в четвертой главе.

**Содержание электронного банка данных (на уровне района).** При анализе агроландшафтных зон на уровне административного района мы пользовались базой данных «Характеристика землепользователей». В результате запроса по образцу в поле «Административный район» выбирался Изобильненский район, и в дальнейшем необходимые вычисления проводились в результирующей таблице.

Для оценки экологической опасности использования земель была создана электронная карта Изобильненского района масштаба 1:100000, содержащая следующие слои:

1. рельеф;
2. гидросеть (включая балочное расчленение);
3. сельские населенные пункты (содержит поля реляционной таблицы: название и численность населения);
4. агроландшафтные зоны;
5. экологически опасные объекты;
6. загрязнение почв химическими элементами.

**Работа с атрибутивной базой данных в среде Mapinfo.** Основным объемом информации, используемый в нашем исследовании, хранился, обрабатывался и анализировался в ГИС MapInfo, так как данный продукт представляет достаточно широкие возможности для работы с базами данных, созданных как в самой программе, так и в таких программных продуктах как Microsoft Excel, Microsoft Access и других. Развитая система запросов позволяет делать три типа запросов (MapInfo, 2000):

1. выборку;
2. SQL-запросы;
3. статистический.

Предусмотрена возможность сохранения шаблона запросов.

Первый тип – выборка позволяет создать (подмножество записей) на основании информации из некоторой таблицы MapInfo. С ее помощью возможна выборка записей и сопоставленных им графических объектов по значениям их атрибутов. Таким образом, можно выделять в окне Карты или Списка объекты, удовлетворяющие некоторому критерию. Результаты запросов сохраняются в окнах Списков, Карт и Графиков. Чтобы выполнить поиск по запросу необходимо задать логическое выражение. Составление выражения производится в MapInfo двумя способами – напрямую (при задании простых

выражений) и построение выражения с помощью диалога «Выражение» (при задании сложных выражений).

Второй тип – SQL-запросы сложнее по структуре, чем выборка с помощью обычных запросов. Команда SQL-запрос позволяет решать следующие задачи в MapInfo:

- создавать вычисляемые колонки – колонки, значения в которых вычисляются на основании данных в уже существующих столбцах таблицы;
- обобщить данные таким образом, чтобы вместо сумм просматривать суммарные данные по таблице;
- скомбинировать несколько таблиц в одну новую таблицу;
- показ только интересующих колонок и строк.

Третий тип запросов производится с помощью статистического окна, в котором показываются общая сумма и средняя величина для всех числовых полей, выбранных в данный момент объектов/записей. Также показывается число выбранных записей. При изменении выборки статистические данные автоматически пересчитываются.

## **2.4. Методика построения тематических карт**

Тематическая картография является мощным средством анализа и наглядного представления данных. Она сопоставляет атрибутивным данным графические образы на карте, что позволяет легко уловить те тенденции и взаимозависимости данных, которые порой очень трудно обнаружить с помощью табличного представления. Тематические карты строились нами в двух системах: MapInfo и 3D Field. Тематическими картами мы называем карты, объекты на которых выделены графическими средствами в зависимости от сопоставленных им значений.

В MapInfo тематические карты создаются путем присвоения графическим объектам на карте цветов, штриховок и размеров символов, согласно

значению соответствующему им в таблице. Столбчатые и круговые диаграммы позволяют сравнивать несколько видов данных одновременно.

В нашей работе использовались тематические карты, построенные методом диапазонов значений, применение которого позволяет группировать записи с близкими значениями тематической переменной и присваивать созданным группам единые цвета, или штриховки.

Построение тематических карт по расчету средневзвешенных значений интерполированных показателей для ландшафтов происходило в несколько этапов:

1. вычисление значений показателей с помощью SQL-запросов;
2. растеризация векторной карты метеостанций с подписанными значениями по какому-либо из атрибутов в MapInfo;
3. построение интерполированной поверхности методом кригинга в 3D Field и экспорт цифровых моделей в растровый формат;

Использование метода кригинга в нашей работе объясняется рядом преимуществ, которые он имеет перед другими методами интерполяции, так как он оптимизирует процедуру интерполяции на основе статистической природы поверхности (Oliver and Oliver, 1990). Кригинг использует идею регионализованной переменной, которая изменяется от места к месту с некоторой видимой непрерывностью, но не может моделироваться только одним математическим уравнением. Кригинг обрабатывает эти поверхности, считая их образованными из трех независимых величин.

- Дрейф или структура поверхности. Дрейф оценивается с использованием математического уравнения, которое наиболее близко представляет общее изменение поверхности, во многом подобно поверхности тренда.
- Случайных отклонений от общей тенденции связанных друг с другом пространственно.
- Случайный шум, который не связан с общей тенденцией и не имеет пространственной автокорреляции (Де Мерс, 1999).

- 4. регистрация растрового изображения, векторизация и построение тематических карт методом диапазонов в MapInfo.
- 5. использование технологии оверлея между слоями «природные ландшафты» и слоем с отвекторизованными интерполированными показателями, а также применение SQL-запросов по формуле
- 

$$\text{Sum}(\text{показатель} * \text{area}(\text{«obj,sq km»}))$$

где *показатель* – атрибут, по которому находят суммарное значение;  
area(«obj,sq km») – автоматически вычисляемая площадь полигонов с одинаковыми показателями.

- 
- 
- 

позволило рассчитать суммарные значения, которые были добавлены в атрибутивную базу данных и поделены на площадь ландшафтов. Так были вычислены средневзвешенные значения величин биоклиматического потенциала, коэффициента роста, индексированные показатели для оценки условий возделывания культур по ландшафтам края и другие средневзвешенные параметры агроландшафтов, а в дальнейшем методом «диапазонов значений» построены тематические карты.

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

## ГЛАВА 3. КОНЦЕПЦИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

### 3.1. Методология перехода к адаптивно-ландшафтному земледелию в Ставропольском крае на разных уровнях административного и ландшафтного районирования

В связи с ориентацией традиционного землеустройства на плановые задания по производству растениеводческой и животноводческой продукции, плановой урожайности и количеству поголовья скота площадь пашни не подлежала сокращению. Напротив, она должна была увеличиваться и быть достаточной для производства планируемого объема продукции различных культур и созданию кормовой базы для планируемого поголовья скота. Основой для землеустройства был покомпонентный учет природных условий и природных ресурсов (Методические подходы к ..., 2002).

Ориентация сельского хозяйства края на широкую интенсификацию сельскохозяйственного производства вызвала негативные процессы, нашедшие отражение в широком развитии водной и ветровой эрозии, загрязнении вод и почв агрохимикатами и тяжелыми металлами, аридизации и деградации земельных массивов. Индикатором нерационального землепользования сельскохозяйственной отрасли явилось состояние земельного фонда края.

В качестве альтернативы традиционному земледелию возникла парадигма адаптивно-ландшафтного (ландшафтно-экологического) земледелия. Она была принята земледелием края как стратегическая задача, что было закреплено постановлением Государственной Думы Ставропольского края № 637-39 от 26.06.1997 г. (Государственная Дума ..., 1997).

Парадигма адаптивно-ландшафтного земледелия базируется на принципиально новых теоретических положениях, отражающих закономерности функционирования агроландшафтов, как единства природных и социально-хозяйственных компонентов.



Основным принципами, разработанной в Ставропольском научно-исследовательском институте сельского хозяйства концепции развития адаптивно-ландшафтного земледелия в современных условиях хозяйствования в Ставропольском крае (Петрова, Желнакова, 1999), принято признание первичности природных ландшафтов, рассмотрение в их таксономических единицах антропогенных воздействий и выбор этих единиц как «адресов» разрабатываемых адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Концепция предусматривает адаптацию систем земледелия к дифференциации природных условий, к разным уровням экономической и технической обеспеченности хозяйств, разному соотношению растениеводческой и животноводческой отраслей в них. В основу концепции положен принцип рационального природопользования. Ландшафтный подход рассматривается как ветвь общего системного подхода.

Отсюда комплексность и системность изучения как всех уровней ландшафтного устройства территории края (от ландшафтных провинций до фаций) и разрабатываемых адаптивно-ландшафтных подходов в агродеятельности всех административных уровней – от края до фермерского хозяйства, так и степень приближения к решению поставленных задач.

Согласно концепции при рассмотрении агродеятельности на всех уровнях принимается:

- широкое использование принципа построения естественных экосистем: максимум разнообразия и экологическая адресность;
- одинаковая важность оценок как продукционных, так и средообразующих, энергетических, экологических;
- приоритет факторов биологизации (использование «даровых» сил природы);
- повышение плодородия и биогенности почв стратегической задачей адаптивно-ландшафтного земледелия (Петрова, Желнакова, 1999).

В зависимости от размерности административно-хозяйственных единиц и поставленных целей адаптации того или иного звена хозяйственной дея-

тельности (вида специализации, структуры угодий и посевных площадей, зональных систем земледелия, севооборотов, технологий, систем удобрений и пр.) объектом анализа и дифференциации использования могут выступать природно-территориальные комплексы различных рангов.

При разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия объектом особого внимания являются природно-территориальные комплексы (ПТК) ранга ландшафта и его морфологических частей: местностей, урочищ, подурочищ, фаций (рис. 2).

Необходимым условием широкого внедрения и успешного использования систем земледелия на ландшафтной основе становится внедрения информационных технологий для поддержки принятия решений при проектировании, корректировке и реализации систем земледелия.

Развитие адаптивных систем земледелия на ландшафтной основе подразумевает функционально-целевой анализ больших массивов разноплановой информации. Существенную помощь здесь могут оказать геоинформационные системы (ГИС), обеспечивающие систематизацию, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных. ГИС выступают как мощные системы анализа и моделирования процессов и явлений, обработки статистической информации, что позволяет существенно сократить сроки обработки и анализа информации.

Переход к адаптивно-ландшафтному земледелию должен опираться на хорошее знание специфики местных ландшафтов, поэтому требуется создание хорошей информационной базы. По нашему мнению ГИС должны включать в себя как показатели, так и целевые блоки оценки различных потенциалов и рисков сельскохозяйственной деятельности в ландшафтах края с целью принятия решений в последовательности: анализ – диагноз – прогноз – планирование.



Рис. 2. Методология адаптивно-ландшафтного земледелия на основе ландшафтных таксономических уровней (Петрова, Желнакова, 1999).

### 3.2. Ретроспективные ландшафты Ставропольского края и их структурные единицы

Вопросы изучения ландшафтов края рассматривались чаще всего при составлении схем физико-географического районирования и карт Северного Кавказа (Гвоздецкий, 1960; Чупахин, 1974; Беручашвили, 1979, 1980). Ландшафты Ставропольской возвышенности и ее отдельных частей изучались В.А.Шальневым, М.Д.Черноваловым, П.А.Диденко, А.В.Лысенко, А.В.Скрипчинским и другими авторами (Черновалов, 1963; Шальнев, 1965, 1965, 1974; Тертышников, Шальнев, 1990; Шальнев, Василенко, 1991;

Скрипчинский, 1999). В последнее десятилетие В.А.Шальневым и группой авторов проведено целостное описание ретроспективных и современных ландшафтов края, начатое составлением ландшафтной карты в масштабе 1:500000 в 1992 году и продолженное в учебном пособии и монографиях (Шальнев 1995; Современные ландшафты..., 2002). При выделении ландшафтов учитывались следующие принципы (Шальнев, 2002):

- *генетический*, отражающий историю формирования природных ландшафтов и его морфологических единиц;
- *азональных и зонально-провинциальных особенностей*, учитывающий ведущие закономерности территориальной дифференциации географической оболочки;
- *бассейновый*, определяющий выделение ландшафтов в пределах отдельных речных бассейнов и их частей, либо в пределах межбассейновых водоразделов;
- *эволюционных изменений ландшафтов под влиянием факторов и процессов культурогенеза*, которые связаны с количественными и качественными изменениями как в компонентной (замена природных видов биоты на виды агрофитоценозов, увеличение видового разнообразия лесной растительности за счет лесополос, изменениями типа влагооборота в связи с обводнением и орошением территории края и др.), так и морфологической (поселки и технические сооружения, лесополосы, аквальные комплексы – пруды и водохранилища и др.) структур. Этот принцип отражает также историю заселения и освоения природных ресурсов;
- *геоэкологических аномалий*, связанных с возникновением внутриландшафтных геополей антропогенного происхождения, которые изменяют динамику процессов как в компонентной и морфологической, так и биоценотической подсистемах, ускоряя эволюционные изменения ландшафтов края.

Ландшафтные провинции и ландшафты Ставропольского края показаны на рис. 3.

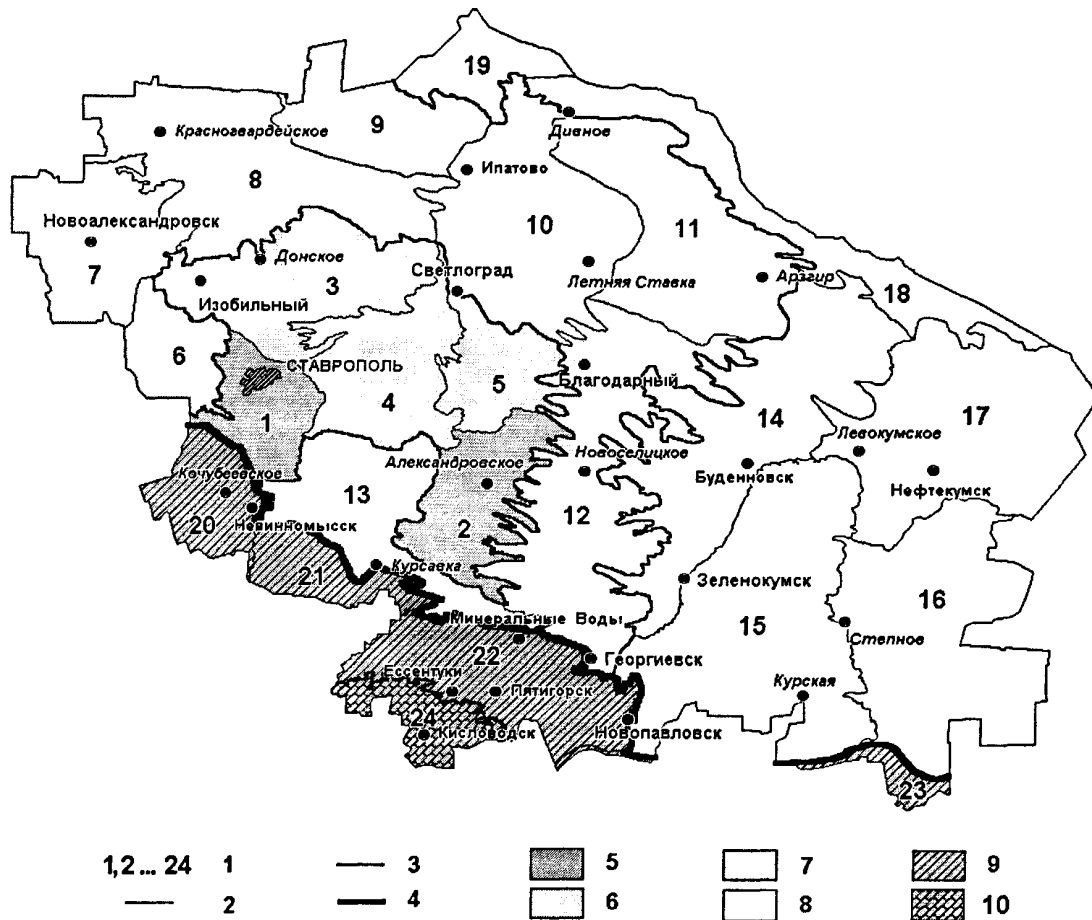


Рис. 3. Ландшафты Ставропольского края (Атлас ..., 2000).

1 – номера ландшафтов; 2 – границы ландшафтов; 3 – границы ландшафтных провинций; 4 – границы физико-географических стран. Ландшафтные провинции: 5 – лесостепная провинция, ландшафты типичных лесостепей; 6 – лесостепная провинция, ландшафты байрачных лесостепей; 7 – степных ландшафтов; 8 – полупустынных ландшафтов; 9 – предгорных степных и лесостепных ландшафтов; 10 – среднегорных ландшафтов лесостепей и остепненных лугов.

Согласно ландшафтному районированию, проведенному В.А.Шальневым, на территории Ставропольского края выделяются следующие ландшафты (по номерам представленным на рис. 3)

1. Верхнегорлыкский водораздельный ландшафт типичных лесостепей, структурно-денудационных плато и речных долин;

2. Прикалаусско-Саблинский водораздельный ландшафт типичных и байрачных лесостепей, структурно-денудационных плато и речных долин;
3. Ташлянский ландшафт байрачных лесостепей, структурно-денудационных плато и речных долин;
4. Грачевско-Калаусский ландшафт байрачных лесостепей, высоких эрозионно-денудационных равнин, останцовых плато и речных долин;
5. Прикалаусско-Буйволинский ландшафт байрачных лесостепей, структурно-денудационных плато и речных долин;
6. Егорлыкско-Сенгилеевский ландшафт злаковых степей, эрозионно-денудационных высоких равнин и депрессий обращенных форм рельефа и останцовых плато;
7. Расшеватско-Егорлыкский ландшафт злаково-разнотравных степей, эрозионно-аккумулятивных равнин с долинным расчленением;
8. Среднегорлыкский ландшафт злаково-разнотравных степей, эрозионно-аккумулятивных равнин с долинно-балочным расчленением;
9. Бурукшунский ландшафт злаковых степей, эрозионно-аккумулятивных и аллювиально-озерных равнин;
10. Нижнекалаусский ландшафт злаковых степей, структурно-денудационных и эрозионно-аккумулятивных равнин;
11. Айгурский ландшафт злаковых и полынно-злаковых степей, эрозионно-аккумулятивных равнин с долинно-балочным расчленением;
12. Карамык-Томузловский ландшафт злаковых степей эрозионно-аккумулятивных равнин с долинно-балочным расчленением;
13. Кубано-Янкульско-Суркульский ландшафт злаковых и злаково-полынных степей, высоких эрозионно-денудационных равнин и речных долин депрессий обращенных форм рельефа;
14. Левокумский ландшафт полынно-злаковых степей и аллювиальных аккумулятивных четвертичных равнин;
15. Правокумско-Терский ландшафт злаковых степей и аллювиальных аккумулятивных четвертичных равнин;

16. Курско-Терский ландшафт полынно-злаковых степей и злаково-полынных полупустынь и аллювиальных морских (дельтовых) аккумулятивных верхнечетвертичных низменностей;

17. Нижнекумско-Прикаспийский ландшафт злаково-полынных полупустынь и полынных пустынь и молодых морских аккумулятивных равнин;

18. Чограйско-Прикаспийский ландшафт злаково-полынных пустынь и аккумулятивно-морских равнин и террас;

19. Западно-Манычский ландшафт злаково-полынных полупустынь, террас и аллювиально-озерных равнин;

20. Прикубанский ландшафт злаково-разнотравных и луговидных степей предгорных террасированных наклонных равнин;

21. Воровсколесско-Кубанский ландшафт лесостепей, слабо расчлененных моноклиальных гряд палеогеновой куэсты и высоких эрозионно-денудационных равнин;

22. Подкумско-Золкинский ландшафт лесостепей, предгорных наклонных аллювиальных террасированных равнин и останцовых магматических гор;

23. Малкинско-Терский ландшафт злаково-разнотравных степей и пойменных лугов и предгорных наклонных аллювиальных террасированных равнин;

24. Кубано-Малкинский ландшафт лесостепей среднегорий, структурно-денудационных моноклитных куэст, межкуэстовых эрозионно-тектонических депрессий и речных долин.

Природный ландшафт состоит из взаимодействующих природных компонентов и формируется под влиянием природных процессов. Он является частью ландшафтной сферы, которая представляет производное прямого соприкосновения и связанного с ним активного взаимного обмена веществом и энергией четырех сфер: земной коры, тропосферы, гидросферы (Мильков, 1990), биосфера (четвертая среда) представляет собой совокупность экосистем. Поэтому природные ландшафты имеют сложную структуру, состоящую из следующих подсистем (Шальнев, 1995).

1. **Компонентной**, состоящий из всех природных компонентов (горные породы, воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, растительность и животный мир) и связей между ними. Компоненты и связи определяют эмерджентные свойства ландшафта (природные условия), создающие однородную природную среду ландшафта.

2. **Морфологической (территориальной)**, состоящей из более мелких территориальных комплексов (местностей, урочищ, фаций) и строится по принципу полисистемной или хорической модели ландшафта (Охрана ландшафтов..., 1982). Сочетание морфологических единиц (фаций, урочищ, местностей) по Н.А.Солнцеву, образует структурно-морфологическую особенность ландшафта, где взаимодействие осуществляется через горизонтальные связи. Морфологическое разнообразие ландшафта зависит от вертикального расчленения ландшафта и обилия мезоформ рельефа.

3. **Экосистемной**, отражающей функциональные особенности биосистем, активно участвующие в процессах саморегуляции ландшафта. Она включает в себя набор биоценозов, состоящих из продуцентов, консументов и редуцентов, их среды обитания и связей между ними.

### **3.3. Типология ландшафтных морфологических единиц на уровне местностей**

В 24 ландшафтах края насчитывается 93 местности, которые по генезису, гипсометрии, геоморфологическому сходству, особенностям геологического строения, положению на геохимической катене могут быть объединены в 23 типа местностей. Именно тип местности определяет внутреннее содержание систем адаптивно-ландшафтного земледелия.

Рассчитанное нами с использованием ГИС-технологий процентное соотношение типов местностей в ландшафтах края приводится в приложении 1. Распределение типов местностей по площади и процентному отношению к площади края приводится в таблице 1.



## Площадь и процентное отношение типов местностей к площади края

Тип местности	Площадь, км <sup>2</sup>	Отношение к площади края, %
Структурно-денудационные плато с плакорами сарматской поверхности выравнивания	490	0,7
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания	4586	6,9
Эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской поверхности выравнивания	3212	4,9
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания	6180	9,4
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	10431	15,9
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	18268	27,7
Пойменные аллювиальные современные равнины	1404	2,1
Эоловые дефляционно-аккумулятивные и аллювиально-морские низменности	1551	2,3
Аллювиально-озерные аккумулятивные постхвалынские равнины	1309	2,0
Аллювиально-морские хвалынские аккумулятивные равнины	4695	7,2
Аллювиально-морские нижнехвалынские и хазарские равнины и террасы	3708	5,6
Междолинные равнины высоких верхнеплиоценовых (апшеронских) террас	600	0,9
Равнины нижне- и верхнечетвертичных террас	1907	2,9
Низко- и средневысотные останцовые магматические горы	72	0,1
Низкие горные моноклиальные гряды и останцовые плато	1213	1,8
Средневысотные моноклиальные структурно-денудационные куэсты	98	0,1
Эрозионно-тектонические межкуэстовые депрессии	48	0,1
Верховья речных долин	417	0,6
Речные долины верхнего течения рек	1896	2,9
Речные долины среднего и нижнего течения рек	2367	3,6
Озерные котловины	66	0,1
Верхнеплиоценовые и нижнечетвертичные террасы Кубани	550	0,8
Средне- и верхнечетвертичные террасы Кубани и Терека	963	1,4

### 3.4. Агрэкологические группы земель, их связь со структурой ландшафтов

С учетом многообразия природных и экономических условий в Ставропольском крае сложились региональные системы земледелия, отражающие особенности выделенных сельскохозяйственных зон. Зональные системы земледелия адаптированы к ландшафтным провинциям.

По почвенно-климатическим условиям, преобладающим типам сельскохозяйственных предприятий, специализации, набору возделываемых культур и отраслей выделяются следующие зоны (Системы ..., 1983).

1. *Овцеводческая* (крайне засушливая). Включает Апанасенковский, Арзгирский, Левокумский, Нефтекумский районы, большинство хозяйств Туркменского и восточную часть Курского районов. Соответствует ландшафтам, относящимся к провинциям полупустынь и отчасти сухих степей.

2. *Зерново-овцеводческая* (засушливая) – наиболее крупная. Включает Александровский, Благодарненский, Буденовский, Ипатовский, Курский, Новоселицкий, Петровский, Советский и Степновский районы. Почти соответствует ландшафтам злаковых и полынно-злаковых степей.

3. *Зерново-скотоводческая* (неустойчивого увлажнения). Включает центральные и западные районы края: Грачевский, Изобильненский, Кочубевский, Красногвардейский, Андроповский, Новоалександровский, Труновский и Шпаковский. Соответствует ландшафтам злаково-разнотравных и злаковых степей, лесостепей.

4. *Прикурортная* (достаточного увлажнения). Включает районы, примыкающие к курортам Кавказских Минеральных Вод – Георгиевский, Кировский, Минераловодский, Предгорный. Соответствует ландшафтам разнотравно-злаковых степей предгорий и лесостепей среднегорий.

Концепция «сухого» земледелия, используемая в последнее время, учитывает почвенно-климатические условия ландшафтных провинций и адаптирована в первую очередь к аридности климата сельскохозяйственных зон че-

рез севообороты с чистыми парами, расширение орошаемых земель. Сейчас она нуждается в дальнейшем развитии и корректировке согласно принципам концепции адаптивно-ландшафтного земледелия.

По договору с краевым комитетом по земельным ресурсам и землеустройству, СтавропольНИИгипрозем в 1996 году начал и в марте 1997 года завершил работы по составлению «Схемы использования земельных ресурсов Ставропольского края на агроландшафтной основе до 2005 года». Схема использует принципы адаптивно-ландшафтной системы земледелия, в основе которых лежит выделение агроэкологических групп земель, в первую очередь на пашне, как более подверженной негативным процессам. В соответствии с характером природных ограничений пригодности земель для возделывания конкретных культур или групп культур и характером мероприятий по их преодолению, агроэкологические группы земель ранжированы по шести категориям (Схема..., 1997).

*I-Агроэкологическая группа.* Включает земли большинства хозяйств края, в которых имеется пашня с балльной оценкой выше среднерайонного уровня с уклонами местности до 1°, с различными почвенными разновидностями, которые по признакам, влияющим на плодородие могут быть объединены и использоваться для возделывания всех районированных культур в системе полевых севооборотов. Группа объединяет все подтипы черноземов, каштановых, лугово-черноземных и лугово-каштановых почв, сформировавшихся в различных биоклиматических и гидрологических условиях объединенными однотипным процессом почвообразования без отрицательных признаков, влияющих на плодородие. Эта группа земель составляет 2169,8 тысяч гектаров или 58% от всей площади пашни края и относится к особоценным.

*II-Агроэкологическая группа.* Включает земли также всех хозяйств края, с балльной оценкой ниже или близкой к среднерайонному уровню, с уклонами местности 2-3°. Сюда отнесены участки пашни с различными почвенными разновидностями, подверженными эрозии почв в слабой степени. Группа объединяет те же почвы, что и первая, но с наличием отрицательных призна-

ков, влияющих на плодородие – слабоэродированные, слабозасоленные, слабокаменисто-щебенчатые. Эта группа пригодна для возделывания менее требовательных сельскохозяйственных культур, должна быть включена в систему кормовых севооборотов. Занимает 1121,2 тысячи гектаров или 30% от площади пашни края.

*III-Агроэкологическая группа.* Участки подверженные ветровой, водной и совместной эрозии в средней степени. По рельефным и почвенным условиям они отличаются значительным разнообразием, но их объединяет одно – они могут использоваться в системе почвозащитных севооборотов и оставаться в составе пахотных угодий. Занимает 447,2 тысячи гектаров или 12% от площади пашни.

*IV-Агроэкологическая группа.* Участки пашни в сильной степени утратившие свои свойства, малопригодные для возделывания сельскохозяйственных культур, на которых в соответствии с законом «О сохранении почв и предотвращении их деградации» (1995) намечается изменение целевого назначения. Занимают 174,5 тысяч гектаров. 0,02 тысячи гектаров рекомендуется перевести в запас, 1,1 – использовать для создания многолетних насаждений, 46,8 – перевести в сенокосы и 126,6 – в пастбища со срочным выполнением работ по ускоренному залужению многокомпонентными травосмесями, включая семена трав «аборигенов»;

*V-Агроэкологическая группа.* Участки пашни, подверженные деградации в сильной степени, потерявшие свыше 50% мощности почвенного профиля (А+В), непригодные для возделывания сельскохозяйственных культур, подлежащие выводу из состава сельскохозяйственных угодий с последующей консервацией. Занимает 46,1 тысячу гектаров.

*VI-Агроэкологическая группа.* Включает участки богарной и орошаемой пашни, подверженные подтоплению, вторичному засолению, требующие проведения работ по устранению избыточного переувлажнения, рассоления и по другим причинам, подлежащие переводу в стадию мелиоративного строительства. Занимает 22,3 тысячи гектаров.

С использованием технологии оверлея между слоем, содержащим пространственные данные о типологии ландшафтных морфологических единиц на уровне местностей и слоем, содержащим границы землепользователей с привязанной к слою атрибутивной базой данных по площади и соотношению агроэкологических групп земель была выявлена прямая зависимость между типами местностей и характером распределения пашни по агроэкологическим группам. Это позволило типизировать ландшафты по способу организации их территории на группы.

По преобладанию типов местностей все ландшафты делятся на 10 групп (таблица 2).

Таблица 2

## Соотношение типов местностей в ландшафтах Ставропольского края – индикатор агроэкологического состояния пашни

№ группы	№ ландшафтов	Площадь, тыс.га, %	Преобладающие типы местностей	Площадь, %	Агроэкологические группы в пашне, %		
					(I-II)	(III)	(IV-VI)
1	1, 2, 4	581,2 8,8	Эрозионно-денудационные высокие равнины Структурно-денудационные плато	67	35	15	17
				20	68	8	3
2	3, 5	430,7 6,7	Структурно-денудационные низкие плато Эрозионно-денудационные равнины	69	68	8	3
				18	78	5	3
3	7, 8, 9, 10, 15, 19	1969,0 29,7	Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины Аккумулятивные первичные равнины	51	75	10	3
				31	78	5	3
4	11, 12, 14	1399,2 21,2	Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины Аккумулятивные первичные равнины	55	75	10	3
				31	75	10	3
5	16, 17	974,8 14,7	Аллювиально-морские равнины Эоловые денудационно-аккумулятивные и аллювиально-морские низменности	67	30	8	4
				16	30	8	4
6	18	231,2 3,5	Аллювиально-морские аккумулятивные равнины и террасы Аллювиально-озерные аккумулятивные равнины	70	9	19	9
				23	9	19	9
7	6	114,9 1,7	Структурно-денудационные низкие плато Эрозионно-денудационные равнины Озерные котловины	39	39	15	9
				38	39	15	9
				6	39	15	9
8	13	258,2 3,9	Эрозионно-денудационные равнины Эрозионно-денудационные высокие равнины	82	27	14	12
				7	27	14	12
9	20, 22, 23	470,0 7,2	Речные террасы надпойменные Пойменные террасы	86	61	10	8
				5	61	10	8
10	21, 24	193,9 2,9	Низкие горные моноклиальные гряды и останцовые плато Эрозионно-денудационные глубоко расчлененные равнины	63	15	20	13
				25	15	20	13

## ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ И ОЦЕНКЕ АГРОЛАНДШАФТОВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

### 4.1. Оценка почвенно-климатических ресурсов агроландшафтов края

Оценка ресурсов почвенного плодородия агроландшафтов края по бонитетам. В крае многообразие и сложность природных условий обусловили большое разнообразие почв: от серых лесных и черноземов горных до светло-каштановых почв и песков. Наиболее обобщенной количественной оценкой уровня плодородия почв является бонитет (Государственная кадастровая оценка земель, 2003). На основе бонитетов базовой группы хозяйств каждого агроландшафта были рассчитаны средневзвешенные баллы бонитета сельскохозяйственных угодий, пашни и пастбищ (табл. 3).

Самые плодородные почвы в крае имеет пашня Расшеватско-Егорлыкского ландшафта (7 ландшафт – 72,7 балла) и Кубано-Малкинского ландшафта (24 ландшафт – 71,1 балла). Самые низкие бонитеты пашни в 18 ландшафте (23.7) и в 16, 17, 19 ландшафтах полупустынь (28.9, 26.8, 26.4 балла соответственно). Распределение бонитетов почв по ландшафтам края носит зонально-провинциальный характер. Крайние значения бонитетов различаются более чем в три раза, что естественно, определяет разную экологическую устойчивость почв и разные подходы к системам земледелия, в том числе и к мероприятиям по поддержанию плодородия.

Рассматривая соотношение бонитетов пашни и пастбищ по ландшафтам края, можно отметить, что самые незначительные отличия (12-17%) отмечаются в ландшафтах 7, 22 и 24, отличающихся наиболее плодородными почвами, самые большие (76% и 68%) в 9 и 20 ландшафтах, где в пастбищах много солончаков и мочаристых почв. В остальных ландшафтах разница в плодородии почв пашни и пастбищ лежит в диапазоне 25-51%.

Средневзвешенные баллы бонитета земель сельскохозяйственного использования в агроландшафтах Ставропольского края

№ ландшафта	Балл бонитета		
	Сельскохозяйственных угодий	пашни	пастбищ
1	37,0	46,1	34,6
2	51,9	55,7	40,5
3	56,6	59,0	45,5
4	43,3	46,9	37,5
5	50,7	53,5	38,6
6	48,5	58,7	40,2
7	72,0	72,7	63,4
8	53,7	57,6	40,8
9	43,8	49,4	28,1
10	37,4	40,0	26,4
11	28,9	32,0	22,6
12	49,8	50,9	39,5
13	39,5	42,6	33,4
14	39,1	39,9	31,8
15	41,6	42,6	31,5
16	23,7	28,9	20,1
17	20,6	26,8	18,3
18	20,3	23,7	16,8
19	25,0	26,4	20,9
20	59,0	64,4	38,3
21	48,2	54,0	39,9
22	63,4	65,3	55,8
23	40,0	43,0	29,0
24	67,3	71,1	63,5

Эти данные свидетельствуют о том, что резервы расширения пашни за счет других угодий в ландшафтах края исчерпаны и при существующем дисба-



лансе угодий (особенно в ландшафтах с распаханностью > 70%) целесообразно сокращение пашни за счет вывода малопродуктивных земель.

**Расчет биоклиматических потенциалов ландшафтов для сельскохозяйственной деятельности.** При рассмотрении сельскохозяйственной деятельности в границах природных ретроспективных ландшафтов края очень важно определить их природно-ресурсный потенциал. Прежде всего, был проведен критический анализ существующих методических подходов по их оценке.

Анализ литературы, во-первых, показал, что в основу всех показателей ресурсного потенциала положено соотношение тепла и влаги. Во-вторых, все они дифференцируются на две группы: общие оценки агроклиматического потенциала территории для регионального агроклиматического районирования и оценки, характеризующие условия возделывания конкретных с/х культур для частного районирования.

Из первой группы показателей в земледелии России и за рубежом широкое распространение получила формула гидротермического коэффициента Г.Т.Селянинова (1928), как показатель увлажнения вегетационного периода

$$ГТК = \frac{\sum p}{0,1 \sum t > 10^{\circ}}$$

где  $\sum p$  – сумма осадков за теплый период, мм;

$\sum t$  – сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  за этот же период.

Недостатком ГТК является то, что он характеризует увлажнение только теплой части года и не учитывает весенние запасы влаги в почве, которые при одном и том же увлажнении вегетационного периода, могут определять различную влагообеспеченность сельскохозяйственных культур.

Коэффициент увлажнения, предложенный Н.Н.Ивановым (1949) выражается формулой

$$КУ = \frac{R}{E}$$

где  $R$  – сумма осадков за рассматриваемый период;

$E$  – приближенная испаряемость водной поверхности, рассчитываемая по уравнению:

$$E = 0,0018 (25 + T)^2 (100 - a)$$

где  $T$  – среднемесячная температура воздуха;

$a$  – среднемесячная относительная влажность воздуха.

Этот коэффициент широко используется при определении аридности климата.

Для сравнительной оценки общей биопродуктивности ландшафтов края, на наш взгляд, наиболее приемлем климатический индекс биологической продуктивности –  $B_k$ , являющийся производным от биоклиматического потенциала Шашко Д.И. (1985) - БКП.

$$БКП = K_p (КУ) = \frac{\sum tak}{\sum tak(баз)}$$

где  $БКП$  – относительные значения биоклиматического потенциала;

$K_p (КУ)$  – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения;

$\sum tak$  – сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации в данном месте;

$\sum tak(баз)$  – базисная сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации, т.е. сумма, относительно которой проводится сравнительная оценка.

Биологическая продуктивность ( $B_k$ ) рассчитывалась по формуле

$$B_k = 55 K_p (KY) \frac{\sum tak}{1000}$$

Коэффициент роста  $K_p (KY)$  рассчитывался через коэффициент увлажнения КУ.

$$K_p = (KY) 1,5 \lg (20 KY) - 0,21 + 0,63 KY - KY^2$$

где КУ – коэффициент годового атмосферного увлажнения, равный отношению количества осадков к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха.

Вычисленные по метеостанциям величины биоклиматических потенциалов были интерполированы методом кригинга. Полученные поверхности были отвекторизованы и в дальнейшем отображены на картах (Каторгин, 2002). На примере рис. 4 показано зональное распределение биоклиматического потенциала по территории края.

Как свидетельствуют данные, индекс биологической продуктивности ( $B_k$ ) имеет зональный характер распределения с увеличением с северо-востока на юго-запад края с 84,8 единиц (метеостанция Арзгир) до 140,7 единиц по метеостанции Ставрополь, а биоклиматический потенциал ( $B_{КП}$ ) в том же направлении возрастает с 1,5 до 2,6 единиц. Сравнение биоклиматического потенциала Ставропольского края с потенциалами Краснодарского края (Тюрин, 1973) показало, что для последнего он изменяется от 2,2 до 3,4 единиц. В Ставропольском крае только 34% территории края имеют потенциал  $> 2,2$  единиц.

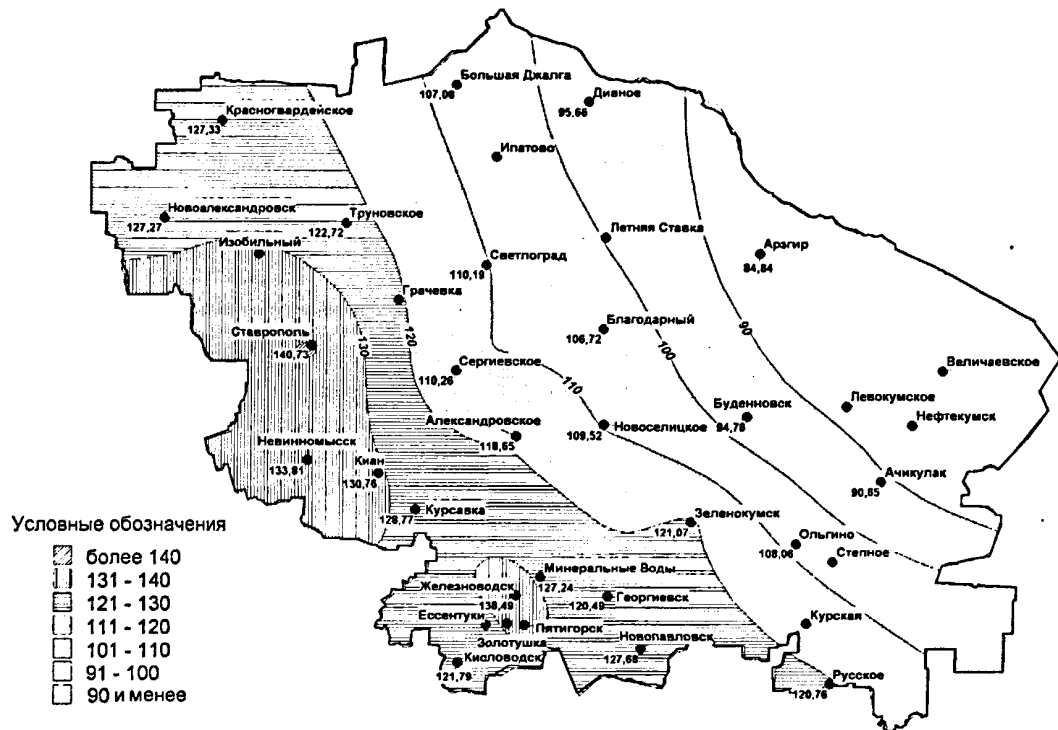


Рис. 4. Распределение индекса биологической продуктивности по территории Ставропольского края.

Применение технологии оверлея позволило получить средневзвешенные значения биоклиматических потенциалов для ландшафтов Ставропольского края. По ним были построены тематические карты (рис. 5 – 10).

Поскольку сельское хозяйство связано с возделыванием конкретных сельскохозяйственных культур, очень важно оценить агроландшафты края по благоприятности их возделывания.

С помощью ГИС-технологий по усовершенствованной в СНИИСХ методике И.В. Свисюка (1980), для ландшафтов края был просчитан индекс почвенно-климатических ресурсов возделывания озимой пшеницы, ведущей сельскохозяйственной культуры края (ИПКР). Характер его изменения имеет такую же, как и БКП тенденцию увеличения с востока на запад с изменением от 1,38 до 2,25 единиц (рис. 7).

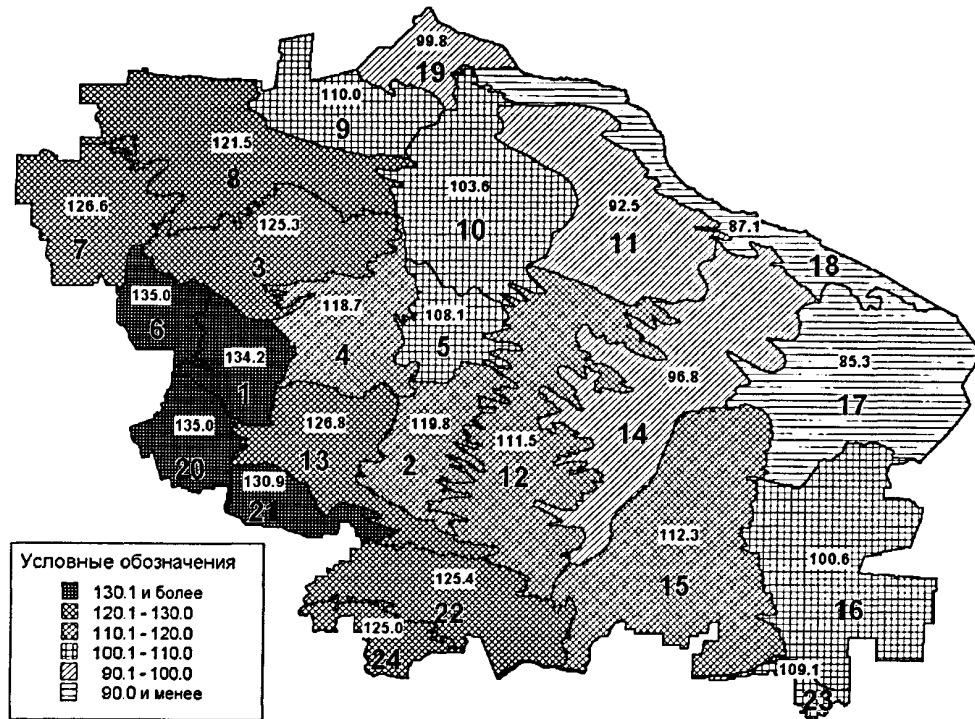


Рис. 5. Средневзвешенное значение биологической продуктивности ландшафтов Ставропольского края.

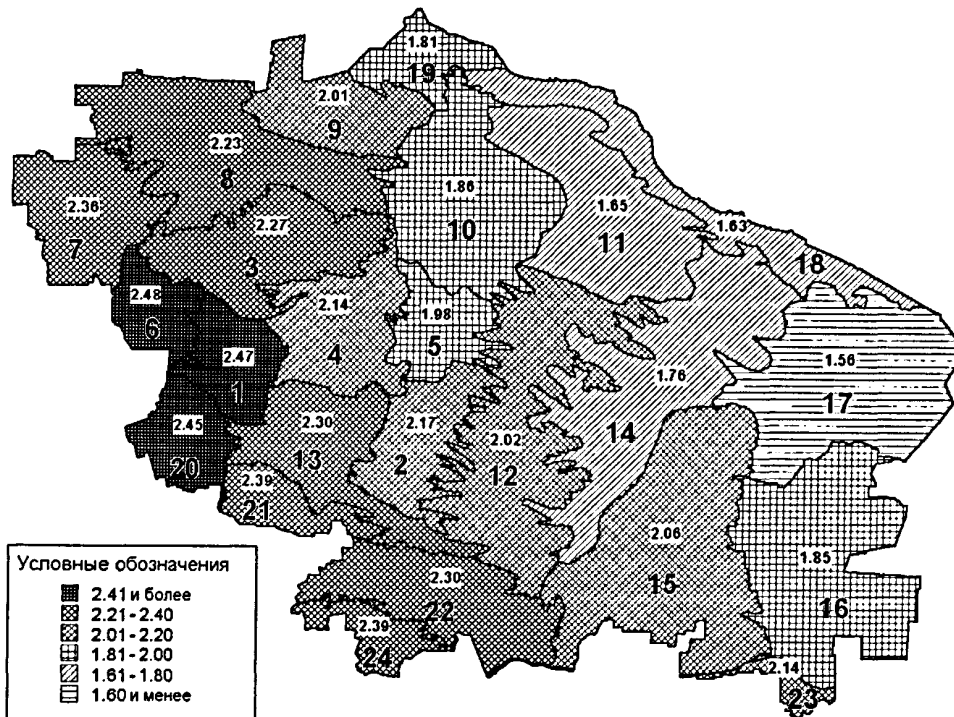


Рис. 6. Средневзвешенное значение биоклиматического потенциала ландшафтов Ставропольского края.

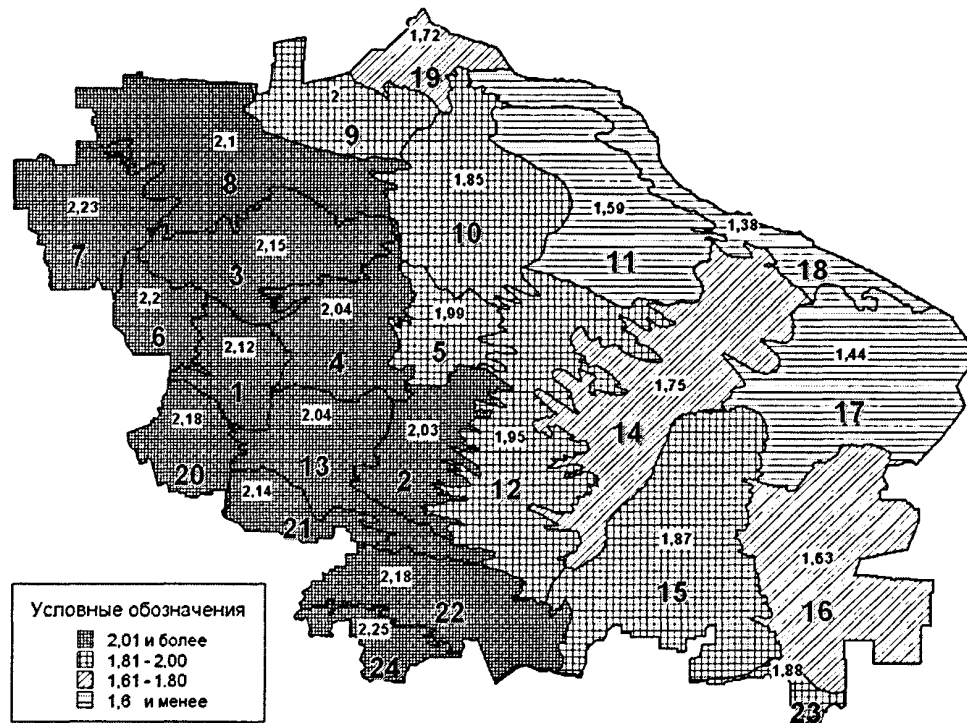


Рис. 7. Средневзвешенное значение индекса почвенно-климатических ресурсов возделывания озимой пшеницы в ландшафтах Ставропольского края.

Установленная Л.И.Желнаковой (1992) связь ИПКР с урожайностью озимой пшеницы по районам и госсортучасткам по чистым парам и непаровым предшественникам позволила нам использовать установленные ею уравнения связи ( $y_1$ ,  $y_2$ ) и рассчитать по ним перспективную урожайность озимой пшеницы по чистым парам и непаровым предшественникам для ландшафтов Ставропольского края (таблица 4):

$$y_1 = 58,0 x - 66,88 \text{ при } r_1 = 0,964 \pm 0,093$$

где  $y_1$  – перспективная урожайность озимой пшеницы по чистым парам, центнеров на гектар;

$x$  – ИПКР.

$$y_2 = 50,88 x - 66,23 \text{ при } r_2 = 0,961 \pm 0,077$$

где  $y_2$  – перспективная урожайность озимой пшеницы по непаровым предшественникам, центнеров на гектар.

Индекс почвенно-климатических ресурсов и перспективная урожайность озимой пшеницы по чистым парам и непаровым предшественникам

№ ландшафта	отношение балла бонитета к среднему по краю (%)	суммарная оценка по климатическим условиям	средняя почвенно-климатическая оценка	индекс почвенно-климатических ресурсов (ИПКР)	перспективная урожайность озимой пшеницы по чистым парам (ц/га)	перспективная урожайность озимой пшеницы по непаровым предшественникам (ц/га)
1	102	160	131	2,12	56,1	41,6
2	123	90	107	2,03	50,9	37,1
3	130	150	140	2,15	57,8	43,2
4	104	113	109	2,04	51,4	37,6
5	118	75	97	1,99	48,5	35,0
6	130	188	159	2,20	60,7	45,7
7	160	177	169	2,23	62,5	47,2
8	127	125	126	2,10	54,9	40,6
9	109	88	99	2,00	49,1	35,5
10	88	52	70	1,85	40,4	27,9
11	71	6	39	1,59	25,3	14,7
12	112	66	89	1,95	46,2	33,0
13	94	126	110	2,04	51,4	37,6
14	88	23	56	1,75	34,6	22,8
15	94	54	74	1,87	41,6	28,9
16	64	21	43	1,63	27,7	16,7
17	59	-3	28	1,44	16,6	7,0
18	52	-5	24	1,38	13,2	4,0
19	58	45	52	1,72	32,9	21,3
20	142	161	152	2,18	59,6	44,7
21	119	154	137	2,14	57,2	42,7
22	144	155	150	2,18	59,6	44,7
23	95	56	76	1,88	42,2	29,4
24	157	200	179	2,25	63,6	48,3

В Ставропольском НИИ сельского хозяйства установлена высокая и достоверная связь с урожайностью озимой пшеницы критерия Улановой Е.С. (1975), учитывающего весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы ( $Wb$ ) (рис. 8).

$$K_y = \frac{Wb + Rbe}{0,01 \sum tbc}$$

где  $Wb$  – весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы;

$Rbe$  – сумма осадков за вегетацию;

$\sum tbc$  – сумма температур выше  $5^\circ\text{C}$  за период возобновления вегетации – восковая спелость озимой пшеницы.

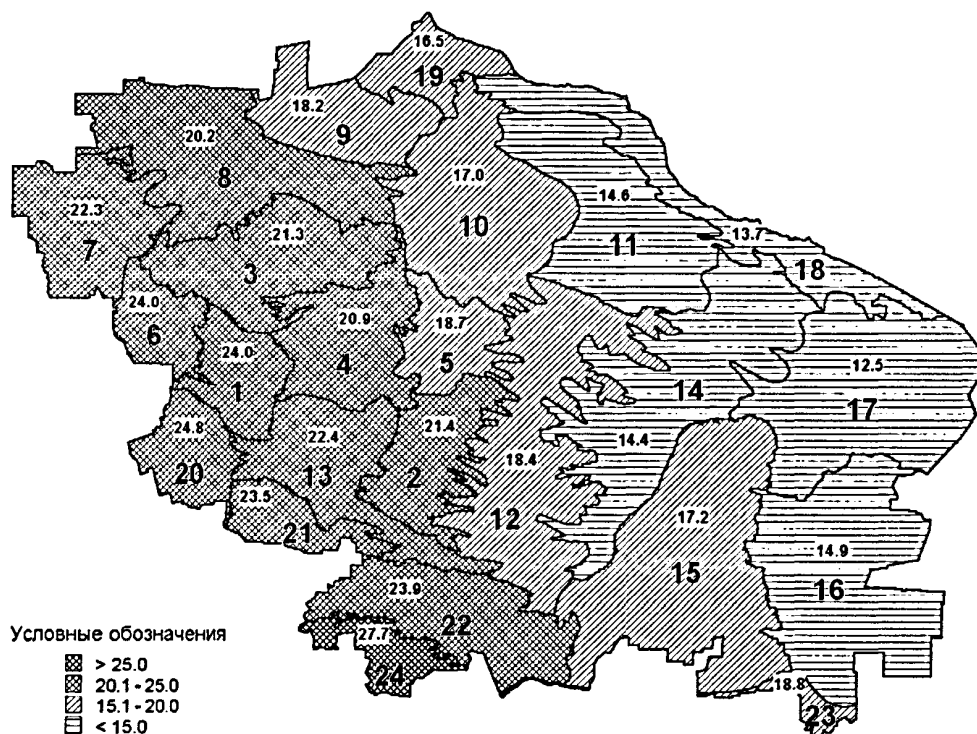


Рис. 8. Средневзвешенное значение коэффициента Улановой Е.С. для оценки условий возделывания озимой пшеницы по ландшафтам.

Поскольку запасы влаги в почве определяются только на 9 метеостанциях, оценка ландшафтов края по критерию Улановой Е.С. менее точна, однако, достаточно надежна, об этом свидетельствует сопоставление оценок Улано-



вой и индексов почвенно-климатических ресурсов (ИПКР) (рис. 7, 8) по ландшафтам края. Индекс Улановой также позволяет рассчитывать урожайность озимой пшеницы по непаровым предшественникам по уравнению

$$Y = 2,34 x - 17,27$$

где  $Y$  – урожайность озимой пшеницы;

$x$  – показатель Улановой.

Показатель влагообеспеченности Сапожниковой С.А. (1958) (рис. 9) использовался нами для оценки условий возделывания ранних яровых колосовых культур. Весенние влагозапасы рассчитываются по зимне-весенним осадкам  $Q$  ( $X - IV$ ) и формула имеет вид

$$K_y = \frac{0,4 Q (X - IV) + Q (V - VI)}{\gamma \sum t (V - VI)}$$

где  $\gamma$  - коэффициент перевода  $\sum t > 10^\circ$  в испаряемость.

Сопоставление рисунков 7 и 9 свидетельствует о том, что почвенно-климатические ресурсы ландшафтов Ставропольского края более благоприятны для возделывания озимой пшеницы, а ранние яровые колосовые целесообразно возделывать только в западной и юго-западной части края.

Для оценки ландшафтов по условиям возделывания кукурузы был использован коэффициент Чиркова Ю.И. (1969)

$$K = \frac{0,5 R (X - III) + R (III - VIII)}{0,18 \sum t (III - VIII)}$$

где  $R$  – осадки за указанные месяцы.

Сумма осадков осенне-зимнего периода (с октября по март) учтена с коэффициентом 0,5. Результаты вычислений отображены на рис. 10.

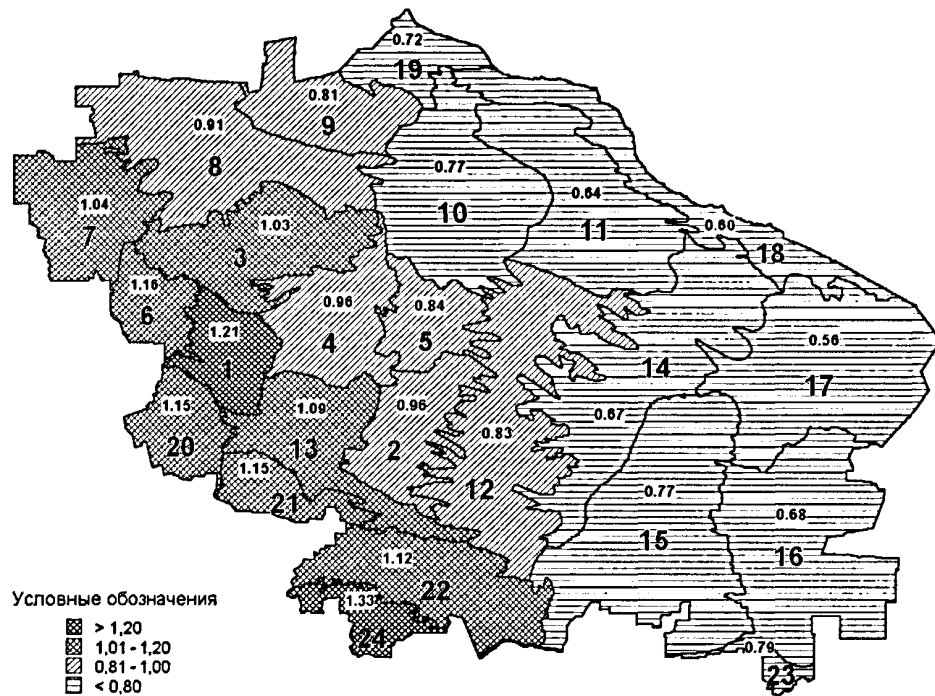


Рис. 9. Средневзвешенное значение коэффициента Сапожниковой С.А. для оценки условий возделывания яровых зерновых культур по ландшафтам.

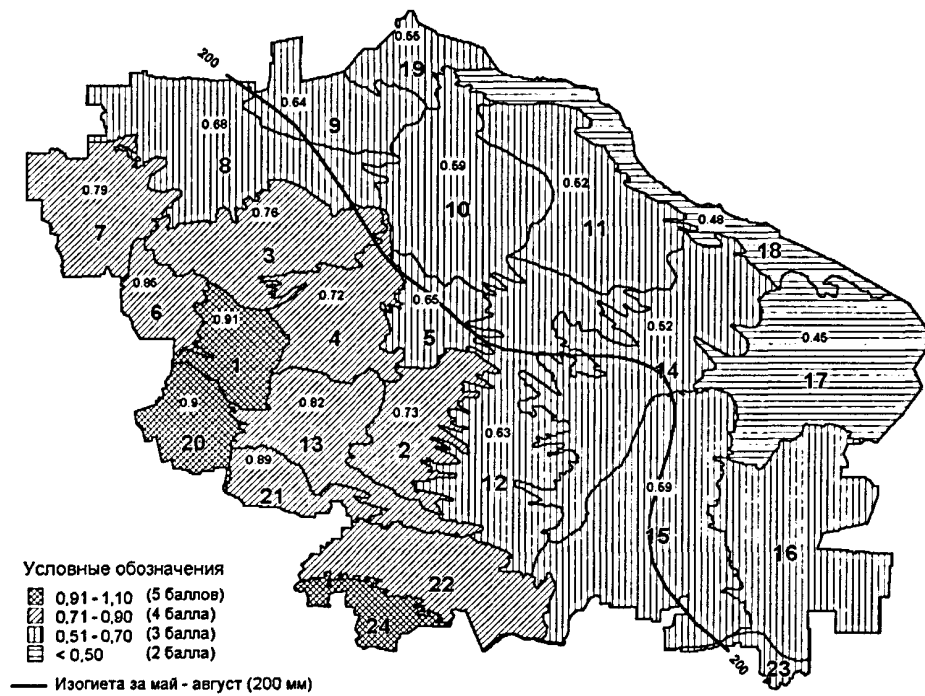


Рис. 10. Средневзвешенное значение коэффициента Ю.И. Чиркова для оценки условий возделывания кукурузы по ландшафтам.

Оптимальные условия для возделывания кукурузы на зерно складываются только в 24 ландшафте среднегорий, очень хорошо в 1 и 20 ландшафтах. На 24,8% территории влагообеспеченность кукурузы от оптимальной составляет от 69 до 87%. Сопоставление коэффициентов благоприятности возделывания кукурузы на зерно с изогией суммы осадков за май - август в 200 мм, ограничивающей ландшафты производственной целесообразности возделывания кукурузы на зерно, свидетельствуют о большом риске возделывания ее в 8, 9, 5, 12, 14, 15 ландшафтах.

Поскольку подсолнечник в Ставропольском крае является ведущей масличной культурой перспективна оценка ландшафтов по условиям его возделывания. Для этих целей был использован показатель увлажнения подсолнечника по Мельнику Ю.С. (1972) (рис. 11).

$$K = \frac{0,6 \sum x_1 + \sum x_2}{\sum t > 10^\circ}$$

где  $x_1$  – сумма осадков за период от  $+5^\circ$  осенью до  $+10^\circ$  весной;

$x_2$  – сумма осадков за период от  $+10^\circ$  весной до созревания подсолнечника;

$\sum t > 10^\circ$  - сумма температур свыше  $10^\circ\text{C}$  за период вегетации подсолнечника.

Как показала оценка условий влагообеспеченности подсолнечника по ландшафтам края, только на 8% территории края она может быть оценена как отличная, на 26% - как хорошая, а на 41% - как посредственная.

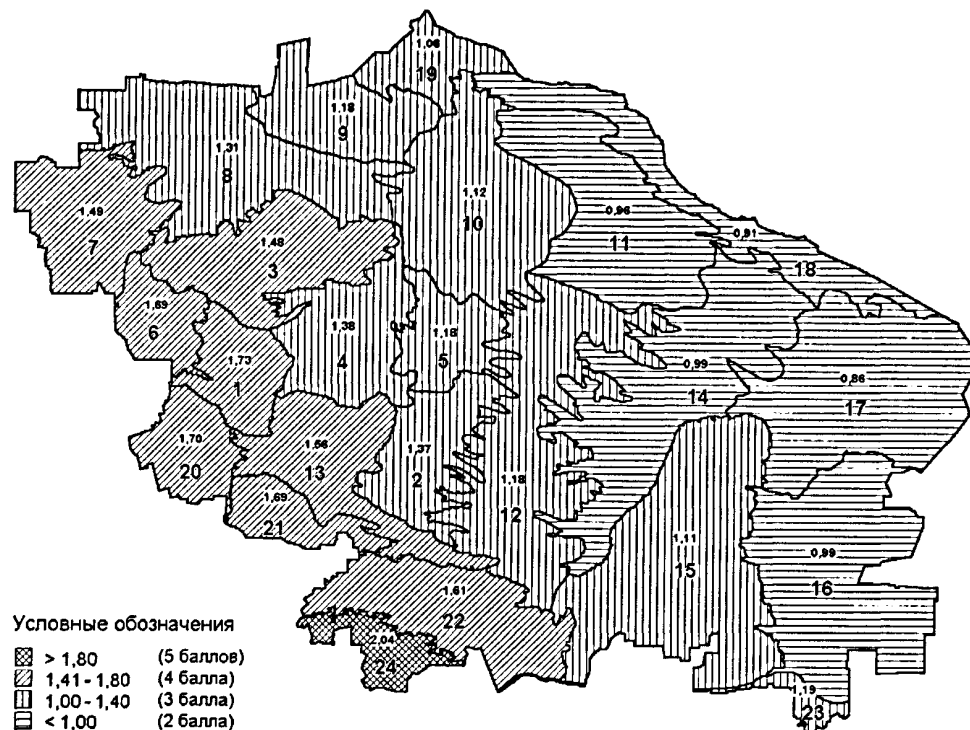


Рис. 11. Средневзвешенное значение коэффициента Ю.С. Мельника для оценки условий возделывания подсолнечника по ландшафтам.

Таким образом, проведенный с помощью ГИС-технологий анализ природно-климатических ресурсов ландшафтов Ставропольского края как в целом для земледелия, так и для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур показал:

- во-первых, что территория края пригодна для ведения земледелия, особенно в западных ландшафтах, хотя потенциал территории Ставропольского края значительно ниже потенциала территории Краснодарского края;
- во-вторых, природно-ресурсный потенциал возделывания озимых зерновых культур в ландшафтах края значительно выше, чем яровых зерновых. Кроме того, установлено, что при возделывании озимых зерновых их низкий почвенно-климатический ресурс может быть оптимизирован с помощью использования чистых паров;
- в-третьих, надо очень взвешенно подходить к размещению подсолнечника и кукурузы в ландшафтах края, поскольку хороший потенциал их

возделывания занимает только 30% территории края, а на 25% – в восточных и северо-восточных ландшафтах возделыванием этих культур заниматься нецелесообразно.

#### **4.2. Анализ сельскохозяйственной нагрузки на ландшафты края**

Очень важно знать ареалы проявления, виды и типы экологических проблем в том или ином ландшафте, так как адаптивно-ландшафтные системы земледелия не мыслятся без обеспечения экологической устойчивости ландшафтов и экологической реставрации деградированных территорий.

Поскольку экологические проблемы сегодняшнего дня являются следствием тех антропогенных нагрузок, которые были прежде с их определения и начинается анализ проблемных экологических ситуаций по системе «воздействие-изменение-последствие». Все недостатки хозяйствования как в фокусе отражаются на состоянии земельных ресурсов и, в первую очередь, пашни.

Не имея материалов анализа и оценки предыдущих антропогенных воздействий на ландшафты края нельзя правильно представить себе степень остроты деструктивных процессов на их территории и дать обоснованный прогноз дальнейшего развития экологических проблем. В ландшафтах, где антропогенная нагрузка сбалансирована с природными возможностями ландшафта, деградация почв и негативные экологические ситуации не возникают. Поскольку в границах ландшафтов и их более мелких таксономических единиц не проводится сбор статистических сведений по видам и интенсивности сельскохозяйственных воздействий, то антропогенные нагрузки определялись по базовым группам хозяйств, лежащих всей своей территорией в границах каждого из 24 ландшафтов края.

При анализе ландшафтов и агроландшафтов крайне важно знать масштабы антропогенной нагрузки. Для оценки сельскохозяйственной нагрузки на агроландшафты Ставропольского края использовались и обрабатывались данные государственной статистики по сельскому хозяйству за 1984 и 1986

годы, годы максимальной интенсификации земледелия и наибольшего поголовья скота в крае.

Некоторые авторы (Дербинова, Сороковикова, 1983; Шлейнис, 1992) предпринимали попытки оценивать антропогенную нагрузку с применением показателей государственной статистики. При этом основой служили пять основных показателей: доля сельскохозяйственных угодий (%) в площади рассматриваемой административной единицы, часть пашни (%) в этих угодьях, нормы внесения минеральных и органических удобрений, поголовье скота. В соответствии с предлагаемой авторами градацией этим показателям присваивался балл. На основании суммы баллов оценивали агрогенную нагрузку на территорию изучаемого региона. Например, для всех административных районов Литвы была проведена оценка агрогенной нагрузки на почвенный покров (Шлейнис, 1992). Вместе с тем названная выше методика не включает все основные виды оценки сельскохозяйственной нагрузки и нуждается в дополнении. Более полная методика оценки сельскохозяйственной нагрузки разработана в Смоленском НИИ сельского хозяйства (Харламов, 2001). Однако она не подходит для Ставропольского края, поэтому была разработана собственная методика (Каторгин, 2003а), приведенная ниже.

Согласно Н.Ф. Реймерсу (1994), при расчете сельскохозяйственной нагрузки использовались 2-х балльные (норма и риск) и 4-х балльные (норма, риск, кризис и бедствие) шкалы.

#### **Расчет агрогенной нагрузки:**

*доля сельскохозяйственных угодий в общей площади земель* < 90 % - 1 балл; > 90 % - 2 балла.

*доля пашни к площади сельскохозяйственных угодий* < 30 % - 1 балл; 31 - 60 % - 2 балла; 61 - 80 % - 3 балла; > 80 % - 4 балла;

*доля паров к площади сельскохозяйственных угодий* < 5 % - 1 балл; 5 - 10 % - 2 балла; 11 - 15 % - 3 балла; > 15 % - 4 балла.

Суммируя баллы вышеперечисленных показателей, получаем совокупный балл агрогенной нагрузки (рис. 12).

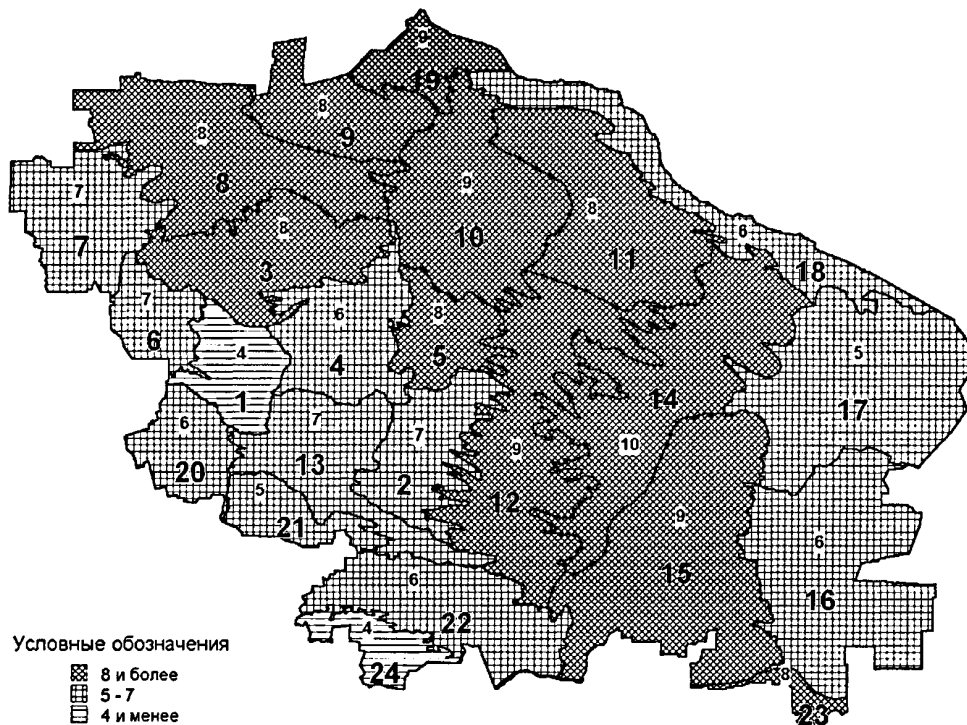


Рис. 12. Совокупная агрогенная нагрузка на земли в агроландшафтах Ставропольского края.

#### Расчет мелиоративной нагрузки:

доля орошаемых земель к площади сельскохозяйственных угодий  $< 5\%$  - 1 балл;  $5 - 10\%$  - 2 балла;  $11 - 15\%$  - 3 балла;  $> 15\%$  - 4 балла.

#### Расчет нагрузки скота:

Существующее поголовье скота переводилось в условные головы (УГ) через коэффициенты: коровы – 1,0; крупный рогатый скот – 0,6; лошади – 0,75; молодняк лошадей – 0,6. Поголовье свиней и птиц в расчет не бралось, так как данные животные содержатся исключительно на фермах и на пастбища не выводятся. Далее рассчитывались условные головы скота, приходящиеся на 100 гектаров сельскохозяйственных угодий.

$< 10$  гол. – 1 балл;  $10 - 20$  гол. – 2 балла;  $20 - 30$  гол. – 3 балла;  $> 30$  гол. – 4 балла.

Нагрузка овец рассчитывалась отдельно из-за более интенсивного воздействия данного типа животных на пастбища. За 1 балл был принят норматив нагрузки овец на пастбища по 4-м агроклиматическим зонам: 1-я – 0,5

голов на гектар; 2-я – 2,5 головы; 3-я – 5,5 голов; 4-я – 8 голов. По приведенным нормативам была разработана таблица оценки нагрузки овец.

Таблица 5

Оценка нагрузки овец, голов/гектар

агроклиматическая зона	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1	0,5 и менее	0,6 – 1	1 – 1,5	1,6 и более
2	2,5 и менее	2,6 – 5	5,1 – 7,5	7,6 и более
3	5,5 и менее	5,6 – 11	11,1 – 16,5	16,6 и более
4	8 и менее	8,1 – 16	16,1 – 24	24,1 и более

Через деление площади пастбищ на количество овец по ядровым группам хозяйств была вычислена нагрузка овец на 1 гектар пастбищ.

Суммируя показатели, получаем совокупный балл нагрузки скота. Данные, полученные по расчету сельскохозяйственной нагрузки, представлены в таблице 6 и показаны на рис. 13.

Как видно из рис. 13, наименьшую суммарную сельскохозяйственную нагрузку, близкую к норме (9 баллов) имеют Верхнегорлыкский и Воровсколесско-Кубанский ландшафты, что связано с относительно высокой расчлененностью рельефа и связанной с этим невысокой нагрузкой на земли. Кризисную нагрузку или близкую к кризисной имеет большинство степных и часть полупустынных ландшафтов, где ввиду невысокой расчлененности рельефа высока степень агрогенной нагрузки, составляющая 8 и более баллов (рис. 12), а также значительны нагрузки скота.



Расчет суммарной сельскохозяйственной нагрузки на ландшафты  
Ставропольского края.

№ п/п	Ландшафты	Нагрузка, (баллов)			
		Агрогенная нагрузка	Мелиоративная	Скота	Общий балл
1	Верхнегорлыкский	4	1	4	9
2	Прикалаусско-Саблинский	7	1	3	11
3	Ташлянский	8	2	5	15
4	Грачевско-Калаусский	6	1	3	10
5	Прикалаусско-Буйволинский	8	1	4	15
6	Егорлыкско-Сенгилеевский	7	1	3	11
7	Расшеватско-Егорлыкский	7	2	5	14
8	Среднегорлыкский	8	3	5	16
9	Бурукшунский	8	1	5	14
10	Нижнекалаусский	9	1	5	15
11	Айгурский	8	1	5	14
12	Карамык-Томузловский	9	2	5	16
13	Кубано-Янкульский	7	1	3	11
14	Левокумский	10	1	5	16
15	Правокумско-Терский	9	1	6	16
16	Курско-Прикаспийский	6	1	5	12
17	Нижнекумско-Прикаспийский	5	1	4	10
18	Чограйско-Рагулинский	6	1	5	12
19	Западно-Манычский	9	2	6	17
20	Прикубанский	6	2	5	13
21	Воровсколесско - Кубанский	5	1	3	9
22	Подкумско-Золкинский	6	1	5	12
23	Малкинско-Терский	8	2	5	15
24	Кубано-Малкинский	4	1	5	10

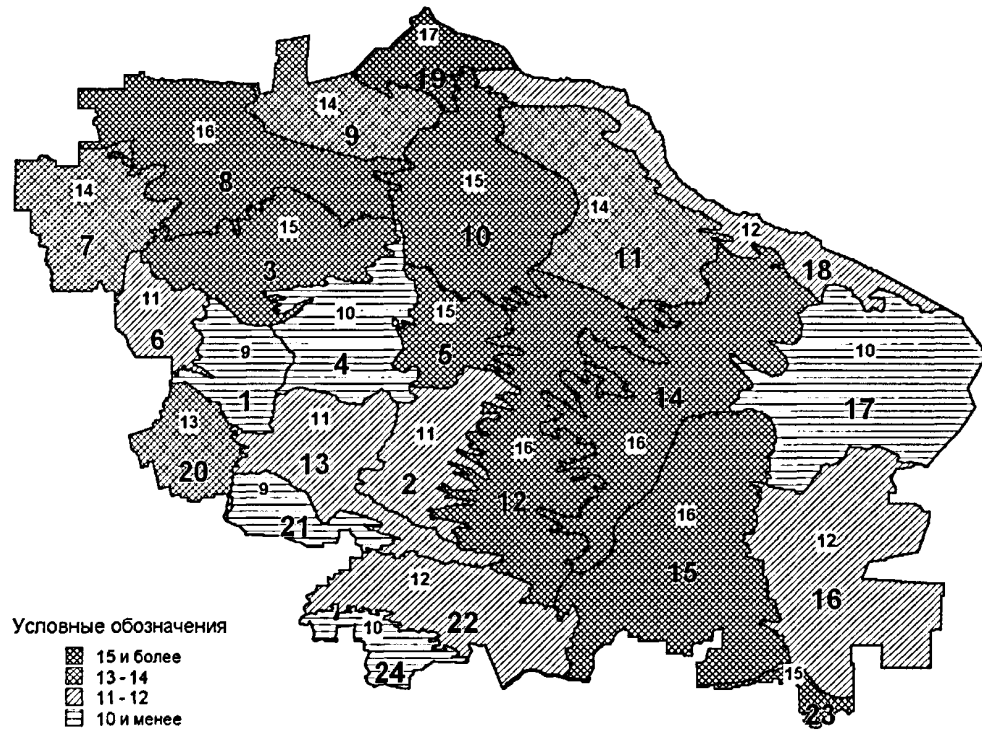


Рис. 13. Сельскохозяйственная нагрузка на агроландшафты Ставропольского края.

Агроландшафты имеют различную степень почвенного плодородия, и, соответственно, различную степень устойчивости к сельскохозяйственным нагрузкам. Поэтому сельскохозяйственные нагрузки были пересчитаны с учетом бонитировочных баллов почвенного плодородия. Агрогенная и мелиоративная нагрузки были поделены на средневзвешенный по агроландшафтам балл бонитета пашни, нагрузка скота – на балл бонитета сельскохозяйственных угодий, а нагрузка овец – на балл бонитета пастбищ. Полученные коэффициенты приведены в таблице 7, по суммарному коэффициенту создана тематическая карта (рис. 14).

Коэффициенты сельскохозяйственных нагрузок приходящихся на 1 балл  
бонитета почв

№ ландшафта	Балл бонитета			Коэффициенты				Суммарное значение коэффициентов
	сельскохозяйственных угодий	пашни	пастбищ	аграрной нагрузки	мелиоративной нагрузки	нагрузки скота	нагрузки овец	
1	37,0	46,1	34,6	0,087	0,022	0,081	0,029	0,219
2	51,9	55,7	40,5	0,126	0,018	0,039	0,025	0,208
3	56,6	59,0	45,5	0,136	0,034	0,071	0,022	0,263
4	43,3	46,9	37,5	0,128	0,021	0,046	0,027	0,222
5	50,7	53,5	38,6	0,150	0,019	0,059	0,026	0,254
6	48,5	58,7	40,2	0,119	0,017	0,041	0,025	0,202
7	72,0	72,7	63,4	0,096	0,028	0,042	0,032	0,198
8	53,7	57,6	40,8	0,139	0,052	0,056	0,049	0,296
9	43,8	49,4	28,1	0,162	0,020	0,046	0,107	0,335
10	37,4	40,0	26,4	0,225	0,025	0,053	0,114	0,417
11	28,9	32,0	22,6	0,250	0,031	0,035	0,177	0,493
12	49,8	50,9	39,5	0,177	0,039	0,060	0,051	0,327
13	39,5	42,6	33,4	0,164	0,023	0,051	0,030	0,268
14	39,1	39,9	31,8	0,251	0,025	0,051	0,094	0,421
15	41,6	42,6	31,5	0,211	0,023	0,048	0,127	0,409
16	23,7	28,9	20,1	0,208	0,035	0,042	0,199	0,484
17	20,6	26,8	18,3	0,187	0,037	0,049	0,164	0,437
18	20,3	23,7	16,8	0,253	0,042	0,049	0,238	0,582
19	25,0	26,4	20,9	0,341	0,076	0,080	0,191	0,688
20	59,0	64,4	38,3	0,093	0,031	0,068	0,026	0,218
21	48,2	54,0	39,9	0,093	0,019	0,041	0,025	0,178
22	63,4	65,3	55,8	0,092	0,015	0,063	0,018	0,188
23	40,0	43,0	29,0	0,186	0,047	0,075	0,069	0,377
24	67,3	71,1	63,5	0,056	0,014	0,059	0,016	0,145

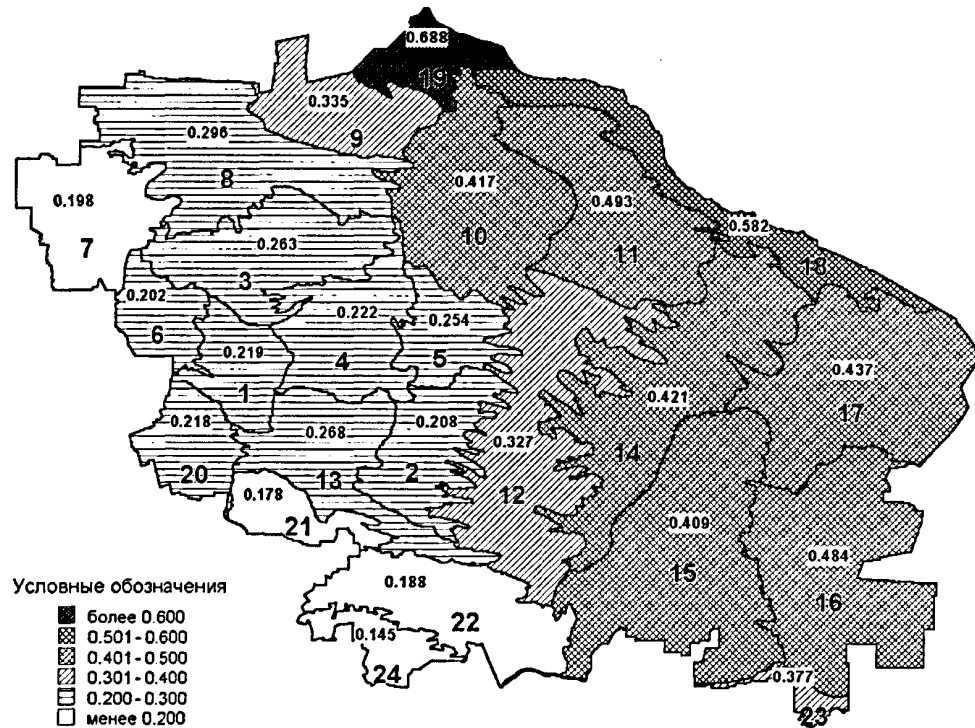


Рис. 14. Суммарный коэффициент сельскохозяйственных нагрузок на агроландшафты Ставропольского края.

Анализируя рис. 14 можно сделать вывод, что возрастание суммарного коэффициента сельскохозяйственных нагрузок имеет четко выраженный зональный характер. С увеличением более чем в 3 раза от предгорных ландшафтов к полупустынным ландшафтам Терско-Кумской низменности и Кумо-Манычской впадины. Это связано как с уменьшением балла почвенного плодородия в восточном и северо-восточном направлении, так и с достаточно высокими нагрузками на ландшафты сухих степей и полупустынь.

#### 4.3. Обобщенная оценка степени деградации почвенного покрова агроландшафтов края

Важность выявления характера деградационных процессов в границах структурных единиц природных ландшафтов. Существующее, далекое от оптимального, плодородие почв агроландшафтов Ставропольского края является следствием долголетнего нерационального их использования,

неадаптивностью земледелия к особенностям рельефа, нерациональным землеустройством, слабым внедрением почвозащитных технологий, незавершенностью систем противозрозионной защиты. Расширился спектр деградационных процессов в крае, интенсивность их проявления и охват территории.

Распаханность предгорий Большого Кавказа и протяженных склонов Ставропольской возвышенности, приводит к интенсивной водной эрозии, а высокая доля пашни в сельхозугодьях в комплексе с засушливым климатом и большим количеством ветровых коридоров на западе и песчаных почв на востоке края – к ветровой эрозии. Обширное распространение на территории Терско-Кумской низменности, Кумо-Манычской впадины и Янкульской депрессии соленосных морских отложений в совокупности с развитой мелиоративной сетью способствуют активным процессам вторичного засоления почв. Интенсивные технологии обработки пашни, недостаточное внесение минеральных и органических удобрений приводят к агрохимической деградации – потере естественного плодородия почв и снижению содержания в них питательных веществ. Развитая промышленность в городах Кавказских Минеральных Вод, Невинномысске, Ставрополе, Буденновске, нефтяные промыслы на востоке края, наличие в западной части края развитой дорожной сети и т.п. привели к загрязнению почв химическими элементами.

Поскольку каждый природный ландшафт и его структурные единицы обладают определенными природными особенностями, которые способствуют или сдерживают развитие деградационных процессов, очень важно проводить анализ деградационных процессов сразу на нескольких геосистемных уровнях – от фаций до провинций ландшафтов.

Вычленив особенности протекания деградационных процессов и связь их с природными свойствами хотя бы на уровне крупных природно-территориальных комплексов ранга ландшафтов очень трудно, поскольку основная базовая информация не увязана с природными структурами, а привязана к административным единицам территории отдельных хозяйств, рай-

онов, края. Поэтому объективную оценку деградационным процессам можно дать только крупным природным единицам – ландшафтам, используя данные почвенных обследований крупных хозяйств, лежащих в границах ландшафтов края.

В адаптивно-ландшафтном земледелии идентификация деградационных процессов, оценка их вредности, площади поражения очень важны, как и в медицине при анализе-диагнозе-прогнозе и лечении болезней. Неустойчивость деградированных почв в агроландшафте, не купированная целой системой защитных и реанимационных мероприятий, может стать очагом экологического бедствия, полного подрыва плодородия почв и сельскохозяйственного производства.

**Агрохимическая деградация почв пашни.** Агрохимическое обследование проводится с целью агрохимической оценки почв и контроля за изменением почвенного плодородия. Прослежена динамика изменения средневзвешенных значений почвенного плодородия агроландшафтов Ставропольского края за период с 1986-1988 годов до 2003 года по следующим показателям: содержанию гумуса в пашне (метод Тюрина в модификации ЦИНАО); содержанию подвижного фосфора в пашне (метод Мачигина в модификации ЦИНАО); содержанию обменного калия в пашне (метод Мачигина в модификации ЦИНАО);

При определении средневзвешенных показателей за 100% принималась фактически обследованная площадь в ядровых группах хозяйств ландшафтов, с помощью SQL-запросов были просчитаны средние значения показателей почвенного плодородия по 286 хозяйствам в 24 ландшафтах (таблица 9).

При характеристике почв по обеспеченности элементами питания по ландшафтам Ставропольского края и рН мы пользовались следующими группировками, принятыми в Агрохимическом центре «Ставропольский» (Агрохимическая характеристика..., 1988; Группировки почв..., 2003; Подколзин, 1997) (таблица 8).

Группировки почв по содержанию питательных веществ.

Группы почв по содержанию питательных веществ	Содержание в мг/кг почвы		Содержание гумуса в %
	подвижный фосфор	обменный калий	
Очень низкое	Менее 10	Менее 100	Менее 2,0
Низкое	11 - 15	101 - 200	2,1 – 4,0
Среднее	16 – 30	201 – 300	4,1 – 6,0
Повышенное	31 – 45	301 – 400	6,1 – 8,0
Высокое	46 – 60	401 – 600	8,1 – 10,0
Очень высокое	Более 60	Более 600	Более 10,0

В результате вычислений были определены изменения содержания питательных веществ в пашне агроландшафтов Ставропольского края за 1988 – 2003 гг., показанные на картах-схемах, построенных методом диапазонов с помощью ГИС MapInfo (рис 15 – 17).

Как видно из выше приведенных данных, изменения показателей плодородия по агроландшафтам края неоднозначны. В большинстве агроландшафтов, особенно в западной части края отмечается убыль гумуса и обменного калия, хотя эти изменения и не выходят за рамки групп обеспеченности. Можно говорить о тенденции снижения почвенного плодородия, не поддерживаемого внесением органических и калийных удобрений, особенно в период реформирования сельского хозяйства. По фосфору тенденции изменения менее тревожные. Возможно, это связано с тем, что еще не истощены запасы подвижного фосфора, накопленные в предреформенный период, когда в почву вносилось ежегодно достаточное количество фосфорных удобрений.

Средневзвешенные значения содержания питательных веществ и их изменение в пашне агроландшафтов Ставропольского края (слой 0 – 20 см).

№ ландшафта	Содержание гумуса на 1.01.1988 г. в %	Содержание гумуса на 1.01.2003 г. в %	Изменение содержания гумуса за 1988 – 2003 гг. (%)	Содержание подвижного фосфора на 1.01.1986 г. в мг/кг почвы	Содержание подвижного фосфора на 1.01.2003 г. в мг/кг почвы	Изменение содержания подвижного фосфора за 1986 – 2003 гг. (%)	Содержание обменного калия на 1.01.1986 г. в мг/кг почвы	Содержание обменного калия на 1.01.2003 г. в мг/кг почвы	Изменение содержания обменного калия за 1986 – 2003 гг. (%)
1	4,76	4,14	-0,62	26,5	19,5	-7,00	465,4	397,2	-68,20
2	3,81	3,33	-0,48	18,4	25,4	7,00	291,9	318,2	26,30
3	3,24	3,21	-0,03	17,9	16,8	-1,10	298,9	274,0	-24,90
4	2,90	3,12	0,22	20,5	19,3	-1,20	392,5	365,4	-27,10
5	2,90	2,86	-0,04	18,2	21,6	3,40	323,7	303,5	-20,20
6	3,55	3,87	0,32	16,4	17,9	1,50	408,6	377,7	-30,90
7	3,57	3,19	-0,38	23,0	19,9	-3,10	409,2	383,0	-26,20
8	2,81	2,82	0,01	18,1	17,4	-0,70	403,0	369,1	-33,90
9	2,63	2,72	0,09	19,8	16,6	-3,20	468,4	421,7	-46,70
10	2,33	2,35	0,02	17,7	18,6	0,90	415,8	372,0	-43,80
11	2,03	1,93	-0,10	17,5	24,0	6,50	415,7	403,4	-12,30
12	2,91	2,74	-0,17	14,7	24,8	10,10	310,2	345,0	34,80
13	4,13	3,80	-0,33	18,3	19,4	1,10	380,5	364,9	-15,60
14	1,87	1,77	-0,10	16,8	25,7	8,90	386,7	390,0	3,30
15	2,30	2,10	-0,20	16,5	28,2	11,70	369,4	374,4	5,00
16	1,67	1,53	-0,14	22,8	27,4	4,60	431,6	436,6	5,00
17	1,37	1,49	0,12	20,8	26,9	6,10	459,1	463,0	3,90
18	1,22	1,48	0,26	22,2	32,6	10,40	450,5	423,9	-26,60
19	1,98	1,80	-0,18	27,7	23,8	-3,90	492,0	434,1	-57,90
20	6,11*	4,08*	-2,03*	28,0	26,5	-1,50	307,4	306,5	-0,90
21	5,14	4,69	-0,45	13,2	18,4	5,20	335,1	335,2	0,10
22	4,76	4,24	-0,52	21,4	29,6	8,20	361,5	412,0	50,50
23	2,30	2,34	0,04	17,9	26,3	8,40	341,3	423,8	82,50
24	н/д	6,80	н/д	31,0	37,0	6,00	294,0	235,0	-59,00

\* к данным по содержанию гумуса в хозяйствах 20-го ландшафта следует относиться критично. Возможно, это связано с тем, что в некоторых хозяйствах, входящих в данный ландшафт, была использована другая методика определения содержания гумуса.



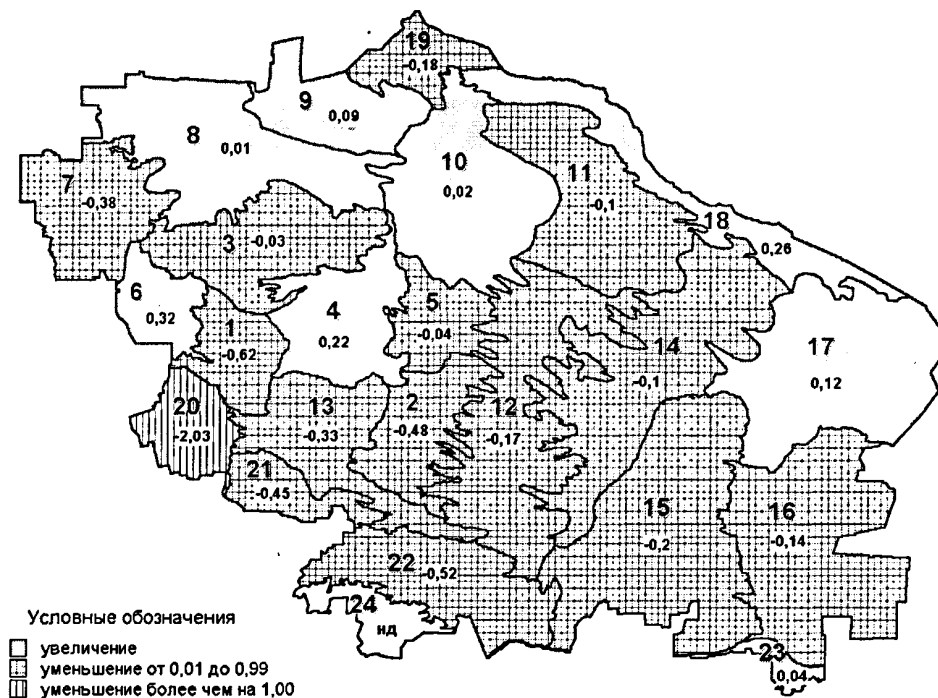


Рис. 15. Изменение содержания гумуса в пашне агроландшафтов Ставропольского края за период с 1988 по 2003 гг. (%).

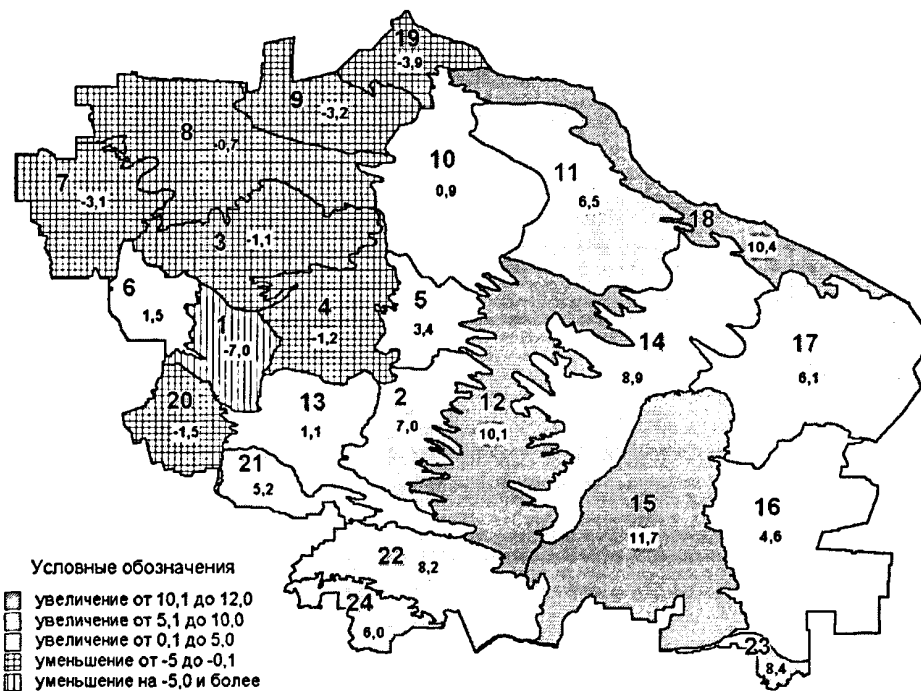


Рис. 16. Изменение содержания подвижного фосфора в пашне агроландшафтов Ставропольского края за период с 1986 по 2003 гг. (мг/кг почвы).

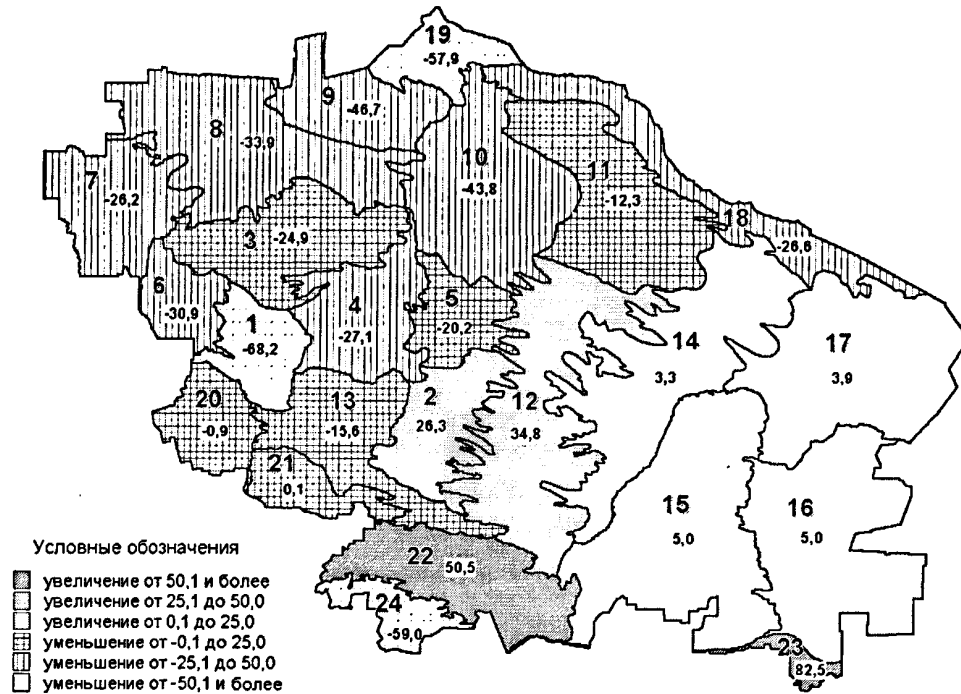


Рис. 17. Изменение содержания обменного калия в пашне агроландшафтов Ставропольского края за период с 1986 по 2003 гг. (мг/кг почвы).

**Загрязнение почв химическими элементами.** По мере ухудшения экологического состояния окружающей среды Ставрополя приобретает все большую актуальность вопрос загрязнения такого важнейшего компонента ландшафтов, как почвы.

Для анализа загрязненности почв ландшафтов края нами были использованы результаты мелкомасштабной экогеохимической съемки Ставрополя, выполненной в 1994 году Геоэкологической партией Центральной геологосъемочной экспедицией (ЦГСЭ) Регионального геологического центра (РГЦ) «Севкавгеология», положенные в основу Карты загрязненности почв и донных отложений Ставропольского края химическими элементами (Карта загрязненности..., 1994; Пояснительная записка..., 1994).

Для всех загрязняющих почвы химических элементов были рассчитаны статистические параметры, в том числе, определены «Ставропольские» фоны, значения которых необходимы при расчете суммарного показателя за-

грязненности ( $Z_c$ ), поскольку экогеохимические аномалии имеют полиэлементный состав (Пояснительная записка..., 1994).

Суммирование концентраций элементов осуществлено по методике, изложенной в «Методических указаниях...» (1987), согласно которым:

$$Z_c = \sum_i^n K_c - (n - 1)$$

где  $K_c$  – коэффициент концентрации  $K_c = \frac{C_i}{C_f}$

$C_i$  – реальное содержание элемента

$C_f$  – фоновое содержание того же элемента

$n$  – число суммируемых элементов.

В качестве шкалы для создания тематической карты, показывающей средневзвешенное значение суммарного показателя загрязненности ( $Z_c$ ) почв в ландшафтах края химическими элементами мы взяли диапазоны, приведенные в «Пояснительной записке к карте загрязненности почв и донных отложений Ставрополя химическими элементами» (1994) и показанное в таблице 10.

В результате перевода в векторный цифровой формат «Карты загрязненности почв и донных отложений Ставропольского края химическими элементами» и применения оверлейных операций были вычислены средневзвешенные значения  $Z_c$  и построены тематическая карта (рис. 18).

Схема оценки почв Ставрополья с использованием показателя суммарного загрязнения химическими элементами.

Коэффициент загрязнения почв	Характеристика загрязнения	Возможное использование территории
Неопасная	$Z_c=1-3$ . Значения $K_c$ не достигают 1,5 и не превышают ПДК	Использование под любые культуры
Допустимая	$Z_c=4-8$ . Значения $K_c$ равны 1,5 и выше, но не превышают ПДК	
Умеренно опасная	$Z_c=9-12$ . Значения $K_c$ равны 1,5 и выше, а по одному из элементов превышают ПДК	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений
Высоко опасная	$Z_c=13-16$ . Значения $K_c$ по многим элементам равны 1,5 и выше, а по двум элементам превышают ПДК	Использование под технические культуры. Использование под сельскохозяйственные культуры ограничено, с учетом растений концентратов
Чрезвычайно опасная	$Z_c>16$ . Значения $K_c$ по многим элементам равны 1,5 и выше, а по нескольким элементам превышают ПДК в два и более раз	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования. Лесозащитные полосы.

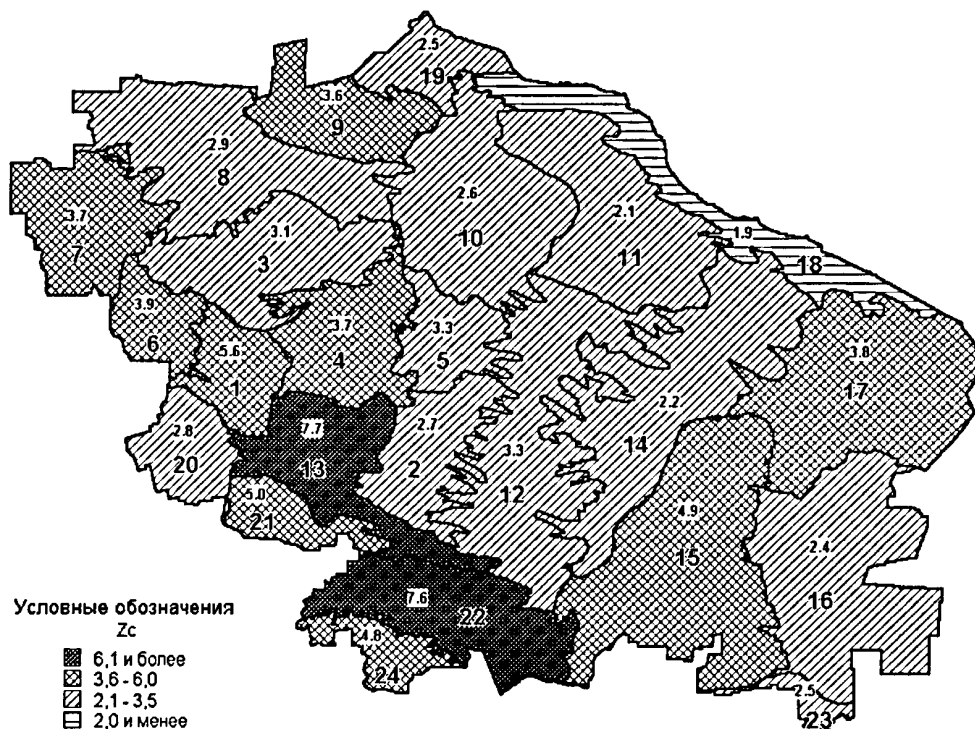


Рис. 18. Средневзвешенное значение суммарного показателя загрязненности почв в ландшафтах Ставропольского края.

Как показывает рис. 18, большая часть ландшафтов (или около 60% территории края) относятся к категории загрязненности почв, определяемой как «неопасная». Широкое распространение эта категория получила в северо-восточных, восточных, северных и западных частях края. Это обстоятельство обусловлено двумя причинами:

1. здесь относительно редко встречаются концентрированные и активно действующие источники загрязнения (крупные населенные пункты, высоко загруженные авто- и железные дороги);
2. редкое распространение природных загрязнителей почв в виде геологических образований, содержащих тяжелые металлы.

Ландшафты, относимые нами к категории загрязненности почв как «допустимая», занимают две полосы.

Первая полоса простирается с северо-запада на юг с увеличением  $Z_c$  к югу. Повышенное значение  $Z_c$  здесь связано с выходом на дневную поверхность «майкопской» свиты глинистых отложений палеогена и неогена, а также интрузивных магматических останцев гор Пятигорья, являющихся природными аномалиеобразующими объектами. Весьма активно сказалось антропогенное воздействие, которое проявилось в многочисленных городах и прочих населенных пунктах, густой сети автомобильных и железных дорог, нефте- и газопроводов, животноводческих, земледельческих и прочих хозяйственных объектов. К элементам, наиболее активно участвующим в загрязнении в пределах описываемой территории, относятся свинец, мышьяк, цинк, относящиеся к элементам первого класса медицинской опасности, медь, относящаяся ко второму классу и другие, связанные преимущественно с хозяйственной деятельностью, а также бор и молибден, относящиеся ко второму классу, и имеющие природное происхождение.

Вторая полоса идет по долине реки Кумы, которая практически превращена в сплошную селитебную зону, одновременно являющуюся зоной интенсивного сельскохозяйственного производства, охватывает районы нефтяных промыслов и площади интенсивного земледелия и широкого развития

мелиорации в Степновском и Курском районах. Элементам, наиболее активно участвующим в загрязнении в пределах второй полосы, являются медь, свинец, мышьяк, цинк, барий и другие, связанные преимущественно с хозяйственной деятельностью, а также бор и скандий, имеющие природное происхождение.

**Интегральная оценка деградационных процессов в ландшафтах Ставропольского края.** Для решения выше поставленных задач по оценке и типизации ландшафтов по развитию деградации почв большое значение имеет расчет обобщенного показателя.

Большинство почвенных деградационных процессов характеризуются двумя показателями: площадью распространения и интенсивностью поражения. При оценке эродированности почв, процессов засоления, гидроморфизма, каменистости мы посчитали правомерным заменить качественные характеристики проявления деградационных процессов: слабое, среднее, сильное, на количественные, используя поправочные коэффициенты (коэффициенты понижения), применяемые при бонитировке почв. Во-первых, эти коэффициенты имеют один критерий оценки – степень снижения продуктивности зональных почв; во-вторых, они получены в результате обобщенных многочисленных зависимостей урожайности и агрономически важных свойств почв, полученных в полевых опытах и в производстве; в-третьих, большинство из них учитывает региональные особенности свойств почв и рекомендовано к использованию в крае специальными постановлениями.

Для расчетов были использованы следующие поправочные коэффициенты на эродируемость и дефлируемость почв (Серый, 1984; Теоретические основы, 1991), приведенные в таблице 11.

Таблица 11

Поправочные коэффициенты на эродируемость и дефлируемость

Провинция ланд-шафтов	Степень эродируемости		
	слабая	средняя	сильная
Степь и лесостепь	0,86	0,69	0,47
Сухая степь	0,82	0,67	0,46
Полупустыня	0,88	0,73	0,53
Средняя для всех провинций	Степень дефлируемости		
	0,86	0,70	0,48

Поправочные коэффициенты на каменистость, засоленность почв, солонцеватость и солончаковатость и гидроморфизм взяты из «Нормативно-правовых актов ... 1997 года», часть их уточнена по материалам лаборатории солонцов СНИИСХ; они приведены в таблице 12.

Таблица 12

Поправочные коэффициенты на каменистость, засоленность, гидроморфизм

Вид деградации	Степень интенсивности деградационных процессов		
	слабо	средне	сильно
Каменистость	0,9	0,8	0,6
Засоленность	0,9	0,8	0,7
Заболачивание	0,67	0,60	0,50
Переувлажнение	0,70		
Солончаки	0,30		
Солонцовые комплексы	< 25%	25-50%	> 50%
	0,85	0,70	0,40

Поскольку поправочные коэффициенты на виды деградаций представляют собой долю продуктивности, которую имеют почвы подверженные деградационным процессам, от продуктивности зональных почв принятой за единицу, то разница между единицей и поправочным (понижающим) коэффициентом может служить мерой интенсивности поражения почв разны-

ми видами деградаций, названной индексом интенсивности поражения (ИИП) (приложение 6-7). Произведение ИИП на относительную площадь поражения (%) может служить мерой опасности (мерой развития) данного вида деградации, выраженной в баллах. **Обобщенный показатель деградированности почв определялся суммированием баллов оцениваемых видов деградаций.**

На первом этапе площади распространения видов деградаций были выражены в процентах от обследованных площадей и определены средневзвешенные понижающие коэффициенты по всем видам деградаций.

Такие расчеты проведены для пашни и сельскохозяйственных угодий ландшафтов края. В некоторых ландшафтах (1, 4, 6, 13, 21) сумма пораженной различными видами деградаций площади оказалась больше общей площади обследованных земель, что свидетельствует о явном «наложении» различных видов деградаций на часть площади. Интегрирующий эффект наложения был определен делением пораженной площади на обследованную. Полученный коэффициент был использован как корректирующий при комплексной оценке интенсивности поражения анализируемых видов деградаций, поскольку совместные проявления деструктивных процессов вызывает эффект синергизма (Ксн). Так, для сельскохозяйственных угодий первого ландшафта он будет равен 1,65 (164,5% / 100%), а для пашни – 1,37 (137,1% / 100%), для четвертого – соответственно 1,37 и 1,03, шестого – 1,27 и 1,09, тринадцатого – 1,70 и 1,52, двадцать первого – 1,37 и 1,24 (приложение 4-5).

Как было отмечено выше, деградирующий эффект складывается из двух составляющих – площади и интенсивности поражения. Совместное использование этих составляющих позволит оценить вклад каждого вида деградаций в суммарный деструктивный процесс. Произведение площади проявления на интенсивность поражения может служить обобщающим баллом вредности любого вида деградаций, а сумма этих баллов для ландшафтов – комплексным баллом оценки. Весь процесс расчета интегральной оценки процессов деградации представлен в приложениях 2-9.



Доля оценочного балла данного вида деградации по отношению к сумме баллов всех видов деградаций определяет доминирующие и второстепенные виды.

Все виды деградаций могут по разному сочетаться на различных территориях. Чтобы можно было легче типизировать территории по сочетанию деструктивных процессов предлагаются формулы, в которых используются буквенные обозначения видов деградаций и их вклады (%) в снижение продуктивности почв. Приняты следующие буквенные обозначения: З – засоленность; С – солончаки, солонцы, солонцовые комплексы; П – переувлажнение; Б – заболачивание; К – каменистость; В – водная эрозия; Д – дефляция; ВД – совместная эрозия. Тогда соотношение и вредоносность деградационных процессов, например, для пашни первого ландшафта будет иметь вид:  $Z_{32} C_{31} B_{23} K_8 D_4 P_2$ , по седьмому ландшафту –  $B_{52} D_{40} P_6 Z_1$ , что свидетельствует о доминировании в первом ландшафте фактора галогенеза (63%) и водной эрозии почв (23%), а по седьмому ландшафту – водной эрозии (52%), дефляции (40%) и гидроморфизма (6%).

Для сокращения формулы сочетаний можно объединить виды деградаций, сходных по типу процессов: галогенеза, гидроморфизма. Тогда по первому ландшафту формула примет вид  $(ЗС)_{63} B_{23} K_8 D_4$  (приложение 9).

Наш методический подход позволяет судить как о распространении деградационных процессов, так и о интенсивности поражения и, на наш, взгляд более объективно оценивать вредоносность деградационных процессов.

Согласно нашим данным, исходя из формулы соотношения видов деградаций для пашни края  $C_{29} Z_{26} B_{19} D_{13} P_6 K_3 B D_3$ , на первом месте среди лимитирующих факторов стоят различные виды засоления (СЗ) – 55%, затем водная эрозия (В) – 19%, дефляция (Д) – 13%, переувлажнение почв (П) – 6%, каменистость (К) – 3% и совместное проявление эрозионных процессов (ВД) – 3%.

Предлагаемый подход к оценке деградационных процессов позволяет дифференцировать и оценивать деградации, вызванные преимущественно природными процессами: засоление, солончаковатость, солонцеватость, каме-

нистость, заболачивание и пр., и процессы, вызванные преимущественно нерациональной хозяйственной деятельностью: водная эрозия и дефляция, подтопление, различные виды химической, биологической и физической деградации. Суммируя баллы последних можно оценить ландшафты по развитию антропогенных деградаций. Так, в целом по краю балл преимущественно антропогенных деградаций пашни, что составляет 42% от общего балла, равен 5,2, а их виды по убыванию вредоносности ранжируются следующим образом:

$$B_{46}D_{31}П_{15}(ВД)_7$$

Таким же способом могут быть оценены виды деградаций преимущественно природного происхождения.

Например, в девятом (Бурукшунском) ландшафте оценочный балл засоления почв в сельскохозяйственных угодьях составляет 8,4 балла, солончаков – 2,73, солонцов и солонцовых комплексов – 4,5, заболачивания – 0,73 балла. Итоговый балл природной деградации составляет по этому ландшафту 16,36 балла или 83% от общей деградации. Виды деградаций ранжируются по формуле:

$$З_{51}Ск_{28}Сол_{17}Б_4$$

где Ск – солонцы и солонцовые комплексы,

Сол – солончаки.

На 44,8% площади сельскохозяйственных угодий девятого ландшафта среди природных факторов, снижающих плодородие почв, на первом месте стоит их засоление (51%), затем, солонцы и солонцовые комплексы (28%) и солончаки (17%). В соответствии с выявленным ранжированием неблагоприятных факторов должна строиться и стратегия мелиоративных мероприятий. В приложении 9 приводятся итоговые формулы деградации сельскохозяйственных угодий и пашни по ландшафтам Ставропольского края.

Рассмотрение сочетаний видов деградаций позволяет объединить ландшафты по классификациям сочетаний. Так, по доминированию видов дегра-

даций почв связанных с засолением пашни выделяется большая группа из 15 ландшафтов, где на долю засоления приходится от 31 до 97% вредоносности деградационных процессов. Ландшафты ранжируются по мере увеличения доли вредоносности процессов засоления пашни в общей деградации следующим образом:

8→5→22→20→2→6→17→21→11→4→1→16→10→13→9→19

Доминированием вредоносности процессов водной эрозии отличается пашня следующих ландшафтов:

22→21→5→12→7→15→14

Каменистость, как фактор деградации доминирует в третьем и двадцать четвертом ландшафтах. Особенно высока в разрушении почв роль дефляционных процессов в 17 (37%), 16 (32%), 5 (17%), 20 (16%), 3 (15%) ландшафтах.

Преобладание того или иного вида деградаций предопределяет очередность мелиоративных восстановительных мер на территории ландшафтов, но размеры поражения могут быть выявлены только при сопоставлении площадей и баллов поражения каждого ландшафта.

Вся территория распределяются по поражению на 4 группы ландшафтов. При этом разница между крайними значениями балльной оценки достигает по сельскохозяйственным угодьям ландшафтов 70 единиц, пашни – 60 единиц.

Особенно тревожное состояние сельскохозяйственных угодий в 11, 2, 6, 17, 21, 4, 1 и 13 ландшафтах края, пашни в 6, 4, 21, 1 и 13 (табл. 13, рис.19-20).

Интегральная оценка пораженности почв сельскохозяйственных угодий и пашни деградационными процессами в ландшафтах Ставропольского края

№ п/п	Ландшафты	Сельскохозяйственные угодья				Пашня			
		Площадь поражен- ния, %	Коэффициент си- нергизма (Ксн)	Балл оценки		Площадь пораже- ния, %	Коэффициент си- нергизма (Ксн)	Балл оценки	
				балл	балл с уче- том Кс			балл	балл с уче- том Ксн
1	Верхнегорлыкский	164	1,65	45	74	137	1,37	33	45
2	Прикалаусско-Саблинский	111	1,11	27	30	97		20	
3	Ташлянский	51		11		37		6	
4	Грачевско-Калаусский	137	1,37	35	48	103	1,03	23	24
5	Прикалаусско-Буйволинский	51		12		36		7	
6	Егорлыкско-Сенгилеевский	127	1,27	27	35	109	1,09	19	20
7	Расшеватско-Егорлыкский	24		4		22		3	
8	Среднегорлыкский	45		11		29		5	
9	Бурукшунский	57		20		29		8	
10	Нижекалаусский	46		12		37		9	
11	Айгурский	94		27		72		19	
12	Карамык-Томузловский	43		8		34		5	
13	Кубано-Янкульско-Суркульский	170	1,70	52	88	152	1,52	42	63
14	Левокумский	39		9		33		6	
15	Правокумско-Терский	28		7		20		4	
16	Курско-Прикаспийский	84		24		55		11	
17	Нижекумско-Прикаспийский	117	1,17	35	42	58		11	
18	Чограйско-Рагулинский	-	-	-	-	-		-	
19	Западно-Манычский	60		20		40		12	
20	Прикубанский	84		22		55		12	
21	Воровсколесско-Кубанский	137	1,37	31	42	124	1,24	23	28
22	Подкумско-Золкинский	77		20		59		13	
23	Малкинско-Терский	-		-		-		-	
24	Кубано-Малкинский	93		25		79		14	

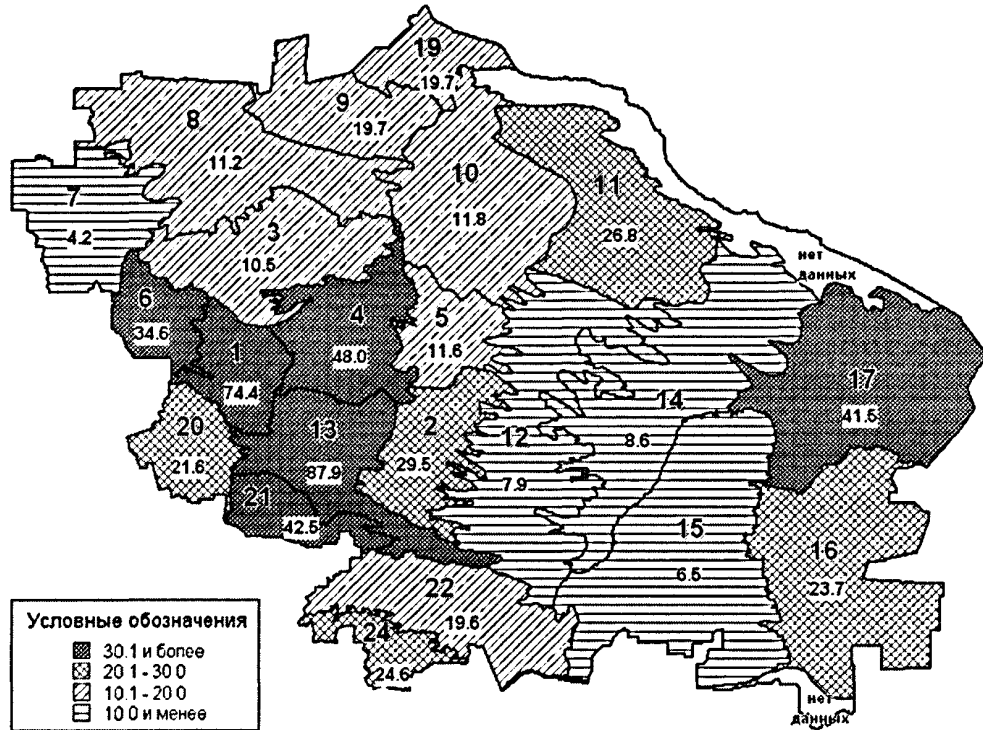


Рис. 19. Суммарный балл оценки деградационных процессов почвенного покрова сельскохозяйственных угодий в ландшафтах Ставропольского края.

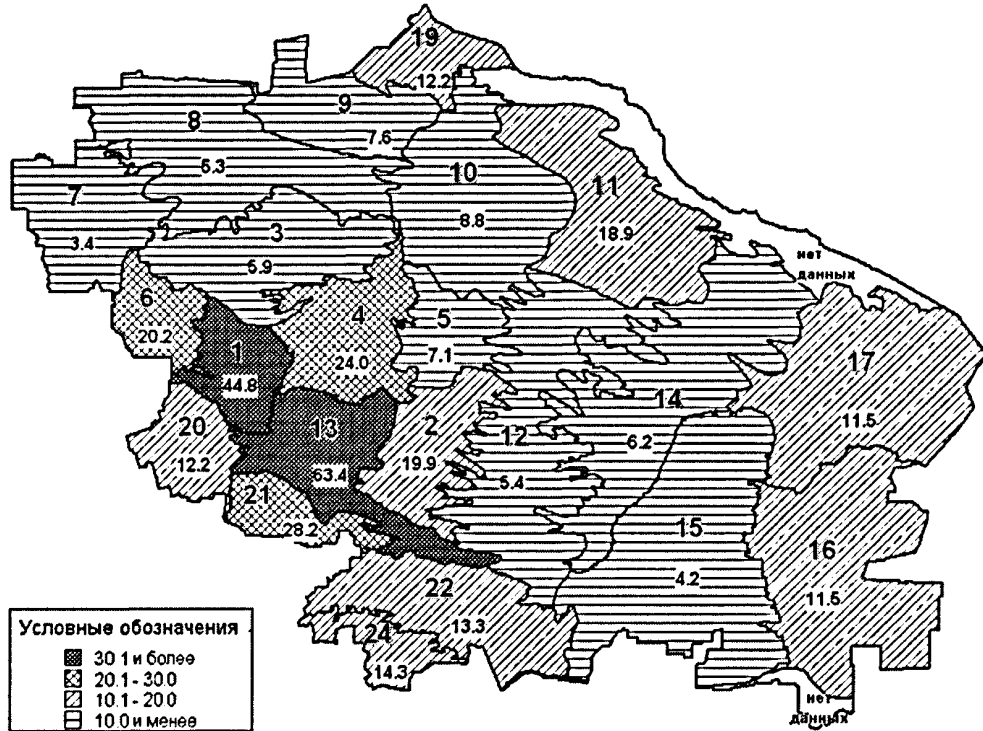


Рис. 20. Суммарный балл оценки деградационных процессов почвенного покрова пашни в ландшафтах Ставропольского края.

#### 4.4. Пути оптимизации соотношения угодий в агроландшафтах

**Оценка возможности оптимизации соотношения угодий в ландшафтах края для стабилизации деградационных процессов.** Главная причина экологической нестабильности ландшафтов Ставропольского края заключается в чрезмерной распашке их территории, достигающей 80-90% от площади. Существует много подходов к определению доли пашни в агроландшафтах. Это и густота долинно-балочного расчленения (Володин и др., 1999), потребность в кормах и количестве навоза, необходимого для компенсации утраты почвенного плодородия (Митрофанов, 1998), метод экологической емкости ландшафтов (Володин и др., 1999).

Наш подход опирается на результаты агроэкологической инвентаризации пашни (Схема использования ..., 1997), которая дифференцирует ее по плодородию, рельефу, необходимости и затратности мелиоративных мероприятий, то есть ее экологическому состоянию на шесть агроэкологических групп.

I-Агроэкологическая группа. Особо ценные земли с балльной оценкой выше среднерайонного уровня с уклонами местности до 1°, с зональными почвами, неподверженными процессам деградации, пригодными для возделывания сельскохозяйственных культур без особых ограничений;

II-Агроэкологическая группа. Ценные земли с балльной оценкой ниже или близкой к среднерайонному уровню, с уклонами местности 2-3°, с зональными почвами подверженными деградационным процессам в слабой степени, которые могут быть преодолены противозерозионными агротехническими и мелиоративными мероприятиями;

III-Агроэкологическая группа. Участки пашни с различными уклонами местности, но не более 5°, с почвами, подверженными деградации в средней степени, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые могут быть преодолены средnezатратными мелиоративными мероприятиями;

IV-Агрэколагічная група. Участкі пашні в сильнай ступені утратылі свае ўласцівасці, малопрыгодныя для возделывания сельскагаспадарчых культур, на якіх у адпаведнасці з законам «О захаванні глебы і прадухіленні іх дэградацыі» (1995) намячаецца змяненне цэлявага назначэння;

V-Агрэколагічная група. Участкі пашні, падвержаныя дэградацыі в сильнай ступені, непрыгодныя для возделывания сельскагаспадарчых культур, падлежаць выводу з састава сельскагаспадарчых угоддзяў з наступнай кансервацыяй;

VI-Агрэколагічная група. Участкі богарнай і орошаемай пашні, падвержаныя падтопленню, вторичному засолению, требуюць правядзення работ па ўстраненню избыточного переувлажнения, рассоления и по другим причинам, подлежащие переводу в стадию мелиоративного строительства.

В качестве атрибутов для расчетов использовались данные по площади агроэкологических групп пашні в разрезе хозяйств. Результаты вычислений отражены на рис. 21 – 23.

Для количественной оценки фактора распаханности была принята шкала экологической устойчивости агроландшафтов при различной степени распаханности (Лопырев, 1995):

1. Эколагічнае раўнаважзе 20% і менее;
2. Устойчивое 21-29%;
3. Среднеустойчивое 30-39%;
4. Слабоустойчивые 40-49%;
5. Порогоустойчивые 50-59%;
6. Неустойчивые 60-69%;
7. Разрушенные 70-79%;
8. Очень разрушенные 80-89%;
9. Чрезвычайно разрушенные 90% и более.

Виды деградаций, площадь и интенсивность поражения при грамотно проведенной инвентаризации должны отражаться в специфичном соотношении агроэкологических групп земель в ландшафтах края.

Проведенный анализ (табл. 14) подтвердил, что соотношение агроэкологических групп земель, достаточно верно отражает природную специфику ландшафтов.

Все многообразие соотношений агроэкологических групп земель в ландшафтах было сведено в единый средневзвешенный показатель – балл экологической уязвимости, принимая номер группы за балл оценки, повышающийся от первой к шестой группе. Оценка ландшафтов края по этому показателю подтвердила сложность экологической ситуации, вызванной широким развитием деградации почв в следующих ландшафтах края: 1 (3.35); 24 (3.02); 18 (2.96); 21 (2.85); 13 (2.64); 17 (2.49); 6 (2.29); 2 (2.26); 16 (2.15); 4 (2.07) и 11 (2.05), то есть в 10 ландшафтах.

Полученные результаты по процентному соотношению пашни к сельскохозяйственным угодьям приведены в таблице 14.

Руководствуясь мыслью о том, что нестабильность агроландшафта определяется в первую очередь тем, что в пашне используются уже разрушенные деградированные земли IV-VI агрогрупп, был просчитан вариант оптимизации распаханности каждого ландшафта за счет вывода из нее этих земель. На втором этапе кроме деградированных рассматривался и вывод склоновых, эрозионноопасных земель третьей агрогруппы (табл. 15).

Анализ материалов, сведенных в таблицу 15, и оцененных по критериям М.И. Лопырева (1995) показал, что в настоящее время только 8 ландшафтов (27,8% территории края) имеют распаханность ниже пороγουстойчивой, а 59,1% территории края или 12 ландшафтов из 24 можно отнести к разрушенным, поскольку их распаханность превышает 70%, а в 2-х ландшафтах (7 и 15) даже 90% (рис. 21).



Соотношение агроэкологических групп земель в ландшафтах края, как индикатор их экологического состояния

№ ландшафтов	Соотношение агрогрупп в пашне, %				Средневзвешенный балл экологической уязвимости
	Лучшие (I)	Хорошие (II)	Склоновые и засоленные (III)	Дегradированные (IV-VI)	
1	6	13	32	49	3.35
2	21	45	22	12	2.26
3	61	24	10	4	1.57
4	35	32	24	9	2.07
5	40	46	10	4	1.79
6	28	33	24	14	2.29
7	74	19	4	3	1.37
8	73	19	3	5	1.46
9	69	23	0	7	1.46
10	65	30	5	1	1.43
11	41	24	26	9	2.05
12	62	31	5	2	1.46
13	16	34	26	24	2.64
14	77	9	14	1	1.38
15	80	12	6	3	1.31
16	36	32	22	10	2.15
17	54	8	27	12	1.98
18	11	12	52	25	2.96
19	50	28	9	13	1.86
20	53	21	13	14	1.89
21	11	21	45	24	2.85
22	64	19	8	10	1.66
23	62	26	4	9	1.60
24	11	19	28	42	3.02
По краю	58	23	12	7	1.70

## Оптимизированная распаханность в агроландшафтах Ставропольского края.

№ ландшафтов	Соотношение агрогрупп в пашне, %				Распаханность		
	Лучшие (I)	Хорошие (II)	Склоновые и засоленные (III)	Деградированные (IV-VI)	Существующая (I-VI)	Без деградированных земель (I-III)	Без деградированных, склоновых и засоленных земель (I-II)
1	6	13	32	49	53	27	10
2	21	45	22	12	72	64	48
3	61	24	10	4	79	76	68
4	35	32	24	9	56	51	38
5	40	46	10	4	79	77	69
6	28	33	24	14	63	54	39
7	74	19	4	3	93	91	87
8	73	19	3	5	87	82	79
9	69	23	0	7	70	65	65
10	65	30	5	1	79	78	74
11	41	24	26	9	66	59	42
12	62	31	5	2	88	86	82
13	16	34	26	24	52	40	27
14	77	9	14	1	84	84	72
15	80	12	6	3	90	88	83
16	36	32	22	10	40	36	27
17	54	8	27	12	28	25	17
18	11	12	52	25	37	28	9
19	50	28	9	13	73	63	56
20	53	21	13	14	69	59	51
21	11	21	45	24	51	39	16
22	64	19	8	10	80	72	66
23	62	26	4	9	77	69	67
24	11	19	28	42	39	22	12
<b>По краю</b>	<b>58</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>57</b>

При выведении из пашни деградированных земель (IV-VI агрогрупп) уже 40,2% территории края (11 ландшафтов) могут иметь распаханность ниже порога устойчивости, а 9 ландшафтов (47,1% территории) остаются с распаханностью от 71 до 90%. При выключении из обрабатываемой пашни земель третьей агрогруппы уже 13 ландшафтов (56,2% территории) значительно повышают свою устойчивость (распаханность ниже порога устойчивой). При этом следует отметить, что в разряд устойчивых и экологически равновесных могут перейти 7 ландшафтов с площадью в 27,2% от территории края. На рис. 22 и 23 изображена оптимизированная (без IV-VI агрогрупп) и максимально оптимизированная (без III-VI агрогрупп) распаханность ландшафтов края.

Однако и в третьем варианте распаханность 11 ландшафтов (43,8% территории края), где большие площади занимают плодородные экологически устойчивые земли I и II агрогрупп, остается достаточно высокой – от 65 до 87%. Понятно, что переводить эти ценные земли из пашни в другие виды угодий экономически нецелесообразно, а потому нужны новые подходы к стабилизации пашни в агроландшафтах с высокой распаханностью.

Как видно из таблицы 15 вывод земель III-VI агрогрупп снижает распаханность агроландшафтов, но все же более половины будут относиться к разрушенным агроландшафтам, поскольку их распаханность свыше 70%. Это требует новых подходов к обеспечению их устойчивости.

Поскольку агроэкологическая дифференциация пашни требует ее адекватного дифференцированного использования под полевые, кормовые и почвозащитные севообороты, это позволит улучшить и экологическую стабильность агроландшафтов.

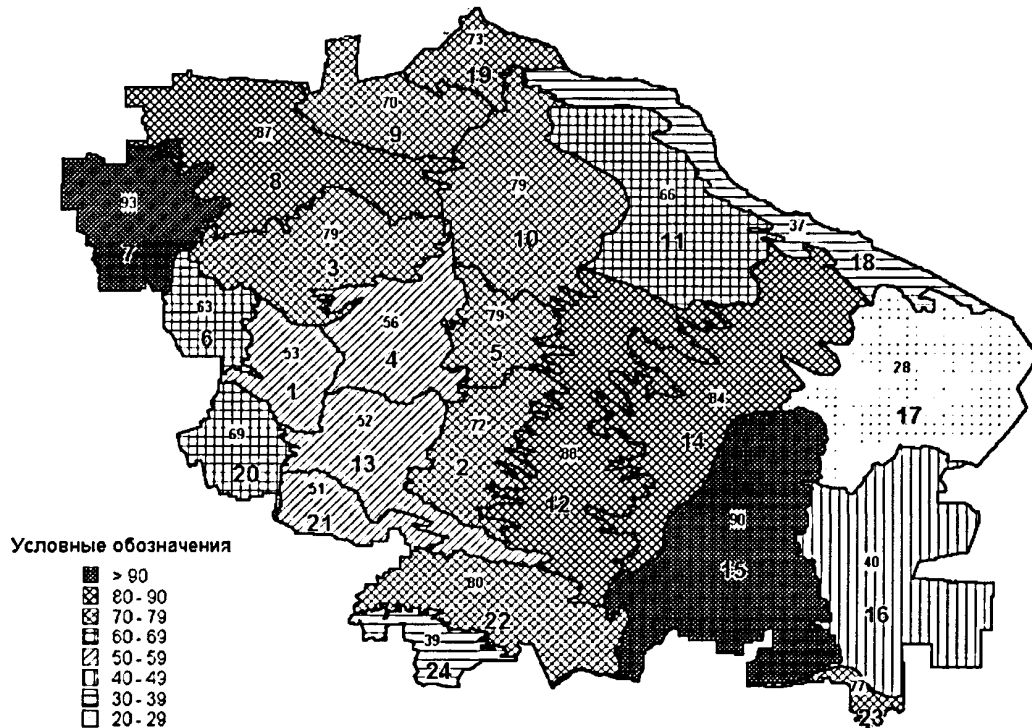


Рис. 21 Существующая распаханность ландшафтов Ставропольского края (процентное отношение к сельскохозяйственным угодьям).

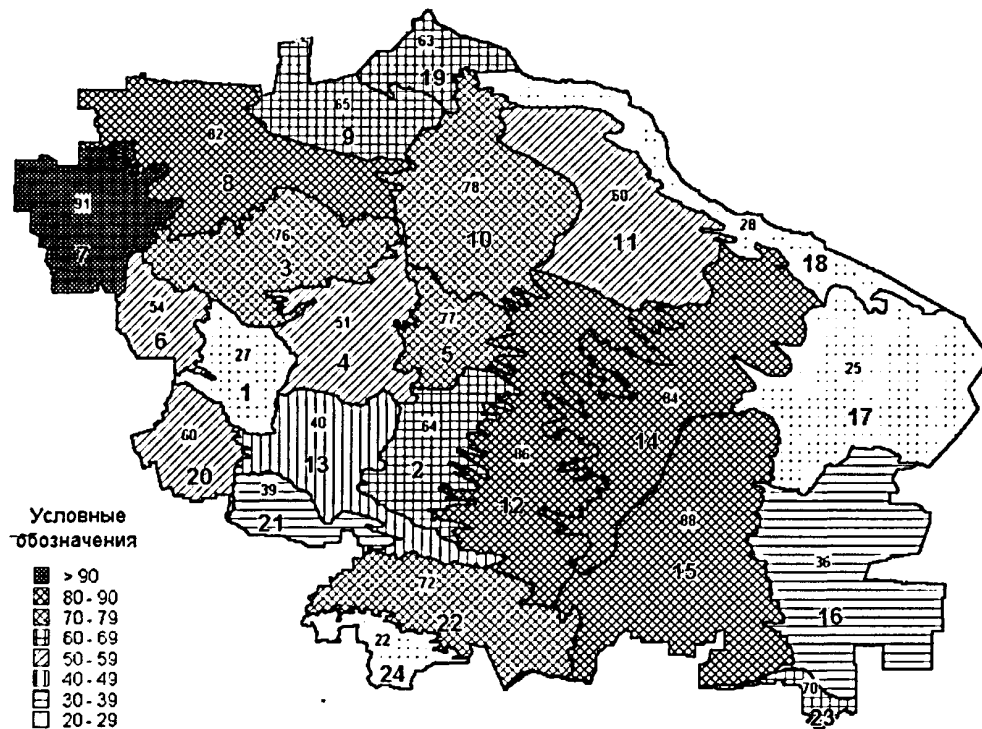


Рис. 22. Распаханность ландшафтов Ставропольского края при выводе из пашни деградированных земель IV-VI агроэкологических групп.

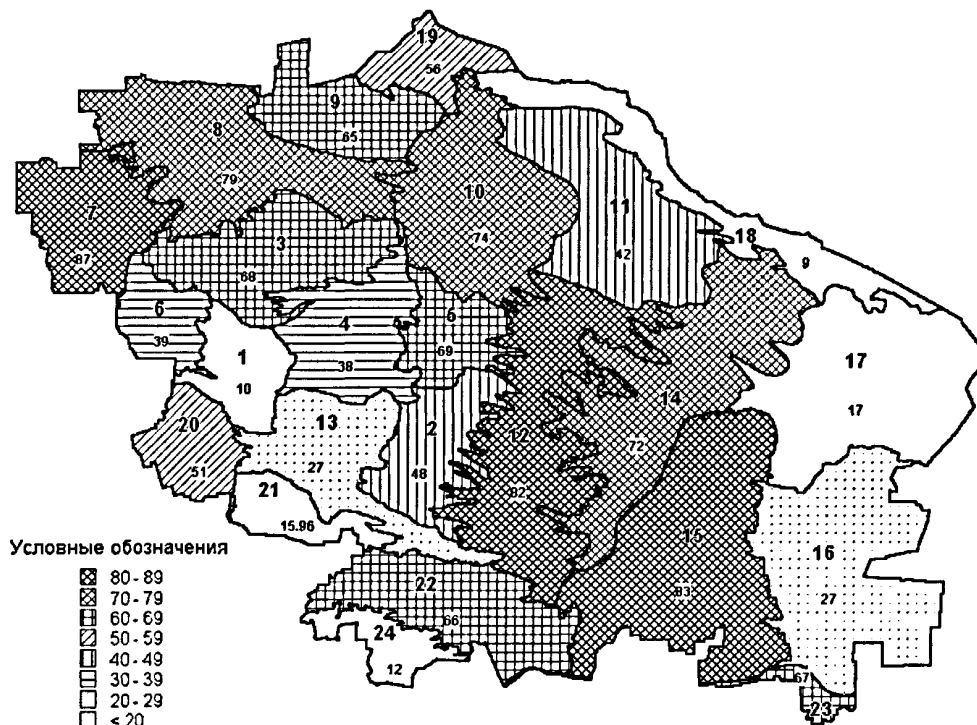


Рис. 23. Распаханность ландшафтов Ставропольского края при выводе из пашни деградированных (IV-VI), склоновых и засоленных (III) агроэкологических групп земель.

Определяющая роль типов местностей в экологическом состоянии ландшафтов Ставропольского края. Всё своеобразие, сложность и уникальность природных условий Ставропольского края выражена в выделенных на его территории 24 ландшафтах, 19 из которых относятся к Русской равнине, а 5 к Большому Кавказу. Выделенные ландшафты объединяются в пять провинций и четыре подпровинции, и состоят из 3-6 местностей, которые подразделяется в свою очередь на урочища, подурочища, фации. В 24 ландшафтах края насчитывается 93 местности. По гипсометрии, геоморфологии, геологии, положению на геохимической катене они могут быть объединены в 24 типа.

Для выяснения взаимосвязи между соотношением агроэкологических групп пашни и распространением деградационных процессов в ландшафтах края нами была составлена матрица, с одной стороны которой располагался ряд местностей по снижению их гипсометрического уровня и геологического

возраста, а с другой ландшафты, с оценкой сельскохозяйственных угодий по деградационному баллу, а пашни по коэффициенту экологической уязвимости. На пересечении граф указывалась доля типов местностей в структурной иерархии каждого ландшафта. Отдельно рассматривались ландшафты Русской равнины и Большого Кавказа (табл. 16, 17).

Как видно из представленных материалов, сложность экологической обстановки в том или ином ландшафте определяется в первую очередь спецификой входящих в его состав типов местностей. Высокие структурно-денудационные плато, эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской и апшеронской поверхностей выравнивания, а также аллювиально-морские равнины и эоловые дефляционно-аккумулятивные низменности в первую очередь подвержены деструктивным процессам (ландшафты 1, 2, 4, 6, 13, 16, 17). Эта же матрица по типологии местностей четко дифференцирует ландшафты по провинциям лесостепей и степей Ставропольской возвышенности (ландшафты 1-6, 13), ландшафтам степей (7-10, 11, 12, 14, 15, 19) и ландшафтам полупустынь и пустынь (16-18).

Ландшафты Большого Кавказа, по доминированию типов местностей делятся на группу с преобладанием местностей моноклиальных гряд и останцевых плато (21 и 24 ландшафты), определяющих сложность их экологического состояния и более благополучную группу (20, 22, 23) ландшафтов речных террас.

Таблица 16  
Матрица распределения ландшафтов равнин Предкавказья по типам местностей и степени экологической напряженности

№	Номера ландшафтов	СТИ																	
		1	2	3	5	4	13	6	10	7	8	9	15	19	12	11	14	16	17
	Средневзвешенная агроэкологическая группа пашни	3.35	2.26	1.57	1.79	2.07	2.64	2.29	1.43	1.37	1.46	1.31	1.86	1.46	2.05	1.38	2.15	1.98	2.96
	Балл деградированности сельскохозяйственных угодий	74	30	11	12	48	88	35	12	4	11	20	7	20	8	9	24	42	*
	Тип местности																		
1	Структурно-денудационные высокие плато	21.8	9.3																
2	Структурно-денудационные низкие плато		27.2	67.0	73.2	6.0		39.3	11.7										
3	Эрозионно-денудационные высокие равнины акчагльской поверхности выравнивания	69.5	48.8			25.2	6.5												
4	Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания			18.7	17.3	54.7	82.2	38.3											
5	Аккумулятивные первичные четвертичные равнины								19.6	62.1	38.4	17.7	42.9	45.4	40.8	23.8			
6	Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины								60.3	32.6	47.7	63.9	51.1	62.8	46.0	52.5	57.6	8.9	6.4
7	Аллювиально-морские нижнехвалыньские и хазарские равнины																7.3	33.1	63.4
8	Аллювиально-морские хвалыньские аккумулятивные равнины																53.2	39.8	7.3
9	Аллювиально-озерные аккумулятивные поствалыньские равнины																	6.2	29.4
10	Эоловые дефляционно-аккумулятивные и аллювиально-морские низменности																28.5	3.6	
11	Пойменные аллювиальные современные равнины														2.8	10.8	2.1	10.1	
12	Верховья речных долин	8.7	10.3	4.1	5.2	0.7													
13	Речные долины верхнего течения рек		4.2	8.0	4.4	6.4	11.7	2.5											
14	Речные долины среднего течения рек				7.1			11.0	8.4	5.3	14.1	2.8	5.2	7.6	5.8	3.9	8.8		
15	Озерные котловины							5.8											

\* показатели не определены

Таблица 17  
 Матрица распределения ландшафтов равнин Большого Кавказа по типам местностей и степени экологической напряженности

№	Номера ландшафтов	ЖЕЛТОСТЬ						
		23	20	22	21	24	25	
	Средневзвешенная агроэкологическая группа пашни	1.60	1.89	1.66	2.85	3.02		
	Балл деградированности сельскохозяйственных угодий	*	22	20	72	25		
	Тип местности							
1	Средневысотные моноклиальные структурно-денудационные куэсты						10.9	
2	Низкие горные моноклиальные гряды и останцовые плато				50.5	76.5		
3	Эрозионно-денудационные глубокорасчлененные равнины				47.2			
4	Эрозионно-тектонические межуэстовые депрессии						5.4	
5	Долины верхнего течения рек	6.8		11.7	2.3	7.3		
6	Верхнеплиоценовые и нижнечетвертичные террасы		40.5	20.4				
7	Равнины нижне-среднечетвертичные террасы			64.8				
8	Средне- и верхнечетвертичные террасы	83.6	46.4					
9	Пойменные террасы	8.0	13.4					
10	Останцовые магматические горы			2.5				

\* показатели не определены



#### 4.5. Оценка экологического состояния агроландшафтов через КЭСЛ (коэффициент экологической стабилизации ландшафтов)

Рассматривая вопросы устойчивости и оптимизации ландшафтов, очень важно располагать системой количественных оценок и характеристик изучаемых процессов. В этой связи заслуживает внимания возможность оценивать степень экологической устойчивости ландшафта с помощью коэффициента экологической стабилизации (КЭСЛ), интегрирующего качественные и количественные характеристики абиотических и биотических элементов ландшафта (Агроэкология, 2001).

Первый метод оценки с помощью этого коэффициента основан на определении и сопоставлении площадей, занятых различными элементами ландшафта, с учетом их положительного или отрицательного влияния на окружающую среду:

$$\text{КЭСЛ}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n F_{cm}}{\sum_{i=1}^m F_{ncm}},$$

где  $F_{cm}$  – площади занятые стабильными элементами ландшафта – сельскохозяйственными культурами и растительными сообществами, оказывающими на него положительное влияние (леса, зеленые насаждения, естественные луга, заповедники, заказники и пахотные земли, занятые многолетними культурами);

$F_{ncm}$  – площади, занятые нестабильными элементами ландшафта (ежегодно обрабатываемые пашни, земли с неустойчивым травяным покровом, склонами, площадями под застройкой и дорогами, зарастающими и заиленными водоемами, местами добычи полезных ископаемых, другими участками, подвергшимися антропогенному опустошению) (Агроэкология, 2001).

Оценку ландшафта производят по следующей шкале:

<i>КЭСЛ<sub>1</sub></i>	<i>Характеристика ландшафта</i>
$\leq 0,5$	<i>Нестабильность хорошо выражена</i>
<i>0,51 ... 1,00</i>	<i>Состояние нестабильное</i>
<i>1,01 ... 3,00</i>	<i>Состояние условно стабильное</i>
<i>3,01 ... 4,50</i>	<i>Состояние стабильное</i>
<i>4,51 и более</i>	<i>Стабильность хорошо выражена</i>

В нашей работе использовались данные по землепользователям за 1986 г. (Экспликация земель ..., 1986). По ядровым группам хозяйств в ландшафтах были просчитаны площади стабильных и нестабильных элементов агроландшафтов.

К стабильным элементам агроландшафтов мы отнесли:

1. леса;
2. древесно-кустарниковые насаждения;
3. многолетние насаждения;
4. залежи;
5. сенокосы;
6. пастбища;
7. посадки многолетних трав;
8. водохранилища и пруды.

Нестабильными элементами агроландшафтов являются:

1. пашня;
2. орошаемые земли;
3. приусадебные земли;
4. земли, находящиеся в стадии мелиоративного строительства;
5. прочие земли (земли находящиеся под: дорогами, прогонами и проселками; общественными дворами, улицами и площадями; общественными постройками; нарушенные земли).

Результаты расчетов отражены на рис. 24.

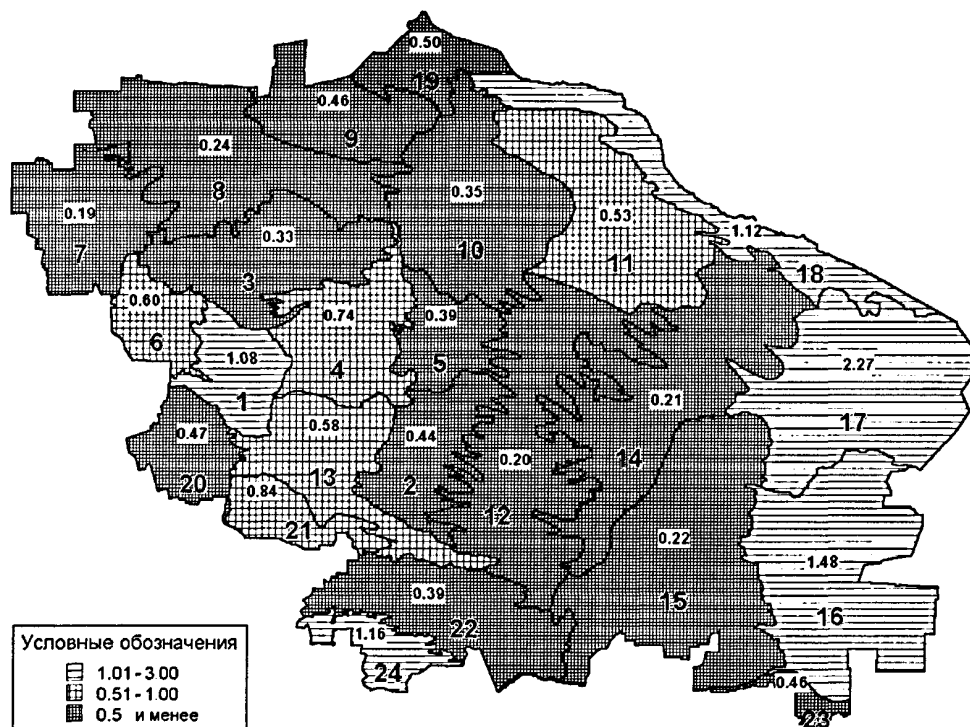


Рис. 24. Средневзвешенное значение КЭСЛ<sub>1</sub> в агrolандшафтах Ставропольского края.

Анализируя полученную тематическую карту можно сделать вывод, что большая часть агrolандшафтов лесостепной ландшафтной провинции, все агrolандшафты степной, агrolандшафты западной части полупустынной и большая часть агrolандшафтов предгорной провинции степей имеют хорошо выраженную нестабильность. В основном это связано со значительной степенью распаханности территории, и низким удельным весом стабилизирующих элементов – лесов, сенокосов и пастбищ и других. Нестабильное состояние имеют Грачевско-Калаусский, Егорлыкско-Сенгилеевский, Кубано-Янкульский и Воровсколесско-Кубанский ландшафты (4, 6, 13, 21 на рис. 24). Более высокий уровень КЭСЛ<sub>1</sub> в Курско-Терском, Нижнекумско-Прикаспийском и Чограйско-Прикаспийском агrolандшафтах (16, 17, 18 на рис. 24) связан с высокой долей пастбищ в сельскохозяйственных угодьях, а в Верхнеегорлыкском и Кубано-Малкинском (1 и 24 на рис. 24) – с большей пересеченностью рельефа, вследствие чего доля пашни ниже, а стабилизирующих элементов агrolандшафта – выше.

Нами была предпринята попытка смоделировать с помощью ГИС-технологий изменение коэффициента экологической стабилизации ландшафтов при выводе из состава пашни (нестабильного элемента) земель IV-VI (деградированных) и III-VI (склоновых и деградированных) агроэкологических групп и перевод их в состав стабильных элементов (пастбищ, сенокосов, многолетних насаждений и др.) согласно Схеме использования земельных ресурсов на агроландшафтной основе до 2005 года (1997). Результаты отражены на рис. 25 и 26.

Таким образом, вывод из состава пашни деградированных земель (рис. 25) позволит существенно поднять уровень КЭСЛ в лесостепных и предгорных ландшафтах. Вывод из состава пашни склоновых земель III агроэкологической группы (рис. 26) переведет в стабильное состояние Верхнегорлыкский ландшафт, не только обладающий наибольшим пейзажным разнообразием среди ландшафтов края, но и окружающий г.Ставрополь в котором проживает седьмая часть населения края. Это также переведет в условно стабильное и близкое к условно стабильному состоянию большую часть ландшафтов лесостепной провинции и предгорий.

Но, тем не менее, даже вывод из состава пашни деградированных и склоновых земель практически не изменит ситуацию в степной зоне, так как хозяйства, лежащие в ней, имеют в составе сельскохозяйственных угодий значительную долю пашни не подверженной или подверженной в слабой степени деградиационным процессам.

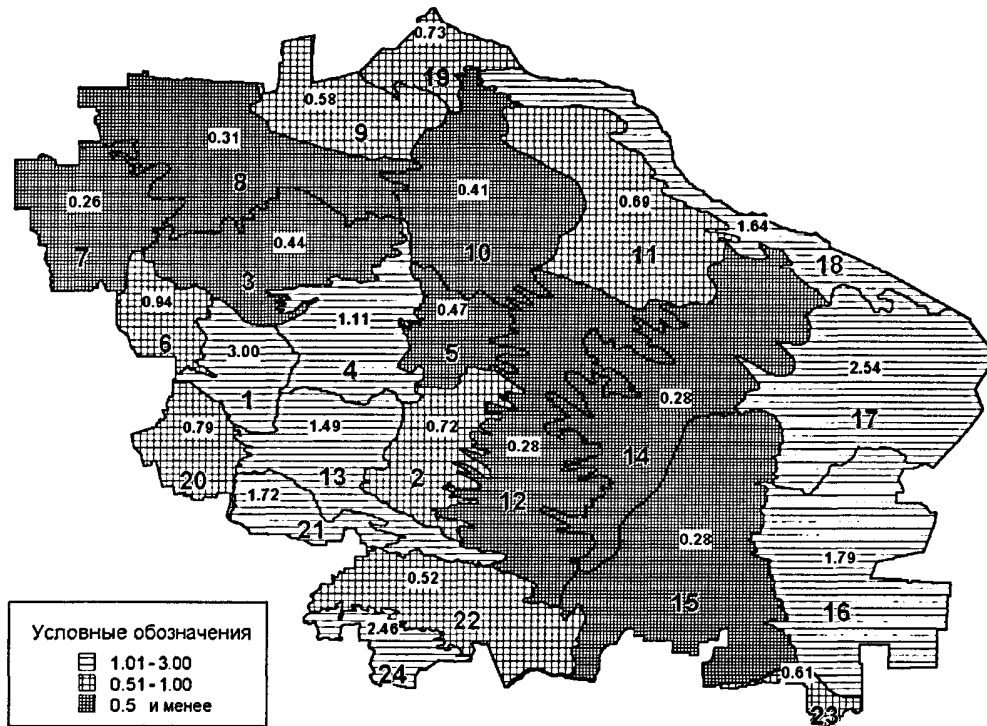


Рис. 25. Средневзвешенное значение КЭСЛ<sub>1</sub> в агроландшафтах Ставропольского края при условии вывода из пашни земель IV-VI агроэкологических групп.

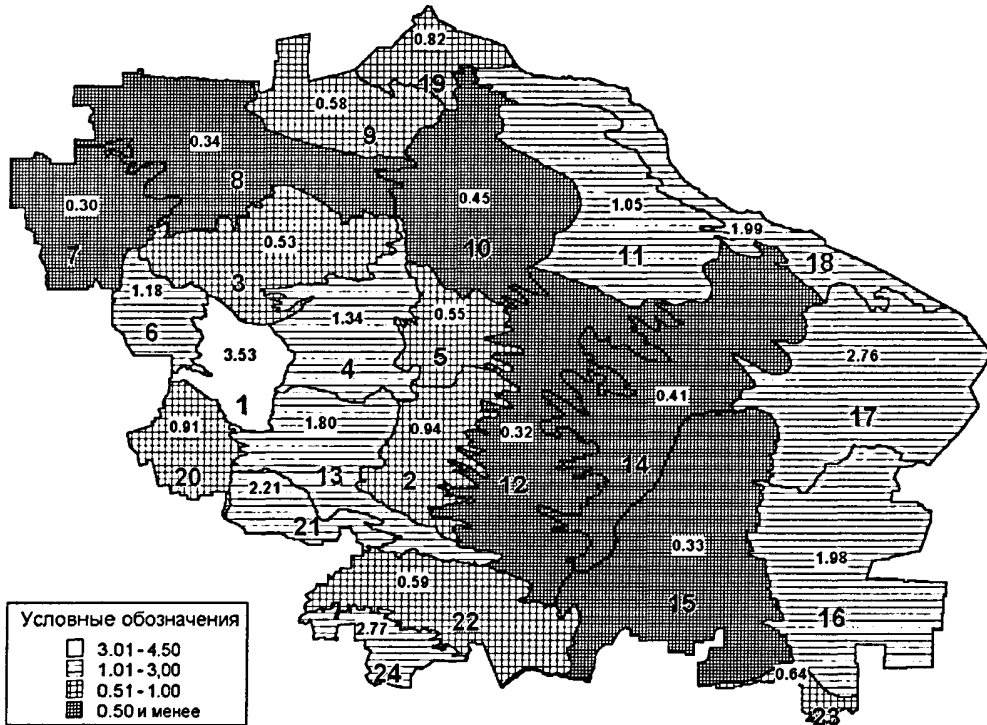


Рис. 26. Средневзвешенное значение КЭСЛ<sub>1</sub> в агроландшафтах Ставропольского края при условии вывода из пашни земель III-VI агроэкологических групп.

## **4.6. Использование ГИС-технологий при анализе агроландшафтов Изобильненского района разработке районных систем земледелия на адаптивно-ландшафтных принципах**

### **4.6.1. Методология построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия на уровне района**

В зависимости от масштаба территории, для которой разрабатываются системы земледелия, меняются и ведущие факторы, определяющие содержание этой системы, учитываются разные пороги целесообразной допустимой генерализации, детализации и усреднения данных о природной дифференциации территории.

Разработанная в СНИИСХ методология перехода на адаптивно-ландшафтное земледелие в крае свидетельствует о возможности и необходимости перехода к нему на всех таксономических уровнях. При этом степень приближения на всех уровнях будет разной. Для административных районов адаптивно-ландшафтная система земледелия должна учитывать особенности ландшафтов, ландшафтных зон и типов местностей.

На разных уровнях должен быть и свой выбор звеньев, определяющих характер системы земледелия. На районном уровне – это специализация групп хозяйств, лежащих в одной агроландшафтной зоне или ландшафте. Эта специализация определяется соотношением сельскохозяйственных угодий, агроэкологических групп пашни в том или ином ландшафте, или агроландшафтной зоне. Этим и отличается адаптивно-ландшафтная система земледелия от ранее разработанных районных систем земледелия, в основе которых лежали плановые задания на производство сельскохозяйственной продукции (Разработать методологические основы..., 2002).

В основе районных систем земледелия на ландшафтной основе лежит дифференциация земель на агроэкологические группы, которая определяет стратегическую направленность. Наличие в выделенных ландшафтных зонах:

больших площадей земель четвертой или пятой агроэкологических групп, может изменить соотношение угодий в хозяйстве и в итоге районе; шестой – степень затратности на мелиоративное восстановление пашни; третьей агрогруппы – изменение структуры посевных площадей за счет увеличения доли многолетних и однолетних трав и затраты на обеспечение противоэрозионной защиты; чем больше в выделенных зонах лучших, экологически благополучных земель первой и второй агрогрупп, тем шире спектр возделываемых культур и тем выше возможность адаптации земледелия к запросам рынка, и легче перестройка специализации.

Следует отметить, что первым шагом на пути перехода к адаптивно-ландшафтному земледелию является экологическое зонирование территории района. С одной стороны должны быть выделены все объекты, несущие экологическое неблагополучие определенным территориям и требующие изъятия земель для создания буферных (санитарно-защитных) зон, селитьба, вредные предприятия, авто- и железные дороги, животноводческие комплексы и фермы, карьеры и др. С другой стороны должны выявляться объекты, подлежащие охране и восстановлению (территории особых природных достоинств, пруды и водоемы, поймы малых рек, зоны рекреации, зеленые насаждения и пр.), которые также требуют создания вокруг них буферных переходных зон. И только после выделения этих двух типов объектов и зон защиты вокруг них, следует определяться с дифференциацией пашни на агроэкологические группы, характер использования которых и степень интенсификации этого использования находятся в прямой зависимости от их экологического благополучия. Следует также уточнить, что на уровне районной системы не предусмотрено дальнейшее разграничение земель третьей агрогруппы по другим факторам, таким как плодородие почв, на склонах разной крутизны, характер подстилающих пород, катенарная геохимическая дифференциация, что должно быть обязательно учтено при разработке систем земледелия для отдельных хозяйств (Разработать методологические основы..., 2002).

Согласно концепции СНИИСХ плодородие почв и ее биогенность являются первым приоритетом адаптивно-ландшафтных систем земледелия и разрабатываемые севообороты для всех категорий земель обязательно должны быть оценены по балансу гумуса и питательных веществ. Разработанная проектным институтом СтавропольНИИГипрозем структура посевных площадей для районов края на основе типичных для них видов севооборотов для агроэкологических групп земель может быть принята в первом приближении в качестве экологически оптимальной.

Весьма значимую роль при переходе к адаптивно-ландшафтному земледелию должны играть геоинформационные системы и ГИС-технологии. Географические информационные системы позволяют создавать обширные информационные базы, играют особенно значимую роль при сборе, хранении и анализе пространственной информации, весьма существенно ускоряют ее обработку и позволяют к минимуму свести возможные ошибки, обусловленные человеческим фактором, при расчетах.

#### **4.6.2. Ландшафтное и агроландшафтное зонирование территории района**

**Ландшафты Изобильненского района.** Первым условием эффективности разрабатываемых адаптивно-ландшафтных систем земледелия для условий любого района является правильная агроэкологическая дифференциация территории. Наиболее «выразительным» и системным показателем дифференциации территории на уровне административного района является ландшафт с его морфологической структурой.

Разнообразие и сложность геоморфологических условий определяют наличие на территории района четырех природных ландшафтов, относящихся к двум провинциям: лесостепной и степной (Шальнев, 1995, Современные ландшафты ..., 2003).

Первая представлена Ташлянским ландшафтом байрачных лесостепей, и речных долин, занимающим около 30% территории. В пределах этого ланд-



шафта лежат землепользования: «Московского», «Подлужного», «Русского», «Рассвета» и части «Овцевода» (ландшафт 3 на рис. 27). Благоприятность для земледелия более мягких климатических условий (повышенного количества осадков 550-600 мм), пониженной испаряемости (в пределах 1200-1250 мм, менее контрастных температур и пр.) в этом ландшафте не реализуется в продуктивности сельскохозяйственных культур за счет ограничивающих рельефных и почвенных факторов. Вхождение в состав пашни большого количества недоразвитых каменистых почв, склоновых земель, с чрезвычайно высокой дефляционной опасностью привело к тому, что часть из них уже разрушено в той или иной степени (Технические отчеты ..., 1987-1999).

Юго-западная часть района (30%) относится к Егорлыкско-Сенгилеевскому ландшафту злаковых степей с преобладанием в пределах района двух типов местностей: структурно-денудационных низких плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания и эрозионно-денудационных глубокорасчлененных равнин с крутыми склонами (ландшафт 6 на рис. 27). Положение ландшафта на западных склонах Ставропольской возвышенности и значительные абсолютные высоты останцевых плато (250-500 м) определяют климатические условия, приближающиеся к лесостепным. Вследствие этого на останцевых массивах, перекрытых толщей суглинков, распространены мощные черноземы с разнотравно-злаковыми степями.

В то же время во втором типе местности восточные склоны долины Егорлыка отличаются пониженной влажностью воздуха, высокими летними температурами, связанными с феновым эффектом при восточном переносе воздушных масс. Эти особенности климата в сочетании с широким распространением засоленных майкопских глин способствовали формированию аazonальной злаковой и злаково-полынной растительности на засоленных черноземах.

В пределах этого ландшафта размещаются территории бывших совхозов: «Дружба», «Заозерное» и большая часть (65%) территории «Овцевода».

Большие базисы эрозии (свыше 200 м), длинные затяжные склоны (до 3000 м), близкое залегание засоленных палеогеновых глин, способствуют ин-

тенсивному разрушению почв плоскостной, линейной эрозией и оползнями. Своеобразная орография, образуя местные ветровые коридоры с крутыми склонами, способствует подверженности почв совместному проявлению ветровой и водной эрозии почв (Рябов, 2001). Кроме широкого развития эрозионных процессов фактором ограничения земледелия в этом ландшафте является засоленность почв.

Северная часть района (40% территории) представлена двумя близкими по рельефным и почвенным свойствам ландшафтами: Расшеватско-Егорлыкским и Среднеегорлыкским злаково-разнотравных степей, эрозионно-аккумулятивных равнин с долинно-балочным расчленением (ландшафты 7 и 8 на рис. 27). Расшеватско-Егорлыкский ландшафт (7 на рис. 27) более увлажнен, годовое количество осадков значительно (от 400 до 560 мм), Среднеегорлыкский (8 на рис. 27) имеет более выраженный континентальный климат, годовое количество осадков не превышает 450 мм. Эти ландшафты наиболее благоприятны для земледелия: равнинный рельеф, достаточно плодородные мощные и среднемощные обыкновенные карбонатные черноземы, большой удельный вес орошаемых земель способствуют успешному развитию земледелия. Факторами ограничения служат высокая дефляционная опасность почв и возможность подтопления при интенсивном орошении.

**Типизация структурных единиц ландшафтов.** Как видно из рассмотрения морфологической структуры ландшафтов каждый из них состоит из набора иерархически подчиненных единиц - типов местностей. Количество местностей в каждом ландшафте различно: в 7-м ландшафте – две, в 8-м – три, в 3-м и 6-м – по четыре местности. Общее число местностей составляет 12 единиц. Анализ особенностей этих местностей позволяет их типизировать на:

1. структурно-денудационные плато (1.4; 1.5);
2. эрозионно-денудационные и аккумулятивные равнины (2.5; 2.6, 4.1; 4.2);
3. эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения) (5.1);
4. пойменные аллювиальные современные равнины (7.1)

5. речные долины (2.3; 6.1);

6. верховья речных долин (3.4).

Рассмотрение границ хозяйств по отношению к границам местностей показывает, что территория хозяйств, как правило, лежит в пределах границ местностей, и ее природные особенности определяются не ландшафтом, а типом местности.

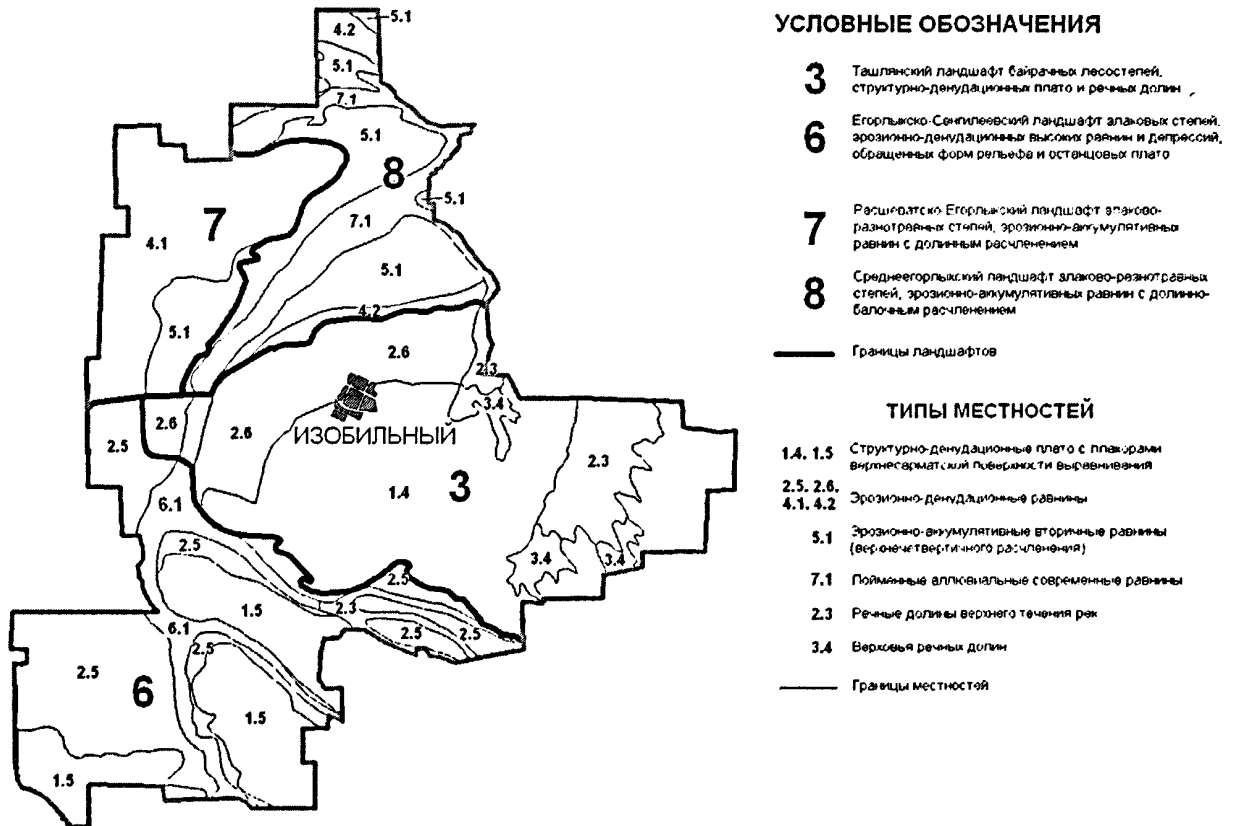


Рис. 27. Ландшафтная структура Изобильненского района (Шальнев, 1995; Ландшафтная карта ..., 2000).

**Агроландшафтные зоны.** Ландшафтные особенности территории района, рассмотренные с точки зрения их рационального использования в земледелии, позволяют выделить три агроландшафтные зоны с различным потенциалом природных условий.

Зона I – занимает северную часть территории района, площадь 584 км<sup>2</sup>. Включает в себя территорию и соответствующие типы местностей Расшеватско-Егорлыкского и Среднеегорлыкского ландшафтов злаково-разнотравных степей:

- 1) 4.1 - междолинные водораздельные слаборасчлененные первичные равнины с покровными четвертичными лессовидными суглинками, площадь 208 км<sup>2</sup>; 4.2 - междолинные водораздельные первичные равнины с покровными четвертичными лессовидными суглинками, площадь 41 км<sup>2</sup>;
- 2) 5.1 - эрозионно-аккумулятивные вторичные (верхнечетвертичного расчленения) равнины, площадь 229 км<sup>2</sup>.
- 3) 7.1 - днища долин Егорлыка и его притоков на солонцевато-солончаковатых черноземах, площадь 106 км<sup>2</sup>.

Зона II – занимает западную часть района, к ней относятся территория и следующие типы местностей Ташлянского ландшафта, площадь 736 км<sup>2</sup>:

- 1) 1.4 - структурно-денудационные междолинные плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания, сложенные известняками среднего сармата, площадь 458 км<sup>2</sup>;
- 2) 2.6 - эрозионно-денудационные равнины, площадь 156 км<sup>2</sup>;
- 3) 3.4 - верховья речных долин с байрачными дубово-ясеновыми лесами, площадь 38 км<sup>2</sup>;
- 4) 2.3 - речные долины Ташлы, сложенные породами нижнего сармата, со смытыми почвами склонов, площадь 84 км<sup>2</sup>.

Зона III – занимает южную часть района, ей соответствует Егорлыкско-Сенгилеевский ландшафт злаковых степей, представленный тремя типами местностей, площадь 622 км<sup>2</sup>:

- 1) 1.5 - структурно-денудационными низкими плато с крутыми склонами, площадь 211 км<sup>2</sup>;
- 2) 2.3 - речными долинами, сложенными породами нижнего сармата, площадь 22 км<sup>2</sup>; 6.1 - речные долины Егорлыка и его притоков с солонцеватыми черноземами и аллювиальными почвами, площадь 83 км<sup>2</sup>;

3) 2.5 - эрозионно-денудационными глубокорасчлененными равнинами и крутыми склонами с оврагами и оползнями, сложенными породами среднего палеогена, площадь 289 км<sup>2</sup>;

2.6 - эрозионно-денудационные равнины, площадь 17 км<sup>2</sup>.

**Распределение хозяйств по выделенным агроландшафтными зонам.**

Отнесение хозяйства в ту или иную зону определялось по преобладающей площади. Распределение хозяйств района по агроландшафтными зонам показано на рис. 28 и в таблице 18.

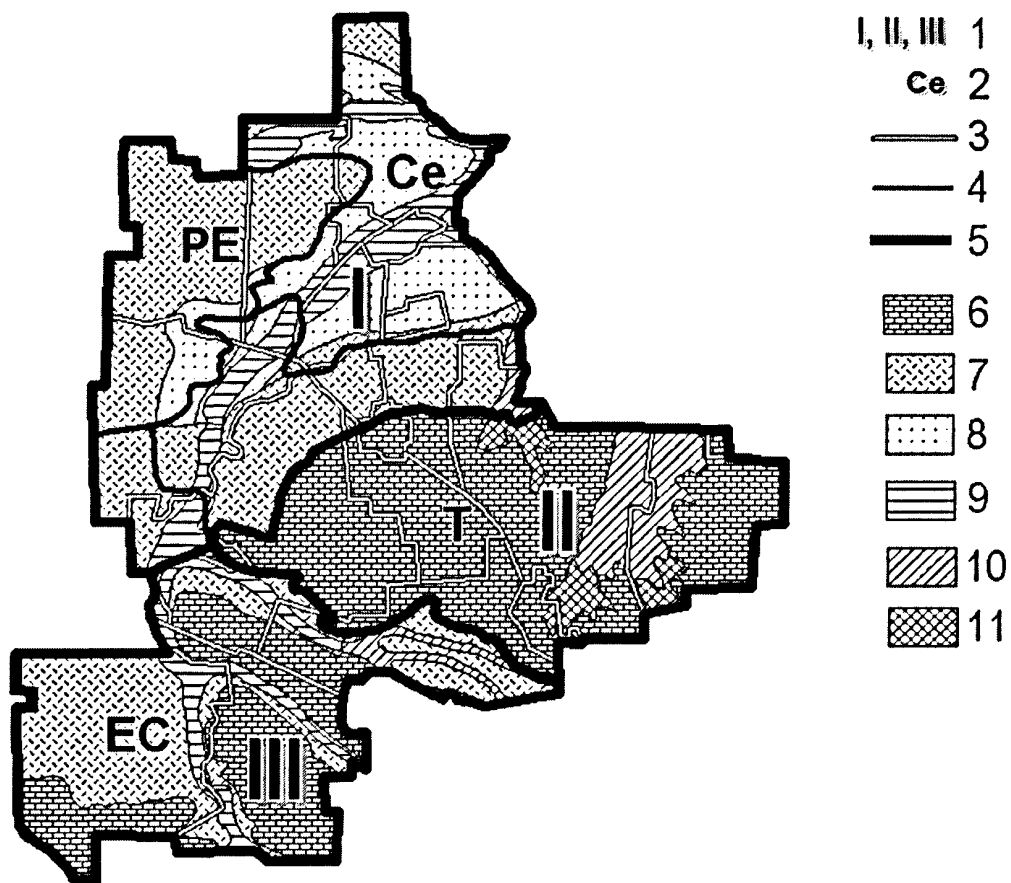


Рис. 28. Ландшафтное и агроландшафтное зонирование территории района.

1 – агроландшафтные зоны; 2 – ландшафты; 3 – границы хозяйств; 4 – границы ландшафтов; 5 – границы агроландшафтных зон. Типы местностей: 6 – структурно-денудационные плато; 7 – эрозионно-денудационные и аккумулятивные равнины; 8 – эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины; 9 – пойменные аллювиальные современные равнины; 10 – речные долины; 11 – верховья речных долин

Список сельскохозяйственных предприятий района по принадлежности агроландшафтной зоне и формам собственности и хозяйствования

№ зоны	№ хозяйства	Организационно-правовая форма собственности до реформирования (до 1994г)	Организационно-правовая форма собственности после реформирования
I	1	колхоз "Путь Ленина"	СА колхоз "Путь Ленина"
	2	совхоз "Птичий"	АОЗТ "Птичий"
	3	совхоз "Ставропольский"	
	4	совхоз "Егорлыкский"	КДП "Егорлыкское"
	5	совхоз "Тищенский"	АОЗТ "Тищенское"
	6	колхоз "Баклановский"	АОЗТ "Баклановское"
	7	колхоз "Правда"	КСХП "Правда"
	8	опхоз "Изобильненское"	опхоз "Изобильненское" - СтавНИИГиМ
	10	плодосовхоз "Кавказ"	АОЗТ "Кавказ"
	14	совхоз "Изобильненский"	АОЗТ "Изобильненское" (ООО "Колос")
II	9	совхоз "Московский"	КСХП "Московское"
	11	плодосовхоз "Мичуринский"	АОЗТ "Мичуринское"
	12	откормсовхоз "Русский"	АОЗТ "Русское"
	13	совхоз "Рассвет"	КСХП "Рассвет"
	15	совхоз. "Подлужный"	КСХП "Подлужное"
III	16	совхоз. "Заозерный"	КСХП "Заозерное"
	17	совхоз. "Овцевод"	АОЗТ "Рождественское"
	18	совхоз "Дружба"	КДСП "Дружба"

#### 4.6.3. Анализ земельных ресурсов агроландшафтных зон района.

Изучение с помощью ГИС-технологий пространственного размещения почв на территории района показывает, что ландшафтные особенности четко отражаются на почвенных параметрах, точно копирующих различия в рельефе, почвообразующих породах, растительности и климате, присущих каждой агроландшафтной зоне.

*Почвы I агроландшафтной зоны.* Черноземы обыкновенные карбонатные, на 88% незэродированные в основном мощные (более 80%) слабогумусированные (82%) тяжелосуглинистые. Засоление отсутствует. В почвенном поглощающем комплексе преобладает кальций, на долю которого приходится от 70 до 90%. По обеспеченности фосфором 78% пахотных земель относятся к средне-высоко обеспеченным с содержанием в пахотном слое 23 мг/кг. Количество калия варьирует от 288 до 420 мг/кг, преобладает пашня с повышенной и высокой обеспеченностью (79%) данным элементом. Черноземы обыкновенные карбонатные, сформированные на богатых лессовидных отложениях и залегающие на слабоволнистых равнинах, являются наиболее плодородными в районе. Почвенный балл значительно превышает среднерайонный.

*Почвы II агроландшафтной зоны.* Представлены черноземами обыкновенными карбонатными. Однако неоднородность почвообразующих пород и пересеченность рельефа повлияли на основные почвенные свойства. 30% площади почв сформировалось на плотных карбонатных породах, элювий которых в разном соотношении присутствует в почвенном профиле и на его поверхности. Данные породы являются своеобразным барьером, препятствующим мощному развитию почвообразовательного процесса. На долю недоразвитых почв с мощностью гумусовых горизонтов менее 40 см приходится 16%, среднемощных (40-80 см) - 57%, мощных (80-120 см) - 27%. По содержанию гумуса 66% почв относятся к слабогумусированным, 34% - к малогумусным. Эродированных черноземов - 19% общей площади II зоны, из них 15% подвержены водной и 4% - ветровой эрозии. Пахотные земли отличаются низкой обеспеченностью фосфором (более 60% площади) и средней обеспеченностью калием. Почвенный балл заметно ниже среднерайонного.

*Почвы III агроландшафтной зоны.* Почвы данной зоны - черноземы обыкновенные слабогумусированные (57%) и малогумусные (43%). По мощности гумусовых горизонтов неоднородны: 6% площади - маломощные почвы, 60% - среднемощные, 34% - мощные. Особенность данной зоны заключается прежде всего в сильной расчлененности рельефа и мозаичности почвообразующих по-

род, в составе которых преобладают аллювиально-делювиальные засоленные глины и тяжелые суглинки, а лессовидные отложения и скелетные карбонатные тяжелые суглинки занимают небольшую площадь. В почвенном поглощающем комплексе солонцеватых почв присутствует натрий, на долю которого приходится от 5 до 20% от емкости поглощения. Почвы, засоленные в слабой, средней и сильной степени, составляют 33%. Тип засоления в основном хлоридно-сульфатный. Солонцы и солончаки распространены в долинах степных рек. Интенсивно протекающие эрозионные процессы привели к появлению 16% смытых и 12% дефлированных почв. В пахотных землях содержится в среднем 17 мг/кг фосфора и 349 мг/кг калия. По фосфору – более 50% почв относятся к низко обеспеченным, по калию – наблюдается равномерное распределение по группам средней и повышенной обеспеченности. Почвенный балл – самый низкий в районе (Материалы почвенного обследования хозяйств района; Почвенная карта ..., 1979; Почвенное обследование ..., 1993; Разработать методологические основы..., 2002; Группировки почв по содержанию ..., 2003).

Сравнительная характеристика почвенного покрова по агроландшафтными зонам показана в таблицах 19-21.

Таблица 19

Характеристика свойств почв по агроландшафтными зонам, % от площади зоны

Почвенные свойства		Агроландшафтная зона		
		I	II	III
Содержание гумуса, %	Менее 4	82	66	57
	4-6	18	34	43
Мощность гумусовых горизонтов, см	Менее 40	1	16	6
	40-80	17	57	60
	Более 80	82	27	34
Эродированность	Ветровая	7	4	12
	Водная	5	15	16
Солонцеватость		1	4	53
Солончаковатость		2	6	33
Каменистость		1	29	6



Агрохимическая характеристика пахотных земель в районе по агроландшафтным зонам

№ зоны	Наименование хозяйства	pH	Гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Бонитет, балл
I	колхоз "Путь Ленина"	8,5	2,9	23	358	72
	совхоз "Птичий"	8,3	2,6	35	348	62
	совхоз "Ставропольский"	8,1	2,7	31	440	72
	совхоз "Егорлыкский"	8,3	3,0	16	418	60
	совхоз "Тищенский"	8,4	2,8	33	301	65
	колхоз "Баклановский"	8,4	3,1	19	369	70
	колхоз "Правда"	8,3	3,1	16	346	75
	опхоз "Изобильненское"	8,3	2,6	51	283	
II	совхоз "Московский"	8,3	3,1	14	281	55
	плодосовхоз "Кавказ"	8,2	2,9	39	381	47
	плодосовхоз "Мичуринский"	8,1	4,3	17	250	64
	откормсовхоз "Русский"	8,5	3,5	12	198	62
	совхоз "Рассвет"	8,1	3,1	16	292	63
	совхоз "Изобильненский"	8,4	2,8	29	382	68
	совхоз. "Подлужный"	8,4	3,5	14	248	58
III	совхоз. "Заозерный"	8,3	3,9	14	381	49
	совхоз. "Овцевод"	8,5	3,7	13	291	51
	совхоз "Дружба"	8,2	4,1	22	354	58

**Подверженность пашни эрозионным процессам по агроландшафтным зонам  
района, %**

Агрозоны	Подверженная ветровой эрозии				Подверженная водной эрозии				Подверженная совместной эрозии	
	Всего	в т.ч. дефлированные			Всего	в т.ч. смытые			Всего	в т.ч. слаборазрушенные
		слабо	средне	сильно		слабо	средне	сильно		
III	36,1	22,4	10,6	3,1	33,8	16,3	3,7	0,6	30,1	2,1
II	84,2	34,8	4,4	5,2	8,7	6,0	0,2	0,5	7,1	3,0
I	97,0	8,2	3,4	0,1	1,4	0,2	-	-	1,7	0,1
<b>В среднем по району</b>	<b>76,6</b>	<b>19,9</b>	<b>5,7</b>	<b>2,4</b>	<b>12,4</b>	<b>6,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,3</b>	<b>11,0</b>	<b>1,5</b>

**Агроэкологическая группировка пашни по агроландшафтным зонам.** Качество пашни по выделенным агроландшафтным зонам Изобильненского района может быть охарактеризовано принадлежностью ее к той или иной агроэкологической группе. В районе в зависимости от рельефных условий, характера почвенного покрова, балльной оценки почв и возможности их использования в земледелии выделено пять агроэкологических групп земель пашни (табл. 22).

Расчет средневзвешенного индекса агроэкологических групп (Разработать методологические основы..., 2002) проводился в ГИС Mapinfo с помощью SQL-запросов по формуле

$$(I * 1 + II * 2 + III * 3 + IV * 4 + V * 5 + VI * 6) / \text{площадь пашни}$$

где I-VI – агроэкологические группы земель;

(\* , + , /) – операторы умножения, сложения и деления.

Агроэкологическая группировка пахотных земель по агроландшафтным зонам района

Показатели	Агроландшафтные зоны						Всего по району	
	I		II		III		га	%
	га	%	га	%	га	%		
Всего пашни	57793	47,0	34214	27,9	30823	25,1	122830	100
Агроэкологические группы земель, оставляемых в пашне, всего:	54580	94,5	30702	89,8	27303	88,5	112585	91,6
в т.ч. I	40610	70,3	14342	41,9	10086	32,7	65038	52,9
II	12241	21,1	12446	36,4	11450	37,1	36137	29,4
III	1729	3,0	3914	11,5	5767	18,7	114410	9,3
Группы земель, выводимые из пашни, всего	3213	5,6	3512	10,2	3520	11,5	10245	8,4
в т.ч. IV	3049	5,3	3492	10,2	3198	10,4	9739	7,9
V	164	0,3	20	-	322	1,1	506	0,5
VI	-	-	-	-	-	-	-	-
Средневзвешенная группа земель	1,44		1,90		2,10		1,74	
Благоприятность пашни по отношению к среднерайонному, %	117,2		90,8		79,3		100,0	

Данный индекс показывает, что почвы третьей агроландшафтной зоны самые уязвимые, требующие дифференцированного использования и применения широкого спектра почвозащитных мер. По отношению к среднерайонному уровню их качество составляет 80%, по второй зоне - 90%, а по первой зоне - 117%.

#### 4.6.4. Оценка экологической опасности использования земель.

Для оценки экологической опасности использования земель Изобильненского района была выбрана методика, разработанная в Белорусской сельскохозяйственной академии (Свитин, 1991).

Данная методика предусматривает анализ экологической ситуации с использованием системы показателей, включающей группу данных о природной составляющей экологической опасности (относительно постоянная группа) и данные, характеризующие антропогенное воздействие (наиболее динамичная группа).

Так как методика Свитина предназначена для территории Белоруссии, расположенной в провинции широколиственно-хвойных лесов, нам пришлось адаптировать данную методику для территории Изобильненского района, находящегося в степной провинции и провинции байрачных лесостепей.

Нами не учитывался фактор лесистости территории, в виду весьма незначительного распространения лесных площадей. Для оценки нагрузки скота и загрязнения химическими элементами мы использовали методику анализа, изложенную выше.

Природную (естественную) составляющую экологической опасности характеризуют в наибольшей степени следующие факторы: освоенность (отношение площади сельскохозяйственных угодий к общей площади земель хозяйства), распаханность (отношение площади пашни к площади сельскохозяйственных угодий), удельный вес земель с уклоном более 2° (напряженность рельефа), густота гидрографической сети (включая балки), а также вес угодий средостабилизирующего назначения (многолетние насаждения, пастбища, древесно-кустарниковые насаждения, многолетние травы).

Антропогенная группа показателей экологической опасности использования земель включает следующие основные факторы: плотность населения и особенности расселения людей, степень нагрузки скота, особенности размещения ферм, комплексов и других экологически опасных объектов (К), а

также величина загрязнения почв агроландшафтной зоны химическими элементами ( $Z_c$ ).

Для количественной оценки этих факторов использован метод лиминированной группировки и индексации выделенных групп. Сущность его заключается в том, что весь возможный интервал изменения каждого из признаков подразделяется на определенное число групп и соответствующему значению в группе присваивается индекс (вес фактора) от 0 до 1. Причем максимальное значение индекса соответствует наибольшей экологической опасности данного фактора, а его снижение свидетельствует об уменьшении степени опасности. Такой подход позволяет сопоставить разные факторы и произвести с определенной степенью точности интегральную оценку всех факторов. Значения основных факторов экологической опасности использования земель приведены в таблице 23.

Для расчета коэффициента размещения экологически опасных объектов учитывались особенности размещения загрязняющих объектов (Свитин, 1991) изложенные в таблице 24. Источником данных для сбора информации послужил проект перераспределения земель сельскохозяйственных предприятий Изобильненского района Ставропольского края (1993).

Для оценки суммарного (общего) влияния перечисленных выше факторов загрязнения окружающей среды и степени экологической опасности использования земель целесообразно использовать среднегеометрическое значение их признаков с обобщающим коэффициентом 100:

$$\mathcal{E}_o = 100(K_1 \times K_2 \dots K_n)^{\frac{1}{n}},$$

где  $\mathcal{E}_o$  – коэффициент суммарной экологической опасности использования земель;  $K_n$  – значение экспертной оценки фактора из их общего числа  $n$  в долях единицы.

Показатели фактора экологической опасности использования земель

Элементы, составляющие экологическую опасность	Значение фактора в долях единицы
<b>Природная (естественная) составляющая</b>	
Освоенность территории, %:	
более 90	1,0
81 – 90	0,9
71 – 80	0,7
60 – 70	0,5
менее 60	0,3
Распаханность территории, %:	
более 90	1,0
80 – 90	0,9
71 – 80	0,8
61 – 70	0,7
51 – 60	0,6
50 и менее	0,5
Удельный вес земель с уклоном более 2° (напряженность рельефа), %:	
более 40	1,0
30 – 40	0,9
20 – 30	0,8
10 – 20	0,7
менее 10	0,5
Густота гидрографической сети, км/км <sup>2</sup> :	
более 2,5	1,0
1,0 – 2,5	0,9
0,6 – 1,0	0,8
0,3 – 0,6	0,6
менее 0,3	0,4
Удельный вес угодий средостабилизирующего назначения, %:	
менее 25	1,0
25 – 35	0,9
35 – 50	0,7
50 – 70	0,5
более 70	0,3
<b>Антропогенная (социально-экономическая) составляющая</b>	
Индекс плотности населения, чел/км <sup>2</sup> × число сел:	
более 200	1,0
150 – 200	0,9
100 – 150	0,8
	0,7

Элементы, составляющие экологическую опасность	Значение фактора в долях единицы
50 – 100	0,5
менее 50	
Степень концентрации животноводства, условных голов / 100га сельскохозяйственных угодий:	
более 200	1,0
161 – 200	0,8
126 – 160	0,6
100 – 125	0,25
менее 100	0,2
Коэффициент размещения экологически опасных объектов:	
0,9 – 1,0	1,0
0,8 – 0,9	0,9
0,5 – 0,8	0,7
0,2 – 0,5	0,5
менее 0,2	0,2
Загрязнение почв химическими элементами, $Z_c$ :	
13 и более	1,0
9 – 12	0,75
4 – 8	0,5
3 и менее	0,25

Сопоставляя значения природных ( $\mathcal{E}_n$ ) и антропогенных ( $\mathcal{E}_a$ ) факторов для каждой агроландшафтной зоны, можно сделать вывод о степени опасности для окружающей среды сложившихся способов хозяйствования. Ключевым в этом плане является уравнение для определения индекса загрязнения ( $I_z$ ):

$$I_z = \mathcal{E}_n - \mathcal{E}_a$$

Из этого уравнения вытекает, что в агроландшафтных зонах со значением индекса  $I_z$  менее 5 целесообразно наметить и в первую очередь осуществлять мероприятия по охране природы.

## Значение коэффициента размещения экологически опасных объектов

Фактор и его составляющие	Численное значение
Размещение по отношению к водоохранной зоне водотоков и водоемов вне пределов водоохранной зоны в пределах частичной охраны в пределах строгой охраны в прибрежной полосе	 0,2 0,8 0,9 1,0
Размещение по отношению к населенным пунктам: вне санитарно-защитных, зеленых и других зон на окраинной части зон в непосредственной близости к селам	 0,2 0,8 1,0
Размещение к другим охраняемым объектам: вне буферной зоны охраны в пределах буферных зон в пределах защитных зон	 0,1 0,5 0,9

Результаты оценки экологической опасности использования земель изложены в таблице 25.

Исходя из проведенных вычислений индекса загрязнения, согласно методике В.А. Свитина, можно сделать вывод, что все агроландшафтные зоны имеют «критический» уровень антропогенной нагрузки, так как лежат в диапазоне от -10 до 5 единиц. Однако, II-я агроландшафтная зона наиболее близка к порогу в 5 единиц – точке отсчета «опасности» использования земель и при снижении нагрузки может перейти в более благополучную группу со «значительным» уровнем  $I_3$ .



Значения факторов в долях единицы для элементов, составляющих экологическую опасность для агроландшафтных зон.

Элементы, составляющие экологическую опасность	Агрозона	Значение фактора
<i>Природная составляющая</i>		
Освоенность территории, % (доли единицы)	I	87,3 (0,9)
	II	93,4 (1,0)
	III	91,8 (1,0)
Распаханность территории, % (доли единицы)	I	88,1 (0,9)
	II	73,5 (0,8)
	III	67,7 (0,7)
Удельный вес угодий средостабилизирующего назначения, % (доли единицы)	I	20,0 (1,0)
	II	33,4 (0,8)
	III	40,4 (0,6)
Удельный вес земель с уклоном более 2°, % (доли единицы)	I	0,8 (0,5)
	II	21,5 (0,8)
	III	26,5 (0,8)
Густота гидрографической сети, км/км <sup>2</sup> (доли единицы)	I	0,14 (0,4)
	II	0,28 (0,4)
	III	0,41 (0,6)
<i>Среднегеометрическое значение природной составляющей (единиц)</i>	<i>I</i>	<i>3,24</i>
	<i>II</i>	<i>4,10</i>
	<i>III</i>	<i>4,03</i>
<i>Антропогенная составляющая</i>		
Нагрузка скота на сельскохозяйственные угодья, условных голов (доли единицы)	I	29,0 (0,75)
	II	18,0 (0,50)
	III	9,8 (0,25)
Нагрузка овец на пастбища, условных голов (доли единицы)	I	3,2 (0,25)
	II	4,5 (0,25)
	III	6,8 (0,50)
Индекс плотности населения, чел/км <sup>2</sup> × число сел (доли единицы)	I	114 (0,8)
	II	270 (1,0)
	III	109 (0,8)
Коэффициент размещения экологически опасных объектов, К (доли единицы)	I	0,3 (0,5)
	II	0,3 (0,5)
	III	0,3 (0,5)
Загрязнение химическими элементами, Z <sub>c</sub> (доли единицы)	I	3,5 (0,50)
	II	2,8 (0,25)
	III	3,6 (0,50)
<i>Среднегеометрическое значение антропогенной составляющей (единиц)</i>	<i>I</i>	<i>1,00</i>
	<i>II</i>	<i>0,63</i>
	<i>III</i>	<i>1,00</i>
<b>Индекс загрязнения, I<sub>з</sub></b> <i>(I<sub>з</sub> = Э<sub>п</sub> - Э<sub>д</sub>)</i>	<i>I</i>	<i>2,24</i>
	<i>II</i>	<i>3,47</i>
	<i>III</i>	<i>3,03</i>
<b>Коэффициент суммарной экологической опасности использования земель (Э<sub>о</sub>)</b>	I	0,072
	II	0,057
	III	0,090

## ВЫВОДЫ

1. Основой анализа пространственной и тематической информации по агроландшафтам края и агроландшафтным зонам административного района при использовании ГИС-технологий являются цифровые ландшафтные карты. В связи с этим для анализа созданы цифровые ландшафтные карты:

- масштаба 1:500000, для территории Ставропольского края, с векторными слоями ландшафтных провинций, ландшафтов (базовый слой для сбора, накопления и хранения атрибутивной информации) и морфологических единиц ландшафтов в ранге местностей;
- масштаба 1:100000 для территории административного района края, включающая векторные слои ландшафтов, агроландшафтных зон (базовый слой для сбора, накопления и хранения атрибутивной информации) и местностей.

2. Разработана структура и собран электронный банк данных земельно-информационной системы состоящий из баз данных:

- по крупнейшим землепользователям края, (117 атрибутивных полей);
- по агроклиматическим ресурсам и потенциалам края, (15 атрибутивных полей);
- по агроландшафтам края, включающая сгруппированные по ядровым группам хозяйств агроландшафтов атрибуты из базы данных по землепользователям и полученную путем применения технологии оверлея информацию из базы данных по агроклиматическим ресурсам;
- по агроландшафтным зонам административного района края, созданная путем группировки показателей из базы данных по землепользователям и анализа картографического материала.

3. Результаты анализа показали, что распределение бонитетов почв по ландшафтам края носит зональный характер, увеличиваясь с востока и северо-востока на запад края, крайние значения средневзвешенных бонитировочных баллов в агроландшафтах различаются более чем в три раза.

Разница в плодородии почв пашни и пастбищ в основной массе ландшафтов лежит в диапазоне 25-50%, что свидетельствует об исчерпании резервов расширения пашни за счет других угодий в ландшафтах края, а при существующем дисбалансе угодий (особенно в ландшафтах с распаханностью более 70%) целесообразно сокращение пашни за счет вывода малопродуктивных земель.

Анализ природно-климатических ресурсов ландшафтов края как в целом для земледелия, так и для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур показал, что, во-первых, территория края пригодна для ведения земледелия, особенно в западных ландшафтах; во-вторых, природно-ресурсный потенциал возделывания озимых культур значительно выше, чем яровых зерновых, кроме того, установлено, что при возделывании озимых зерновых их низкий почвенно-климатический ресурс может быть оптимизирован с помощью чистых паров; в-третьих, необходимо очень взвешенно подходить к размещению подсолнечника и кукурузы в ландшафтах края, поскольку хороший потенциал их возделывания занимает только 30% территории на западе края, а в восточных и северо-восточных ландшафтах возделыванием этих культур заниматься не целесообразно.

4. Анализ степени сельскохозяйственных нагрузок установил, что наименьшую суммарную сельскохозяйственную нагрузку имеют ландшафты с высокой расчлененностью рельефа, а кризисную – большинство степных ландшафтов, из-за значительной агрогенной нагрузки и нагрузки скота. Пересчет сельскохозяйственных нагрузок с учетом бонитировочных баллов почвенного плодородия выявил зональный характер возрастания суммарного коэффициента нагрузок с увеличением более чем в три раза от предгорных ландшафтов к полупустынным, что связано с уменьшением балла почвенного плодородия в восточном направлении и с высокими нагрузками на ландшафты сухих степей и полупустынь.

5. В результате анализа определена степень проявления и развитие в агроландшафтах агрохимической деградации пашни. В большинстве

агроландшафтов, особенно в западной части края отмечается убыль гумуса и обменного калия, хотя эти изменения и не выходят за рамки групп обеспеченности. Можно говорить о тенденции снижения почвенного плодородия, не поддерживаемого внесением органических и калийных удобрений. По подвижному фосфору тенденции изменения менее тревожны.

Анализ химического загрязнения почвенного покрова показал, что большая часть ландшафтов (75%) восточной и северной и западной частей края относятся к категории загрязненности почв, определяемой как «неопасная», ландшафты с категорией «допустимая» занимают две полосы, простирающиеся с северо-запада на юг с увеличением  $Z_c$  к югу и по долине реки Кумы. Наиболее загрязнены 13 и 22 ландшафты.

Интегральная оценка деградационных процессов в пашне и сельскохозяйственных угодьях показала, что особенно тревожное состояние сельскохозяйственных угодий в 11, 2, 6, 17, 21, 4, 1 и 13 ландшафтах края, пашни в 6, 4, 21, 1 и 13. Выявленная связь степени проявления и развития деградационных процессов с морфологической структурой ландшафтов показала, что высокие структурно-денудационные плато, эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской и апшеронской поверхностей выравнивания, аллювиально-морские равнины и эоловые дефляционно-аккумулятивные низменности в первую очередь подвержены деструктивным процессам (ландшафты 1, 2, 4, 6, 13, 16, 17).

6. Используя ГИС-технологии, проведена типизация ландшафтных морфологических единиц на уровне местностей с выделением трех агроландшафтных зон для территории Изобильненского района Ставропольского края. Оценка экологической опасности использования земель района по агроландшафтным зонам, выявила «критический» уровень антропогенной нагрузки в агроландшафтных зонах. Однако, II-я агроландшафтная зона наиболее близкая к порогу в 5 единиц – точке отсчета «опасности» использования земель при снижении нагрузки может перейти в более благополучную группу со «значительным» уровнем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов А.Н. Системное познание мира: Методологические проблемы - М.: Политиздат, 1985. - 263 с.
2. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
3. Агроклиматические ресурсы Ставропольского края. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 238 с.
4. Агрехимическая характеристика почв пашни Ставропольского края. - Ставрополь: Ставропольская правда, 1988. - 26 с.
5. Агрэкология /В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Черкеса. – М.: Колос, 2000. – 535 с.
6. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Рязанской области - Модель 21 столетия /Под ред. С.Я. Полянского. - Рязань, 2001. - 181 с.
7. Атлас земель Ставропольского края. - М.: ДИ ЭМ БИ, 2000. - 118 с.
8. Ахтырцева Н.И. О классификации антропогенных ландшафтов /Н.И. Ахтырцева //Вопросы географии: Влияние человека на ландшафт.– М., 1977. - Сб. 106. – С. 53-57.
9. Белолипский В.А. Принципы оптимизации агроландшафта /В.А. Белолипский //Земледелие. - 1992. - № 7-8. – С. 17-20.
10. Берлянт А.М. Геоиконика /А.М. Берлянт. – М.: МГУ: АЕН РФ: Астрей, 1996. – 208 с.
11. Беручашвили Н.Л. Ландшафтная карта Кавказа /Н.Л. Беручашвили. – Тбилиси, 1979. - 2 с.
12. Беручашвили Н.Л. Объяснительная записка к Ландшафтной карте Кавказа. Ч.1. / Н.Л. Беручашвили. - Тбилиси: ТГУ, 1980. – 56 с.
13. Булатов В.И. Прогноз антропогенной трансформации ландшафтов как один из видов географического прогноза /В.И. Булатов //Теория и методы прогнозирования геогр. среды. - Иркутск, 1973.
14. Бураков В.И. Система земледелия и агроландшафт /В.И. Бураков //Земледелие. – 1990. - № 4. – С. 40–44.

15. Володин В.М. Конструирование экологически устойчивых агроэкосистем / В.М. Володин, И.П. Здоровцов // Земледелие. – 1999. – № 1. – С.18-20.
16. Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование Европейской части СССР и Кавказа / Н.А. Гвоздецкий // Известия ВГО. - Л., 1960. - №5.
17. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Под ред. А.М. Берлянта, А.В. Капралова. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
18. Геоинформационная система деградации почв России / В.С. Столбовой, И.Ю. Савин, Б.В. Шеремет, В.В. Сизов, С.В. Овечкин // Почвоведение. - 1999. - №5. – С. 646-651.
19. Геренчук К.И. Некоторые итоги и задачи географических исследований для оценки земель / К.И. Геренчук // Вопросы географии. - М., 1965. - Сб. 67. - С. 24–31.
20. ГИС-модели прогнозов в землепользовании и оценке состояния почвенного покрова: Тез. докл. II съезда Об-ва почвовед. при РАН / В.А. Рожков, В.С. Столбовой, А.З. Швиденко, Г. Фишер. - СПб., 1996. - С. 62-63.
21. Глазовская М.А. Опыт сельскохозяйственной характеристики земель на основе крупномасштабных комплексных физико-географических исследований / М.А. Глазовская // Вопросы географии. - М., 1958. - Сб. 43. - С. 145-153.
22. Годзевич Б.Л. Системно-экологический подход в природопользовании / Б.Л. Годзевич // Современные проблемы экологии и природопользования на Ставрополье. – Ставрополь: СГПИ, 1993. - С.14–18.
23. Годзевич Б.Л. Пути оптимизации природопользования в Ставропольском крае / Б.Л. Годзевич // Современные тенденции экономики и политики на Ставрополье: Тез. докл. – Ставрополь: Ставроп. Отд. КРО, 1995. - С.58–61.
24. Годзевич Б.Л. Системология природы как теоретическая основа природопользования / Б.Л. Годзевич // «Вопросы географии и краеведения», науч.-практ. конф. «Университетская наука - региону». – Ставрополь: СГУ, 1997. - С. 10–12.
25. Годзевич Б.Л. Принципы и законы системно-экологического природопользования / Б.Л. Годзевич // «Вопросы географии и геоэкологии»,

- науч.-практ. конф. «Университетская наука - региону». – Ставрополь: СГУ, 1998. - С.48–51.
26. Годовой отчет лаборатории солонцов. – Михайловск: СНИИСХ, 1985. – Рукопись.
27. Государственная Дума Ставропольского края. «О порядке использования земельных ресурсов Ставропольского края на агроландшафтной основе», Постановление № 637-39 от 26.06.97 г.
28. Государственная кадастровая оценка земель //ФГУП. - Ставрополь: НИИ гипрозем, 2003. - 26 с. - Рукопись.
29. Гохман В.М. Системный подход в географии /В.М. Гохман, А.А Минц, В.С. Преображенский //Вопросы географии. - М., 1971. – Сб. 8. – С. 65-67.
30. Гракович В.Ф. Некоторые вопросы построения банка географических данных /В.Ф. Гракович //Современные проблемы и методы географического исследования. - М., 1976. - ? с.
31. Группировки почв по значению уровня рН (пашня) на 1.01.2003. – Ставрополь, 2003. - 26 с. - Рукопись.
32. Группировки почв по содержанию гумуса (пашня) на 1.01.2003. – Ставрополь, 2003. - 26 с. - Рукопись.
33. Группировки почв по содержанию подвижного фосфора (пашня) на 1.01.2003. – Ставрополь, 2003. - 26 с. - Рукопись.
34. Группировки почв по содержанию обменного калия (пашня) на 1.01.2003. - Ставрополь, 2003. - 26 с. - Рукопись.
35. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта / Я. Демек . - М.: Прогресс, 1977. - 223 с.
36. ДеМерс, Майкл Н. Географические информационные системы /Майкл Н. ДеМерс. – М.: Дата+, 1999. – 494 с.
37. Дербинова М.П. Экономико-географическая характеристика экологического региона /М.П. Дербинова, Е.В. Сороковикова //Региональный экологический мониторинг. - М., 1983. – С. 15-23.

38. Диденко П.А. Морфологическая и хозяйственная структура лесостепных ландшафтов Ставропольской возвышенности /П.А. Диденко //Вестник Ставроп. ун-та. - 1999. – Вып. 17. - С. 19-23.
39. Диденко П.А. Агрорландшафты лесостепной провинции Ставропольской возвышенности: Дис... канд. геогр. наук /П.А. Диденко. - Ростов н/Д, 2001. - 138 с.
40. Диденко П.А. Агрорландшафты лесостепной провинции Ставропольской возвышенности: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук /П.А. Диденко . - Ростов н/Д, 2001. – 24 с.
41. Егоренков Л.И. Ландшафтно-экологические основы территориальной организации землепользования: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук /Л.И. Егоренков. - М., 1995. - 41 с.
42. Желнакова Л.И. Оптимизация использования почвенно-климатических ресурсов Центрального Предкавказья для производства зерна озимой пшеницы с помощью чистых паров. – Автореф. дис. ... канд. с-х. наук /Л.И. Желнакова. – Ставрополь, 1992. - 25 с.
43. Закон Ставропольского края «О сохранении почв и земель, предотвращении их деградации» от 7 апреля 1995 года №4-ХЗ.
44. Зворыкин К.В. Сельскохозяйственная типология земель для кадастровых целей /К.В.Зворыкин //Вопросы географии. – М., 1965. – Сб. 67. – С. 61-82.
45. Зворыкин К.В. Агрогеографическое изучение земельных ресурсов /К.В. Зворыкин // Вопросы географии. - 1984. - № 124.
46. Иванов Н.Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара /Н.Н. Иванов //Записки геогр. об-ва. – 1949. - Т.1 (нов. сер.). – С. 228.
47. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ /Под ред. И.И.Васенева , Г.Н.Черкасова. – Курск, 2002. - 118 с.
48. Исаков Ю.А. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем /Ю.А. Исаков, Н.С. Казанская, Д.В. Панфилов. - М.: Наука, 1980. - 226 с.
49. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. Географический аспект /А.Г. Исаченко. - М.: Мысль, 1980. - 264 с.



50. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование /А.Г. Исаченко. - М.: Высш. шк., 1991. - 366 с.
51. Исаченко А.Г. Обзорные эколого-географические карты (опыт разработки) / А.Г. Исаченко. // Известия ВГО. - 1993. - Вып.125, № 4. - С.11-21.
52. Каменная степь /Ф.Н. Мильков, А.И. Нестеров, Н.Г. Петров, М.В. Гончаров. - Воронеж, 1971. - 147 с.
53. Карта загрязненности почв и донных отложений Ставрополя химическими элементами /масштаб 1:500000/. - Ессентуки: Гидрогеолтрассеры, 1994. - 2 с. - Рукопись.
54. Каторгин И.Ю. Распаханность территории Ставропольского края (ландшафтный аспект) /И.Ю. Каторгин //«Природные ресурсы и экологическое образование на Северном Кавказе», межрегиональная науч.-практ. конф. (2; 2002; Ставрополь). Материалы межрегиональной науч.-практ. конф. (21-22 нояб. 2002 г.). – Ставрополь, 2002. – С. 20-21.
55. Каторгин И.Ю. Использование ГИС-технологий при оценке биоклиматического потенциала ландшафтов Ставропольского края /И.Ю. Каторгин // ЭКО экология, культура, образование. - Ставрополь, 2002. - Вып. №9. - С 22-24.
56. Каторгин И.Ю. Структура банка данных ГИС «Агроландшафты Ставропольского края». /И.Ю. Каторгин //«Вопросы физической географии», 47 науч.-метод. конф. «Университетская наука – региону». Материалы науч.-метод. конф. «Университетская наука – региону». – Ставрополь, 2003. - С. 119-124.
57. Каторгин И.Ю. Расчет биоклиматических потенциалов ландшафтов Ставропольского края с использованием ГИС MapInfo и программы построения интерполированных поверхностей 3D Field /И.Ю. Каторгин // «Современная биогеография», вторая всероссийская научная телеконференция. Секция: история, методология и теория биогеографии (22.09.03 – 02.10.04), 5 стр.
58. Каторгин И.Ю. Сельскохозяйственная нагрузка на агроландшафты Ставропольского края /И.Ю. Каторгин // «Научные основы земледелия и

- влагосберегающих технологий для засушливых регионов Юга России», междунар. науч.-практ. конф. Материалы междунар. науч.-практ. конф. Ч.1. Проблемы земледелия. - Ставрополь, 2003. - С 61-65.
59. Каштанов А.Н. Концепция ландшафтной контурно-мелиоративной системы земледелия /А.Н. Каштанов // Земледелие. - 1992. - № 4. – С.2-4.
60. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия /В.И. Кирюшин - М.: Колос, 1996. - 366 с.
61. Кирюшин В.И. Основные принципы разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия /В.И. Кирюшин // Земледелие. – 1996. - № 3. - С. 42-44; № 4. – С. 38-41.
62. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика /В.И. Кирюшин. - М.: МСХА, 2000. - 473 с.
63. Коновалова Н.В. Введение в ГИС /Н.В. Коновалова, Е.Г. Капралов. – М., 1997. – 148 с.
64. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе /А.Н. Каштанов, А.П. Щербаков, Г.И. Швец и др. - Курск, 1992. - 108 с.
65. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе / Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова. - Курск, 1992. – 139 с.
66. Котлярова О.Г. Положено начало освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия /О.Г. Котлярова //Земледелие. – 1999. - № 2. – С. 9-10.
67. Красноярова Б.А. Территориальная организация аграрного природопользования Алтайского края /Б.А. Красноярова. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 161 с.
68. Ландшафтное земледелие. Ч. 1. /Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова. - Курск, 1993. - 54 с.
69. Ландшафтное земледелие. Ч. 2. /Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова. - Курск, 1993. - 104 с.
70. Лопырев М.И. Агроландшафты и земледелие /М.И. Лопырев, С.А. Макаренко. - Воронеж: ВГАУ, 2001. - 168 с.

71. Лопырев М.И. Основы агроландшафтоведения /М.И. Лопырев. - Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. – 180 с.
72. Лурье И.К. Геоинформатика. Учебные геоинформационные системы / И.К. Лурье. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. – 115 с.
73. Мамай И.И. Динамика ландшафтов /И.И. Мамай. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. - 167 с.
74. Материалы обобщения агрохимического обследования по IV туру 83 – 88 гг. Агрохимцентр «Ставропольский». – Ставрополь, 1988. - 26 с. - Рукопись.
75. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника /Ю.С. Мельник. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 143 с.
76. Мересте У.И. Современная география: вопросы теории / У.И. Мересте, С.Я. Ныммик. - М.: Мысль, 1984. - 296 с.
77. Методика разработки систем земледелия на ландшафтной основе /Под ред. А. Н. Каштанова, А. П. Щербакова, В.М. Володина. - Курск, 1996. - 132с.
78. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими элементами. М.: Минздрав СССР, 1987. -46 с.
79. Методическое руководство по картографированию и оценке современных ландшафтов. - М.: ЮНЕП-ЮНЕСКО, 1991. - 37 с.
80. «Методические подходы к разработке типовых моделей адаптивно-ландшафтного землеустройства хозяйств всех форм собственности»: Отчет по заданию /РАСХН СНИИСХ; Исп. Л.И. Желнакова. - Михайловск, 2002. - 85 с.
81. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова, Г.Н. Черкасова. - Тверь, 2001. - 260 с.
82. Мильков Ф.Н. Класс антропогенных промышленных ландшафтов /Ф.Н. Мильков // Вопросы антропогенного ландшафтоведения. - Воронеж, 1972. - 156 с.
83. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения /Ф.Н. Мильков. – М., 1973. - 224 с.

84. Мильков Ф.Н. Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние /Ф.Н. Мильков // Вопросы географии. – М., 1977. – Сб. 106. - С.11-27.
85. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты //Ф.Н. Мильков. - М.: Мысль, 1978. - 86 с.
86. Мильков Ф.Н. Физическая география. Учение о ландшафтах и географическая зональность /Ф.Н. Мильков. - Воронеж, 1986. - 327 с.
87. Мильков Ф.Н. Общее землеведение /Ф.Н. Мильков. - М.: Высш. шк., 1990. - 334 с.
88. Митрофанов Ю.И. О соотношении луга и пашни в Нечерноземной зоне /Ю.И. Митрофанов // Вестник РА СХН. - 1998. - №6.
89. Модели управления продуктивностью агроландшафта /Под ред. В.М. Володина, Г.Н. Черкасова. - Курск, 1998. – 215 с.
90. Морозов Н.Н. Экологизация степного природопользования: с чего начинать? / Н.Н. Морозов //Земледелие. -1992. - № 1. – С.17-18.
91. Нееф Э. География: синтез современных знаний / Э. Нееф, П. Хаггет. - М.: Прогресс, 1979. - 685 с.
92. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения /В.А. Николаев. - М.: МГУ, 1979. - 160 с.
93. Николаев В.А. Концепция агроландшафта /В.А. Николаев // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, География. - 1987. - № 2. - С.22–27.
94. Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Прасолов С.В. Цифровая картография: цифровые модели и электронные карты /Б.А. Новаковский, А.И. Прасолова, С.В. Прасолов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. - 118 с.
95. Нормативно-правовые акты Ставропольского края по защите почвенного покрова от деградации. – Ставрополь, 1997. - 22 с.
96. Овчинников Н.Ф. Принципы сохранения / Н.Ф. Овчинников. - М.: Наука, 1966. – 331 с.
97. О концепции ландшафтного земледелия /А.Н. Каштанов, А.П. Щербаков, Г.И. Швобс и др. //Вестник РАСХН. – 1992. - № 4.- С. 39-41.

98. Петрова Л.Н. Система сухого земледелия и пути ее совершенствования в Ставропольском крае /Л.Н. Петрова, Л.И. Желнакова //«Защитное лесоразведение и мелиорация земель в степных и лесостепных районах России (Итоги и опыт за 50 лет, задачи на ближайшую перспективу)», всероссийская науч.-практ. конф. Материалы. – Москва, 1999. - С. 66-72.
99. Подколзин А.И. Плодородие почвы и эффективность удобрений в земледелии юга России /А.И. Подколзин. - М.: МГУ, 1997. – 182 с.
100. Постолов В.Д. Экологическая модель оптимального агроландшафта /В.Д. Постолов // Вестник РА СХН. – 1999. - № 3. - С. 17–19.
101. Пояснительная записка к карте загрязненности почв и донных отложений Ставрополья химическими элементами. - Ессентуки: Гидрогеолтрассеры, 1994. – 53 с. - Рукопись.
102. Преображенский В.С. Ландшафтные исследования /В.С. Преображенский. - М.: Наука, 1966. - 128 с.
103. Преображенский В.С. Беседы о современной физической географии /В.С. Преображенский. - М.: Наука, 1972. - 166 с.
104. Преображенский В.С. Поиск в географии /В.С. Преображенский. - М.: Просвещение, 1986. - 224 с.
105. Преображенский В.С. Основы ландшафтного анализа /В.С. Преображенский, Т.Д. Александрова, Т.П. Куприянова - М., 1988. - 192 с.
106. Преображенский В.С. Как же так, коллеги? /В.С. Преображенский //География. - 1997. - № 22.
107. Проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области /Под ред. М.И. Лопырева. - Воронеж, 1999. - 186 с.
108. Разработка и использование ГИС Республики Молдова для анализа геоэкологических проблем / Т.С. Константинова, А.Ф. Урсу, Г.Н. Сыродоев, Р.М. Коробов, В.Я. Райлян, А.В. Оверченко //Геоинформационные и геоэкологические исследования в странах СНГ. - М., 1999. - С. 59-69.
109. Разработать методологические основы создания районных систем земледелия на адаптивно-ландшафтной основе (на примере

- Изобильненского района Ставропольского края). Отчет по договору № 30 с МСХ и продовольствия Ставропольского края от 28 марта 2002 г. Михайловск 2002.
110. Ракитников А.Н. География сельского хозяйства: (проблемы и методы исследования) / А.Н. Ракитников. – М.: Мысль, 1970. – 342 с.
111. Рамазанов Н.Г. Геоинформационное моделирование и оценка земельных ресурсов Южного Дагестана для целей растениеводства: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.Г. Рамазанов. – М.: ТСХА, 1999. - 34 с.
112. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л.Г. Рамазанов. - М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
113. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л.Г. Рамазанов. - Л.: Наука, 1971. - 334 с.
114. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы) /Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
115. Ретеюм А.Ю. Взаимодействие техники с природой и геотехнические системы /А.Ю. Ретеюм, К.Н. Дьяконов, Л.Ф. Куницын //Известия АН СССР. Серия географическая. – 1972. - № 4. – С. 46-55.
116. Рихтер Г. Культура ландшафта в социалистическом обществе /Г. Рихтер. - М.: Прогресс, 1983. - 160 с.
117. Родоман Б.Б. Введение в социальную географию: Курс лекций /Б.Б. Родоман. - М.: РОУ, 1993. - 78 с.
118. Рожков В.А. Электронный Атлас СССР /В.А. Рожков, В.Н. Вагнер, Д.И. Рухович // 1 Съезд почвоведов Белоруссии: Тез. докл. - Минск, 1995.
119. Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком /А.М. Рябчиков. - М.: Мысль, 1972. – 223 с.
120. Сценарии изменения потенциальной продуктивности земель Московской области в результате эрозии почв (моделирование на основе технологии ГИС) /И.Ю. Савин, В.В. Сизов, Л.Г. Колесникова, Е.В. Александрова //Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. - М., 1998. - Т.1. - С. 191-192.

121. Савин И.Ю. Геоинформационный анализ ресурсного потенциала земель для сельскохозяйственных целей /И.Ю. Савин, Е.Г. Федорова //Современные проблемы почвоведения: Науч. тр. /Почвенный ин-т им. В.В.Докучаева - М., 2000. - С. 272-285.
122. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования СССР /С.А. Сапожникова. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
123. Сатаров Г.А. Ландшафтное земледелие в ОПХ «Новоникулинское» /Г.А. Сатаров, К.И. Карпович // Земледелие. – 1998. - № 6. – С. 17-18.
124. Саушкин Ю.Г. Культурный ландшафт /Ю.Г. Саушкин //Вопросы географии. - 1946. – Сб. 1. – С. 97-106.
125. Саушкин Ю.Г. К изучению ландшафтов СССР, измененных в процессе производства /Ю.Г. Саушкин //Вопросы географии. - 1951. - Сб. 24. - С. 276-299.
126. Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика /Ю.Г. Саушкин. – М.: Мысль, 1973. – 559 с.
127. Саушкин Ю.Г. Географическая наука в прошлом, настоящем, будущем /Ю.Г. Саушкин. - М., 1980. - 296 с.
128. Сачок Г.И. Применение ГИС-технологий и моделирования в решении региональных задач природопользования в Белоруссии /Г.И. Сачок, В.Ф. Иконников //Геоинформационные и геоэкологические исследования в странах СНГ. - М., 1999. – С. 47-55.
129. Свидерский В.И. О диалектике элементов и структуры в объективном мире и познании /В.И. Свидерский. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 275 с.
130. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата /Г.Т. Селянинов //Труды по сельскохозяйственной метеорологии. - 1928. - Вып. 20. – С. 165-177.
131. Семендяева Н.В. Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Новосибирской области /Н.В Семендяева., Н.И. Дробышева //Земледелие. – 1999. - № 1. – С. 24-25.
132. Серый А.И. Поправочные коэффициенты при бонитировке почв /А.И. Серый // Почвоведение. - 1984. - №3. - С. 114-126.
133. Свисюк И.В. Погода и урожайность озимой пшеницы на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье /И.В. Свисюк. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 208 с.

134. Системы земледелия Ставропольского края /Под ред. В.М. Пенчукова и др. - Ставрополь, 1983. – 271 с.
135. Скрипчинский А.В. К вопросу изучения внутриландшафтной дифференциации лесостепной растительности /А.В. Скрипчинский //Вестник СГУ. Естественные науки. - Ставрополь, 1999. - №17. – С. 48-52
136. Современные ландшафты Ставропольского края. – Ставрополь: СГУ, 2002. – 228 с.
137. Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии /В.Б. Сочава //Докл. ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. – 1963. - № 16. - С. 50-59.
138. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах /В.Б. Сочава. - Новосибирск, 1978. - 319 с.
139. Схема использования земельных ресурсов Ставропольского края на агроландшафтной основе до 2005 года. - Ставрополь, 1997. - 147 с.
140. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв /Л.Л. Шишов, Д.Н. Дурманов, И.И. Карманов, В.В. Ефремов. - М.: Агропромиздат, 1991. – 304 с.
141. Теплицын В.Л. Концептуальные модели агроэкологического мониторинга, его цели и перспективы /В.Л. Теплицын //География и природные ресурсы. – 1995. - № 3. - С. 32–37.
142. Тертышников М.Ф. Основные этапы развития рельефа, ландшафтов и герпетофауны Предкавказья /М.Ф. Тертышников, В.А. Шальнев //Фауна и фаунистические комплексы юга России. – Ставрополь: СГПИ, 1990.
143. Технические отчеты по материалам почвенных обследований колхозов и совхозов Ставропольского края. 1975-2002 гг. – Ставрополь, б. г. – ок. 40000 с. - (Рукопись).
144. Тюрин В.Н. О роли естественных факторов в сельскохозяйственном производстве в Краснодарском крае. – Географические проблемы изучения, охраны и рационального использования природных условий и ресурсов Северного Кавказа /В.Н. Тюрин. – Ставрополь, 1973. - С. 27-28.



145. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
146. Федотов В.И. Техногенные ландшафты /В.И.Федотов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. - 192 с.
147. Фридланд В.М. Агропроизводственные группировки почв и их роль в улучшении использования земельных фондов /В.М. Фридланд //Агрохимия. - 1966. - № 4.
148. Харламов А.И. Применение статистических данных для оценки сельскохозяйственной нагрузки на агроландшафты /А.И. Харламов //Вестник РА СХН. - 2001. - №2. - С. 50-53.
149. Храмцов Л.И. К концепции ландшафтного земледелия /Л.И. Храмцов // Земледелие. – 1996. - № 1. - С. 13–16.
150. Черновалов М.Д. Физико-географическое районирование Ставропольской возвышенности в зоне Кубань-Калаусской обводнительно-оросительной системы /М.Д. Черновалов //Вестник МГУ. – 1963. - №6.
151. Чирков Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы /Ю.И. Чирков. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 251 с.
152. Чупахин В.М. Физическая география Северного Кавказа /В.М. Чупахин. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1974. - 172 с.
153. Шальнев В.А. О генетическом принципе физико-географического районирования /В.А. Шальнев //Известия ВГО. – Л., 1965. – Т. 96.
154. Шальнев В.А. Опыт физико-географического районирования Ставропольской возвышенности /В.А. Шальнев //Известия ВГО. - Л., 1965. - Вып. 3, Т. 97.
155. Шальнев В.А. Вопросы палеогеографии и физико-географическое районирование Северного Кавказа /В.А. Шальнев. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1974.
156. Шальнев В.А. Современные проблемы региональной географии /В.А. Шальнев. - Ставрополь, 1980. - 126 с.
157. Шальнев В.А. Геопространство и геопространственный подход /В.А. Шальнев //Вестник СГУ. Естественные науки. - 1996. – Вып. 6. - С. 15–19.

158. Шальнев В.А. Объектный подход и объект изучения в географии /В.А. Шальнев //Вестник СГУ. - 1997. – Вып.12. – С.3-10.
159. Шальнев В.А. Ландшафтно-экологическое районирование в вопросы эрозии и дефляции почв в пределах Ставропольского края /В.А. Шальнев, О.Н. Василенко //Актуальные вопросы экологии и охраны природы Ставропольского края. – Ставрополь: СГПИ, 1991.
160. Шальнев В.А. К вопросу об изучении структуры агроландшафта /В.А. Шальнев, П.А. Диденко // Вестник СГУ. - 1997. - № 12. - С.37-43.
161. Шальнев В.А. Ландшафтно-экологический подход и ландшафтно-адаптивные системы сельхозугодий /В.А. Шальнев, П.А. Диденко //Горные и склоновые земли России. Пути предотвращения деградации и восстановления их плодородия. - Владикавказ, 1998. - С. 29–31.
162. Шальнев В.А. Ландшафты Ставропольского края /В.А. Шальнев. - Ставрополь, 1995. - 52 с.
163. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР /Д.И. Шашко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.
164. Щербаков А.П. Ландшафтный подход в земледелии /А.П. Щербаков, Г.И. Швевс //Земледелие. – 1992. - № 6. – С.14-16.
165. Шлейнис Р.И. Интенсивность агрогенных нагрузок на почвенный покров Литвы /Р.И. Шлейнис //Почвоведение. - 1992. - № 7.
166. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в 1984. - Рукопись.
167. Экспликация земель совхозов, колхозов и др. хозяйств по состоянию на 1 ноября 1986. - Рукопись.
168. Экспликация земель совхозов, колхозов и др. хозяйств по состоянию на 1 ноября 1990г. - Рукопись.
169. Bertalanffy L. von. General system theory: Foundation, development, applications /L. Bertalanffy. – N.-Y., 1968. 289 p.
170. Burrough P.A. Principal of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment /P.A. Burrough. - Oxford: Clarendon Press, 1988. - 194 p.
171. Chidly T.R.E. Computerized systems of land resources appraisal for

- agricultural development / T.R.E. Chidly, J. Egly. – FAO, 1993. - 247 p.
172. Code pour la relevé méthodologique de la végétation et du milieu /Godron M. et al. - Paris: CNRS, 1968.
173. Eichorn G. Grundlagen eines Landinformationssystems /G. Eichorn //Aig Vermess.- Nachr. - 1979. – Vol. 86, N 1.
174. GIS awareness in agricultural research //Environment Information and Assessment Techn. Rep. UNEP. - 1997. - Vol. 946 p.
175. Kellog Ch. Soil and land classification /Ch.Kellog //J. Of Farm Economics. - 1951. - Vol.4, N3.
176. Le Bas C., Jamagne M. Soil databases to support sustainable development / C. Le Bas, M. Jamagne //Joint Research Center-IRSA. - Orleans, 1996. - 149 p.
177. Long G. Diagnostie phyto-écologique et aménagement du territoire. T.1. /G. Long. - Paris, 1974.
178. MapInfo Professional: Руководство пользователя: Русская версия /Авт. пер. Журавлев В.И., Колотов А.Ю., Николаев В.А. //MapInfo Corporation Troy. - New York, 2000. – 760 с.
179. Oliver, M.A., R.W.Oliver. //Kriging: A Method of Interpolation for Geographic Information Sitems. - 1990. - 4(3).
180. Pimentel D. Energy efficiency mins systems organie and conventional agriculture /D. Pimentel, G. Behardi, S. Fast //Agroecosystems. - 1983. - Vol. 9, N4. - P. 359-372.
181. Pimentel D., Pimentel S. Ecological aspects of agricultural policy// Nat. Resor J. - 1980. - Vol. 20, N3. – P.555-585.
182. Stallings J.H. Soil Conservation /J.H. Stallings. - New Jersey, 1957. - 390 p.
183. Westhoff V. Ökologische und systematische Beziehungen zwischen natürlicher und antropogene Vegetation /Westhoff V., Lewen C.G. Van. //Antropogene Vegetation. - 1966.

Приложение

## Процентное соотношение площадей ландшафтов и типов местностей.

Ландшафты и их структурные единицы на уровне местностей	Площадь, км <sup>2</sup>	Отношение к площади ландшафта, %
<b>1. Верхнегорлыкский</b>	<b>1387</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные плато с плакорами сарматской поверхности выравнивания	302	21,8
Эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской поверхности выравнивания	964	69,5
Верховья речных долин	121	8,7
<b>2. Прикалаусско-Саблинский</b>	<b>2021</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные плато с плакорами сарматской поверхности выравнивания	190	9,4
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания	549	27,2
Эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской поверхности выравнивания	987	48,8
Верховья речных долин	209	10,3
Речные долины верхнего течения рек	86	4,3
<b>3. Ташлянский</b>	<b>2936</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания	1992	67,8
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания	553	18,8
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	35	1,2
Верховья речных долин	121	4,1
Речные долины верхнего течения рек	235	8,0
<b>4. Грачевско-Калаусский</b>	<b>2405</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания	145	6,0
Эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской поверхности выравнивания	606	25,2
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской		

Ландшафты и их структурные единицы на уровне местностей	Площадь, км <sup>2</sup>	Отношение к площади ландшафта, %
поверхности выравнивания	1315	54,7
Верховья речных долин	16	0,7
Речные долины верхнего течения рек	154	6,4
Речные долины среднего течения рек	169	7,0
<b>5. Прикалаусско-Буйволинский</b>	<b>1373</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания.	1005	73,2
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания	237	17,3
Верховья речных долин	71	5,2
Речные долины верхнего течения рек	60	4,4
<b>6. Егорлыкско-Сенгилеевский</b>	<b>1149</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания	467	40,6
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания	452	39,3
Речные долины верхнего течения рек	32	2,8
Речные долины среднего течения рек	130	11,3
Озерные котловины	68	5,9
<b>7. Расшеватско-Егорлыкский</b>	<b>2441</b>	<b>100</b>
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания	1516	62,1
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	797	32,7
Речные долины среднего течения рек	128	5,2
<b>8. Среднегорлыкский</b>	<b>4279</b>	<b>100</b>
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	1643	38,3
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	2040	47,6
Речные долины среднего течения рек	603	14,1
<b>9. Бурукшунский</b>	<b>1935</b>	<b>100</b>
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	352	18,2
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины		

Ландшафты и их структурные единицы на уровне местностей	Площадь, км <sup>2</sup>	Отношение к площади ландшафта, %
(верхнечетвертичного расчленения)	1253	64,8
Аллювиально-озерные аккумулятивные постхвалынские равнины	265	13,7
Речные долины среднего течения рек	65	3,4
<b>10. Нижнекалаусский</b>	<b>4024</b>	<b>100</b>
Структурно-денудационные низкие плато с плакорами верхнесарматской поверхности выравнивания	470	11,7
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	789	19,6
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	2426	60,3
Речные долины среднего течения рек	339	8,4
<b>11. Айгурский</b>	<b>3786</b>	<b>100</b>
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	1546	40,8
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	1987	52,5
Речные долины среднего течения рек	146	3,9
Пойменные аллювиальные современные равнины	107	2,8
<b>12. Карамык-Томузловский</b>	<b>5082</b>	<b>100</b>
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	2409	47,4
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	2374	46,7
Речные долины верхнего течения рек	299	5,9
<b>13. Кубано-Янкульско-Суркульский</b>	<b>2582</b>	<b>100</b>
Эрозионно-денудационные высокие равнины акчагыльской поверхности выравнивания	166	6,4
Эрозионно-денудационные равнины апшеронской поверхности выравнивания	2116	82,0
Речные долины верхнего течения рек	300	11,6
<b>14. Лвокумский</b>	<b>5125</b>	<b>100</b>
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	1208	23,6
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	2929	57,2
Речные долины среднего течения рек	439	8,6

Ландшафты и их структурные единицы на уровне местностей	Площадь, км <sup>2</sup>	Отношение к площади ландшафта, %
Пойменные аллювиальные современные равнины	549	10,7
<b>15. Правокумско-Терский</b>	<b>5910</b>	<b>100</b>
Аккумулятивные первичные четвертичные равнины	2537	42,9
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	3068	51,9
Речные долины среднего течения рек	305	5,2
<b>16. Курско-Прикаспийский</b>	<b>4838</b>	<b>100</b>
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	428	8,8
Эоловые дефляционно-аккумулятивные и аллювиально-морские низменности	1379	28,5
Аллювиально-морские хвалынские аккумулятивные равнины	2574	53,2
Аллювиально-морские нижнехвалынские и хазарские равнины и террасы	355	7,3
Пойменные аллювиальные современные равнины	102	2,1
<b>17. Нижнекумско-Прикаспийский</b>	<b>4910</b>	<b>100</b>
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	317	6,4
Эоловые дефляционно-аккумулятивные и аллювиально-морские низменности	177	3,6
Аллювиально-морские хвалынские аккумулятивные равнины	1978	40,3
Аллювиально-морские нижнехвалынские и хазарские равнины и террасы	1638	33,4
Пойменные аллювиальные современные равнины	496	10,1
Аллювиально-озерные аккумулятивные постхвалынские равнины	304	6,2
<b>18. Чограйско-Прикаспийский</b>	<b>2312</b>	<b>100</b>
Аллювиально-морские хвалынские аккумулятивные равнины	168	7,3
Аллювиально-морские нижнехвалынские и хазарские равнины и террасы	1465	63,4



Ландшафты и их структурные единицы на уровне местностей	Площадь, км <sup>2</sup>	Отношение к площади ландшафта, %
Аллювиально-озерные аккумулятивные постхвалынские равнины	679	29,4
<b>19. Западно-Манычский</b>	<b>1079</b>	<b>100</b>
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины (верхнечетвертичного расчленения)	721	66,8
Аллювиально-озерные аккумулятивные постхвалынские равнины	272	25,2
Речные долины среднего течения рек	86	8,0
<b>20. Прикубанский</b>	<b>1363</b>	<b>100</b>
Верхнеплиоценовые и нижнечетвертичные террасы Кубани	550	40,4
Средне- и вехнечетвертичные террасы Кубани	631	46,3
Пойменные террасы и русло Кубани	182	13,4
<b>21. Воровсколесско-Кубанский</b>	<b>1039</b>	<b>100</b>
Низкие горные моноклиналильные гряды и останцовые плато	525	50,5
Эрозионно-денудационные глубоко расчлененные равнины	490	47,2
Речные долины верхнего течения рек	24	2,3
<b>22. Подкумско-Золкинский</b>	<b>2910</b>	<b>100</b>
Междолинные равнины высоких верхнеплиоценовых (апшеронских) террас	602	20,7
Равнины ниже- и среднечетвертичных террас	1897	65,2
Речные долины верхнего течения рек	339	11,6
Низко- и средневысотные останцовые магматические горы	72	2,5
<b>23. Курско-Терский</b>	<b>396</b>	<b>100</b>
Средне- и вехнечетвертичные террасы Терека	337	85,1
Пойменные террасы и русло Терека	32	8,1
Речные долины верхнего течения рек	27	6,8
<b>24. Кубано-Малкинский</b>	<b>900</b>	<b>100</b>
Средневысотные моноклиналильные структурно-денудационные куэсты	98	10,9
Низкие горные моноклиналильные гряды и останцовые плато	688	76,4
Эрозионно-теконические межкуэстовые депрессии	48	5,3
Речные долины верхнего течения рек	66	7,3

## Приложение 2

Площадь поражения (%) и средневзвешенные поправочные коэффициенты по видам деградационных процессов почвенного покрова сельскохозяйственных угодий по агроландшафтам Ставропольского края

Индекс ландшафта	Засоление		Солончаки и солонцовые комплексы		Переувлажнение		Заболачивание		Каменистость		Эродированность ветром		Эродированность водой		Совместная водная и ветровая эрозия		Общая площадь поражения (%)	Коэффициент синергизма	
	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент			
1	51.90	0.79	24.31	0.55	8.15	0.70	0.24	0.61	20.15	0.79	5.24	0.86	53.97	0.71	0.58	0.86	164.53	1.65	
2	19.89	0.81	15.74	0.55	7.73	0.70	0.61	0.65	7.98	0.86	10.37	0.85	39.95	0.77	8.99	0.85	111.25	1.11	
3	9.48	0.78	0.00	0.00	4.45	0.70	0.29	0.63	19.31	0.83	5.44	0.86	12.21	0.76	0.09	0.69	51.26		
4	40.37	0.72	17.16	0.55	9.65	0.70	0.03	0.50	24.66	0.86	10.21	0.86	33.35	0.76	1.38	0.85	136.81	1.37	
5	7.88	0.77	4.92	0.55	4.97	0.70	0.17	0.63	2.42	0.88	7.02	0.83	23.80	0.81	0.18	0.86	51.36		
6	30.98	0.81	9.34	0.54	8.28	0.70	0.27	0.67	34.63	0.86	10.87	0.83	32.03	0.76	0.71	0.86	127.11	1.27	
7	0.93	0.72	0.00	0.00	1.24	0.70	0.59	0.58	0.10	0.90	8.64	0.86	12.80	0.84	0.00	0.00	24.29		
8	16.58	0.77	2.79	0.55	8.26	0.70	1.98	0.58	0.00	0.00	3.38	0.86	8.93	0.79	3.53	0.86	45.44		
9	28.98	0.71	13.89	0.48	10.09	0.70	1.93	0.62	0.00	0.00	1.32	0.85	0.37	0.65	0.00	0.00	56.57		
10	8.44	0.82	13.46	0.55	2.11	0.70	0.05	0.60	2.43	0.90	11.17	0.85	5.92	0.79	2.75	0.86	46.33		
11	28.02	0.81	30.14	0.55	2.98	0.70	1.03	0.60	0.00	0.80	4.60	0.86	27.17	0.78	0.00	0.00	93.95		
12	5.16	0.79	0.71	0.55	3.51	0.70	0.39	0.64	1.14	0.86	8.07	0.86	20.64	0.83	3.60	0.85	43.21		
13	76.25	0.73	36.79	0.55	6.68	0.70	1.58	0.65	0.59	0.81	0.30	0.86	44.04	0.75	3.82	0.78	170.04	1.70	
14	4.30	0.76	1.15	0.36	3.32	0.70	0.22	0.62	0.00	0.00	3.19	0.86	24.15	0.80	2.41	0.82	38.76		
15	6.57	0.76	0.04	0.31	3.47	0.70	0.43	0.60	0.00	0.00	2.05	0.86	12.00	0.77	2.94	0.77	27.50		
16	23.30	0.73	4.14	0.49	3.62	0.70	2.50	0.58	0.00	0.00	50.42	0.74	0.07	0.66	0.00	0.00	84.06		
17	41.48	0.73	24.64	0.53	19.17	0.70	5.89	0.66	0.00	0.00	25.84	0.81	0.01	0.73	0.00	0.00	117.03	1.17	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	25.57	0.79	22.65	0.55	4.08	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.86	7.80	0.63	0.00	0.00	60.28		
20	23.60	0.76	9.01	0.55	12.24	0.70	0.68	0.63	10.66	0.84	10.62	0.86	15.93	0.73	1.43	0.69	84.17		
21	39.37	0.80	7.88	0.55	7.40	0.70	0.35	0.60	13.19	0.82	9.91	0.86	58.74	0.77	0.00	0.00	136.85	1.37	
22	15.75	0.76	4.37	0.55	14.83	0.70	1.53	0.61	13.20	0.82	0.59	0.85	26.22	0.76	0.25	0.74	76.76		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	0.70	0.06	0.63	31.36	0.84	0.00	0.00	59.78	0.68	0.00	0.00	92.64		

## Приложение 3

Площадь поражения (%) и средневзвешенные поправочные коэффициенты по видам деградационных процессов почвенного покрова пашни по агроландшафтам Ставропольского края

Индекс ландшафта	Засоление		Солончаки и солонцовые комплексы		Переувлажнение		Заболачивание		Каменность		Эродированность ветром		Эродированность водой		Совместная водная и ветровая эрозия		Общая площадь поражения (%)	Коэффициент синергизма
	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент	Площадь, %	Поправочный коэффициент		
1	50.10	0.79	22.88	0.55	2.23	0.70	0.03	0.66	0.84	8.52	0.86	37.15	0.80	0.76	0.86	137.14	1.37	
2	14.24	0.84	14.12	0.55	3.50	0.70	0.03	0.63	0.88	12.32	0.85	35.63	0.83	10.52	0.85	96.63		
3	7.19	0.83	0.00	0.00	2.01	0.70	0.01	0.67	0.85	6.30	0.86	6.71	0.85	0.06	0.69	36.57		
4	30.92	0.74	13.71	0.55	4.54	0.70	0.00	0.00	0.88	16.66	0.86	15.85	0.83	2.21	0.85	103.27	1.03	
5	1.01	0.76	4.74	0.55	40.98	0.70	0.14	0.65	0.87	7.60	0.84	19.93	0.85	0.13	0.86	35.52		
6	33.10	0.83	5.36	0.55	3.30	0.70	0.03	0.67	0.88	14.89	0.84	20.40	0.84	1.22	0.86	108.89	1.09	
7	0.22	0.79	0.00	0.00	0.72	0.70	0.06	0.66	0.90	9.52	0.86	11.51	0.85	0.00	0.00	22.08		
8	9.62	0.83	0.23	0.55	3.70	0.70	0.59	0.60	0.00	3.96	0.86	6.97	0.84	3.62	0.86	28.68		
9	19.83	0.77	4.75	0.55	2.10	0.70	0.01	0.67	0.00	1.79	0.85	0.18	0.86	0.00	0.00	28.66		
10	4.99	0.84	11.31	0.55	0.16	0.70	0.00	0.00	0.90	13.25	0.86	2.74	0.85	3.03	0.86	36.89		
11	14.17	0.84	20.41	0.55	0.17	0.70	0.17	0.60	0.00	6.42	0.86	30.68	0.79	0.00	0.00	72.02		
12	4.28	0.83	0.48	0.55	0.80	0.70	0.05	0.63	0.86	8.52	0.86	16.14	0.85	3.53	0.85	34.14		
13	76.14	0.75	31.04	0.55	1.81	0.70	0.04	0.63	0.17	0.82	0.86	38.81	0.81	2.98	0.80	152.29	1.52	
14	2.07	0.82	0.28	0.53	1.25	0.70	0.00	0.00	0.00	3.16	0.86	24.01	0.81	1.88	0.82	32.65		
15	3.81	0.81	0.02	0.30	1.69	0.70	0.04	0.62	0.00	2.20	0.86	12.26	0.79	0.42	0.79	20.44		
16	27.16	0.78	2.96	0.55	1.60	0.70	0.10	0.67	0.00	22.71	0.84	0.06	0.80	0.00	0.00	54.60		
17	21.14	0.80	1.89	0.54	7.23	0.70	0.00	0.00	0.00	28.03	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	58.29		
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	19.65	0.84	19.16	0.55	0.05	0.70	0.00	0.00	0.00	0.28	0.86	1.07	0.69	0.00	0.00	40.20		
20	11.74	0.73	3.53	0.55	10.61	0.70	0.11	0.61	0.85	14.10	0.86	6.19	0.84	0.28	0.86	54.51		
21	39.70	0.83	8.53	0.55	1.85	0.70	0.03	0.55	0.83	15.49	0.86	49.57	0.84	0.00	0.00	123.87	1.24	
22	14.76	0.78	3.78	0.55	11.07	0.70	0.28	0.62	0.86	6.68	0.86	19.89	0.82	0.24	0.86	59.27		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.13	0.70	0.08	0.67	0.83	0.00	0.00	34.64	0.82	0.00	0.00	79.60		

## Приложение 4

Площадь поражения (%) и индексы интенсивности поражения по видам деградационных процессов почвенного покрова сельскохозяйственных угодий по агроландшафтам Ставропольского края

Индекс ландшафта	Засоление		Солончаки и солонцовые комплексы		Переувлажнение		Заболачивание		Каменистость		Эродированность ветром		Эродированность водой		Совместная водная и ветровая эрозия		Общая площадь поражения (%)	Коэффициент синергизма	
	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности поражения			
1	51.90	0.21	24.31	0.45	8.15	0.30	0.24	0.39	20.15	0.21	5.24	0.14	53.97	0.29	0.58	0.14	164.53	1.65	
2	19.89	0.19	15.74	0.45	7.73	0.30	0.61	0.35	7.98	0.14	10.37	0.15	39.95	0.23	8.99	0.15	111.25	1.11	
3	9.48	0.22	0.00	-	4.45	0.30	0.29	0.37	19.31	0.17	5.44	0.14	12.21	0.24	0.09	0.31	51.26		
4	40.37	0.28	17.16	0.45	9.65	0.30	0.03	0.50	24.66	0.14	10.21	0.14	33.35	0.24	1.38	0.15	136.81	1.37	
5	7.88	0.23	4.92	0.45	4.97	0.30	0.17	0.37	2.42	0.12	7.02	0.17	23.80	0.19	0.18	0.14	51.36		
6	30.98	0.19	9.34	0.46	8.28	0.30	0.27	0.33	34.63	0.14	10.87	0.17	32.03	0.24	0.71	0.14	127.11	1.27	
7	0.93	0.28	0.00	-	1.24	0.30	0.59	0.42	0.10	0.10	8.64	0.14	12.80	0.16	0.00	-	24.29		
8	16.58	0.23	2.79	0.45	8.26	0.30	1.98	0.42	0.00	-	3.38	0.14	8.93	0.21	3.53	0.14	45.44		
9	28.98	0.29	13.89	0.52	10.09	0.30	1.93	0.38	0.00	-	1.32	0.15	0.37	0.35	0.00	-	56.57		
10	8.44	0.18	13.46	0.45	2.11	0.30	0.05	0.40	2.43	0.10	11.17	0.15	5.92	0.21	2.75	0.14	46.33		
11	28.02	0.19	30.14	0.45	2.98	0.30	1.03	0.40	0.00	0.20	4.60	0.14	27.17	0.22	0.00	-	93.95		
12	5.16	0.21	0.71	0.45	3.51	0.30	0.39	0.36	1.14	0.14	8.07	0.14	20.64	0.17	3.60	0.15	43.21		
13	76.25	0.27	36.79	0.45	6.68	0.30	1.58	0.35	0.59	0.19	0.30	0.14	44.04	0.25	3.82	0.22	170.04	1.70	
14	4.30	0.24	1.15	0.64	3.32	0.30	0.22	0.38	0.00	-	3.19	0.14	24.15	0.20	2.41	0.18	38.76		
15	6.57	0.24	0.04	0.69	3.47	0.30	0.43	0.40	0.00	-	2.05	0.14	12.00	0.23	2.94	0.23	27.50		
16	23.30	0.27	4.14	0.51	3.62	0.30	2.50	0.42	0.00	-	50.42	0.26	0.07	0.34	0.00	-	84.06		
17	41.48	0.27	24.64	0.47	19.17	0.30	5.89	0.34	0.00	-	25.84	0.19	0.01	0.27	0.00	-	117.03	1.17	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	25.57	0.21	22.65	0.45	4.08	0.30	0.00	-	0.00	-	0.19	0.14	7.80	0.37	0.00	-	60.28		
20	23.60	0.24	9.01	0.45	12.24	0.30	0.68	0.37	10.66	0.16	10.62	0.14	15.93	0.27	1.43	0.31	84.17		
21	39.37	0.20	7.88	0.45	7.40	0.30	0.35	0.40	13.19	0.18	9.91	0.14	58.74	0.23	0.00	-	136.85	1.37	
22	15.75	0.24	4.37	0.45	14.83	0.30	1.53	0.39	13.20	0.18	0.59	0.15	26.22	0.24	0.25	0.26	76.76		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	0.00	-	0.00	-	1.44	0.30	0.06	0.37	31.36	0.16	0.00	-	59.78	0.32	0.00	-	92.64		

## Приложение 5

## Площадь поражения (%) и индексы интенсивности поражения по видам деградационных процессов почвенного покрова пашни по агроландшафтам Ставропольского края

Индекс ландшафта	Засоление		Солончаки и солонцовые комплексы		Пересушивание		Заболочивание		Каменность		Эродированность ветром		Эродированность водой		Совместная водная и ветровая эрозия		Общая площадь поражения (%)	Коэффициент синергизма
	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения	Площадь, %	Индекс интенсивности и поражения		
1	50.10	0.21	22.88	0.45	2.23	0.30	0.03	0.34	0.16	8.52	0.14	37.15	0.20	0.76	0.14	137.14	1.37	
2	14.24	0.16	14.12	0.45	3.50	0.30	0.03	0.37	0.12	12.32	0.15	35.63	0.17	10.52	0.15	96.63		
3	7.19	0.17	0.00	-	2.01	0.30	0.01	0.33	0.15	6.30	0.14	6.71	0.15	0.06	0.31	36.57		
4	30.92	0.26	13.71	0.45	4.54	0.30	0.00	-	0.12	16.66	0.14	15.85	0.17	2.21	0.15	103.27	1.03	
5	1.01	0.24	4.74	0.45	0.98	0.30	0.14	0.35	0.13	7.60	0.16	19.93	0.15	0.13	0.14	35.52		
6	33.10	0.17	5.36	0.45	3.30	0.30	0.03	0.33	0.12	14.89	0.16	20.40	0.16	1.22	0.14	108.89	1.09	
7	0.22	0.21	0.00	-	0.72	0.30	0.06	0.34	0.10	9.52	0.14	11.51	0.15	0.00	-	22.08		
8	9.62	0.17	0.23	0.45	3.70	0.30	0.59	0.40	-	3.96	0.14	6.97	0.16	3.62	0.14	28.68		
9	19.83	0.23	4.75	0.45	2.10	0.30	0.01	0.33	-	1.79	0.15	0.18	0.14	0.00	-	28.66		
10	4.99	0.16	11.31	0.45	0.16	0.30	0.00	-	0.10	13.25	0.14	2.74	0.15	3.03	0.14	36.89		
11	14.17	0.16	20.41	0.45	0.17	0.30	0.17	0.40	-	6.42	0.14	30.68	0.21	0.00	-	72.02		
12	4.28	0.17	0.48	0.45	0.80	0.30	0.05	0.37	0.14	8.52	0.14	16.14	0.15	3.53	0.15	34.14		
13	76.14	0.25	31.04	0.45	1.81	0.30	0.04	0.37	0.18	1.30	0.14	38.81	0.19	2.98	0.20	152.29	1.52	
14	2.07	0.18	0.28	0.47	1.25	0.30	0.00	-	-	3.16	0.14	24.01	0.19	1.88	0.18	32.65		
15	3.81	0.19	0.02	0.70	1.69	0.30	0.04	0.38	-	2.20	0.14	12.26	0.21	0.42	0.21	20.44		
16	27.16	0.22	2.96	0.45	1.60	0.30	0.10	0.33	-	22.71	0.16	0.06	0.20	0.00	-	54.60		
17	21.14	0.20	1.89	0.46	7.23	0.30	0.00	-	-	28.03	0.15	0.00	-	0.00	-	58.29		
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	19.65	0.16	19.16	0.45	0.05	0.30	0.00	-	-	0.28	0.14	1.07	0.31	0.00	-	40.20		
20	11.74	0.27	3.53	0.45	10.61	0.30	0.11	0.39	0.15	14.10	0.14	6.19	0.16	0.28	0.14	54.51		
21	39.70	0.17	8.53	0.45	1.85	0.30	0.03	0.45	0.17	15.49	0.14	49.57	0.16	0.00	-	123.87	1.24	
22	14.76	0.22	3.78	0.45	11.07	0.30	0.28	0.38	0.14	0.68	0.14	19.89	0.18	0.24	0.14	59.27		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	0.00	-	0.00	-	3.13	0.30	0.08	0.33	0.17	0.00	-	34.64	0.18	0.00	-	79.60		

## Приложение 6

## Индекс интенсивности поражения почвенного покрова сельскохозяйственных угодий в агроландшафтах Ставропольского края

Индекс ландшафта	Индекс интенсивности поражения										Совокупный индекс интенсивности поражения территории с учетом коэффициента синергизма
	Засоление	Солончаки и солонцовые комплексы	Переувлажнение	Заболачивание	Каменность	Ветровая эрозия	Водная эрозия	Совместная водная и ветровая эрозия	Совокупный индекс интенсивности поражения территории без учета наложения видов деградаций		
1	0.21	0.45	0.30	0.39	0.21	0.14	0.29	0.14	0.27	0.45	
2	0.19	0.45	0.30	0.35	0.14	0.15	0.23	0.15	0.24	0.27	
3	0.22		0.30	0.37	0.17	0.14	0.24	0.31	0.21		
4	0.28	0.45	0.30	0.50	0.14	0.14	0.24	0.15	0.26	0.36	
5	0.23	0.45	0.30	0.37	0.12	0.17	0.19	0.14	0.23		
6	0.19	0.46	0.30	0.33	0.14	0.17	0.24	0.14	0.21	0.27	
7	0.28		0.30	0.42	0.10	0.14	0.16		0.17		
8	0.23	0.45	0.30	0.42		0.14	0.21	0.14	0.25		
9	0.29	0.52	0.30	0.38		0.15	0.35		0.35		
10	0.18	0.45	0.30	0.40	0.10	0.15	0.21	0.14	0.25		
11	0.19	0.45	0.30	0.40	0.20	0.14	0.22		0.29		
12	0.21	0.45	0.30	0.36	0.14	0.14	0.17	0.15	0.18		
13	0.27	0.45	0.30	0.35	0.19	0.14	0.25	0.22	0.30	0.51	
14	0.24	0.64	0.30	0.38		0.14	0.20	0.18	0.22		
15	0.24	0.69	0.30	0.40		0.14	0.23	0.23	0.24		
16	0.27	0.51	0.30	0.42		0.26	0.34		0.28		
17	0.27	0.47	0.30	0.34		0.19	0.27		0.30	0.35	
18											
19	0.21	0.45	0.30			0.14	0.37		0.33		
20	0.24	0.45	0.30	0.37	0.16	0.14	0.27	0.31	0.26		
21	0.20	0.45	0.30	0.40	0.18	0.14	0.23		0.23	0.32	
22	0.24	0.45	0.30	0.39	0.18	0.15	0.24	0.26	0.26		
23											
24			0.30	0.37	0.16		0.32		0.27		

## Приложение 7

## Индекс интенсивности поражения почвенного покрова пашни в агроландшафтах Ставропольского края

Индекс ландшафта	Индекс интенсивности поражения										Совокупный индекс интенсивности поражения территории с учетом коэффициента синергизма
	Засоление	Солончаки и солонцовые комплексы	Переувлажнение	Заболачивание	Каменистость	Ветровая эрозия	Волная эрозия	Совместная волная и ветровая эрозия	Совокупный индекс интенсивности поражения территории без учета наложения видов деградаций		
1	0.21	0.45	0.30	0.34	0.16	0.14	0.20	0.14	0.24	0.33	
2	0.16	0.45	0.30	0.37	0.12	0.15	0.17	0.15	0.21		
3	0.17		0.30	0.33	0.15	0.14	0.15	0.31	0.16		
4	0.26	0.45	0.30		0.12	0.14	0.17	0.15	0.23	0.24	
5	0.24	0.45	0.30	0.35	0.13	0.16	0.15	0.14	0.20		
6	0.17	0.45	0.30	0.33	0.12	0.16	0.16	0.14	0.17	0.19	
7	0.21		0.30	0.34	0.10	0.14	0.15		0.15		
8	0.17	0.45	0.30	0.40		0.14	0.16	0.14	0.18		
9	0.23	0.45	0.30	0.33		0.15	0.14		0.27		
10	0.16	0.45	0.30		0.10	0.14	0.15	0.14	0.24		
11	0.16	0.45	0.30	0.40		0.14	0.21		0.26		
12	0.17	0.45	0.30	0.37	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16		
13	0.25	0.45	0.30	0.37	0.18	0.14	0.19	0.20	0.27	0.41	
14	0.18	0.47	0.30	-		0.14	0.19	0.18	0.19		
15	0.19	0.70	0.30	0.38		0.14	0.21	0.21	0.21		
16	0.22	0.45	0.30	0.33		0.16	0.20		0.21		
17	0.20	0.46	0.30			0.15			0.20		
18											
19	0.16	0.45	0.30			0.14	0.31		0.30		
20	0.27	0.45	0.30	0.39	0.15	0.14	0.16	0.14	0.22		
21	0.17	0.45	0.30	0.45	0.17	0.14	0.16		0.18	0.22	
22	0.22	0.45	0.30	0.38	0.14	0.14	0.18	0.14	0.22		
23											
24			0.30	0.33	0.17		0.18		0.18		

## Приложение 8

Балльная оценка и удельный вес видов деградационных процессов почвенного покрова сельскохозяйственных угодий в агроландшафтах Ставропольского края

Инт.к.с. ландшафта	Засоление		Солончаки и солонцовые комплексы		Переувлажнение		Заболачивание		Каменитость		Эродированность ветром		Эродированность водой		Совместная водная и ветровая эрозия		Суммарный балл оценки
	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	
1	10.90	24.18	10.94	24.27	2.45	5.42	0.09	0.21	4.23	9.39	0.73	1.63	15.65	34.72	0.08	0.18	45.07
2	3.78	14.20	7.08	26.62	2.32	8.72	0.21	0.80	1.12	4.20	1.56	5.85	9.19	34.54	1.35	5.07	26.60
3	2.09	19.81	0.00	0.00	1.34	12.68	0.11	1.02	3.28	31.17	0.76	7.23	2.93	27.83	0.03	0.26	10.53
4	11.30	32.27	7.72	22.04	2.90	8.26	0.02	0.04	3.45	9.86	1.43	4.08	8.00	22.85	0.21	0.59	35.03
5	1.81	15.61	2.21	19.07	1.49	12.84	0.06	0.54	0.29	2.50	1.19	10.28	4.52	38.94	0.03	0.22	11.61
6	5.89	21.61	4.30	15.77	2.48	9.12	0.09	0.33	4.85	17.80	1.85	6.78	7.69	28.22	0.10	0.36	27.24
7	0.26	6.28	0.00	0.00	0.37	8.97	0.25	5.97	0.01	0.24	1.21	29.16	2.05	49.38	0.00	0.00	4.15
8	3.81	33.98	1.26	11.19	2.48	22.08	0.83	7.41	0.00	0.00	0.47	4.22	1.88	16.71	0.49	4.40	11.22
9	8.40	42.63	7.22	36.64	3.03	15.35	0.73	3.72	0.00	0.00	0.20	1.00	0.13	0.66	0.00	0.00	19.71
10	1.52	12.90	6.06	51.44	0.63	5.38	0.02	0.17	0.24	2.06	1.68	14.23	1.24	10.56	0.39	3.27	11.78
11	5.32	19.85	13.56	50.58	0.89	3.33	0.41	1.54	0.00	0.00	0.64	2.40	5.98	22.29	0.00	0.00	26.81
12	1.08	13.66	0.32	4.03	1.05	13.27	0.14	1.77	0.16	2.01	1.13	14.24	3.51	44.22	0.54	6.81	7.93
13	20.59	39.82	16.56	32.02	2.00	3.88	0.55	1.07	0.11	0.22	0.04	0.08	11.01	21.29	0.84	1.63	51.70
14	1.03	12.06	0.74	8.60	1.00	11.64	0.08	0.98	0.00	0.00	0.45	5.22	4.83	56.44	0.43	5.07	8.56
15	1.58	24.11	0.03	0.42	1.04	15.92	0.17	2.63	0.00	0.00	0.29	4.39	2.76	42.20	0.68	10.34	6.54
16	6.29	26.58	2.11	8.92	1.09	4.59	1.05	4.44	0.00	0.00	13.11	55.38	0.02	0.10	0.00	0.00	23.67
17	11.20	31.60	11.58	32.67	5.75	16.22	2.00	5.65	0.00	0.00	4.91	13.85	0.00	0.01	0.00	0.00	35.45
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	5.37	27.26	10.19	51.74	1.22	6.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.14	2.89	14.65	0.00	0.00	19.70
20	5.66	26.25	4.05	18.79	3.67	17.02	0.25	1.17	1.71	7.90	1.49	6.89	4.30	19.93	0.44	2.05	21.58
21	7.87	25.36	3.55	11.42	2.22	7.15	0.14	0.45	2.37	7.65	1.39	4.47	13.51	43.51	0.00	0.00	31.05
22	3.78	19.27	1.97	10.03	4.45	22.68	0.60	3.04	2.38	12.11	0.09	0.45	6.29	32.08	0.07	0.33	19.61
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.76	0.02	0.09	5.02	20.40	0.00	0.00	19.13	77.76	0.00	0.00	24.60



## Приложение 9

Балльная оценка и удельный вес видов деградационных процессов почвенного покрова пашни в агроландшафтах  
Ставропольского края

Индекс ландшафта	Засоление		Солончаки и солонцовые комплексы		Переувлажнение		Заболачивание		Каменистость		Эродированность ветром		Эродированность водой		Совместная водная и ветровая эрозия		Суммарный балл оценки
	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	Балл оценки	Отношение к суммарному, %	
1	10.52	32.17	10.30	31.48	0.67	2.05	0.01	0.03	2.48	7.57	1.19	3.65	7.43	22.72	0.11	0.33	32.70
2	2.28	11.43	6.35	31.88	1.05	5.27	0.01	0.06	0.75	3.78	1.85	9.27	6.06	30.39	1.58	7.92	19.93
3	1.22	20.79	0.00	0.00	0.60	10.26	0.00	0.06	2.14	36.46	0.88	15.00	1.01	17.12	0.02	0.32	5.88
4	8.04	34.57	6.17	26.53	1.36	5.86	0.00	0.00	2.33	10.01	2.33	10.03	2.69	11.59	0.33	1.43	23.26
5	0.24	3.43	2.13	30.16	0.29	4.16	0.05	0.69	0.13	1.84	1.22	17.19	2.99	42.27	0.02	0.26	7.07
6	5.63	30.37	2.41	13.02	0.99	5.34	0.01	0.05	3.67	19.81	2.38	12.86	3.26	17.62	0.17	0.92	18.53
7	0.05	1.38	0.00	0.00	0.22	6.45	0.02	0.61	0.01	0.15	1.33	39.82	1.73	51.59	0.00	0.00	3.35
8	1.64	31.08	0.10	1.97	1.11	21.10	0.24	4.49	0.00	0.00	0.55	10.54	1.12	21.20	0.51	9.63	5.26
9	4.56	59.81	2.14	28.03	0.63	8.26	0.00	0.04	0.00	0.00	0.27	3.52	0.03	0.33	0.00	0.00	7.63
10	0.80	9.11	5.09	58.05	0.05	0.55	0.00	0.00	0.14	1.62	1.86	21.16	0.41	4.69	0.42	4.84	8.77
11	2.27	11.99	9.18	48.56	0.05	0.27	0.07	0.36	0.00	0.00	0.90	4.75	6.44	34.07	0.00	0.00	18.91
12	0.73	13.49	0.22	4.01	0.24	4.45	0.02	0.34	0.05	0.88	1.19	22.12	2.42	44.89	0.53	9.82	5.39
13	19.04	45.60	13.97	33.46	0.54	1.30	0.01	0.04	0.03	0.07	0.18	0.44	7.37	17.66	0.60	1.43	41.74
14	0.37	5.99	0.13	2.12	0.38	6.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	7.11	4.56	73.32	0.34	5.44	6.22
15	0.72	17.11	0.01	0.33	0.51	11.98	0.02	0.36	0.00	0.00	0.31	7.28	2.57	60.85	0.09	2.08	4.23
16	5.98	52.11	1.33	11.62	0.48	4.19	0.03	0.29	0.00	0.00	3.63	31.69	0.01	0.10	0.00	0.00	11.47
17	4.23	36.86	0.87	7.58	2.17	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	36.65	0.00	0.00	0.00	0.00	11.47
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	3.14	25.87	8.62	70.95	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.32	0.33	2.73	0.00	0.00	12.15
20	3.17	26.02	1.59	13.04	3.18	26.13	0.04	0.35	1.19	9.79	1.97	16.21	0.99	8.13	0.04	0.32	12.18
21	6.75	29.69	3.84	16.88	0.56	2.44	0.01	0.06	1.48	6.51	2.17	9.54	7.93	34.89	0.00	0.00	22.73
22	3.25	24.44	1.70	12.80	3.32	25.00	0.11	0.80	1.20	9.04	0.10	0.72	3.58	26.95	0.03	0.25	13.29
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	6.57	0.03	0.18	7.10	49.64	0.00	0.00	6.24	43.61	0.00	0.00	14.30

Классификация сочетаний видов деградации почв сельскохозяйственных угодий и пашни по ландшафтам Ставропольского края

№ п/п	Ландшафты	Сельскохозяйственные угодья	Пашня
1	Верхнегорлыкский	(СЗ) <sub>48</sub> В <sub>35</sub> К <sub>9</sub> П <sub>5</sub>	(ЗС) <sub>63</sub> В <sub>23</sub> К <sub>8</sub> Д <sub>4</sub>
2	Прикалаусско-Саблинский	(СЗ) <sub>40</sub> В <sub>34</sub> П <sub>9</sub> Д <sub>6</sub> (ВД) <sub>5</sub> К <sub>4</sub>	(СЗ) <sub>43</sub> В <sub>30</sub> Д <sub>9</sub> (ВД) <sub>8</sub> П <sub>5</sub>
3	Ташлянский	К <sub>31</sub> В <sub>28</sub> Э <sub>20</sub> П <sub>13</sub> Д <sub>7</sub>	К <sub>36</sub> Э <sub>21</sub> В <sub>17</sub> Д <sub>15</sub> П <sub>10</sub>
4	Грачевско-Калаусский	(ЗС) <sub>54</sub> В <sub>23</sub> К <sub>10</sub> П <sub>18</sub> Д <sub>4</sub>	(ЗС) <sub>62</sub> В <sub>12</sub> Д <sub>10</sub> К <sub>10</sub> П <sub>6</sub>
5	Прикалаусско-Буйволинский	В <sub>39</sub> (СЗ) <sub>35</sub> П <sub>13</sub> Д <sub>10</sub>	В <sub>42</sub> (СЗ) <sub>33</sub> Д <sub>17</sub> П <sub>4</sub>
6	Егорлыкско-Сенгилеевский	(ЗС) <sub>38</sub> В <sub>28</sub> К <sub>18</sub> П <sub>9</sub> Д <sub>7</sub>	(ЗС) <sub>43</sub> К <sub>20</sub> В <sub>18</sub> Д <sub>13</sub> П <sub>5</sub>
7	Расшеватско-Егорлыкский	В <sub>49</sub> Д <sub>29</sub> (ПБ) <sub>15</sub> Э <sub>6</sub>	В <sub>52</sub> Д <sub>40</sub> П <sub>6</sub>
8	Среднегорлыкский	(ЗС) <sub>45</sub> (ПБ) <sub>29</sub> В <sub>17</sub> Д <sub>4</sub> (ВД) <sub>4</sub>	З <sub>31</sub> В <sub>21</sub> (ПБ) <sub>25</sub> Д <sub>11</sub> (ВД) <sub>10</sub>
9	Бурукшунский	(ЗС) <sub>80</sub> (ПБ) <sub>19</sub>	(ЗС) <sub>88</sub> П <sub>8</sub> Д <sub>4</sub>
10	Нижнекалаусский	(СЗ) <sub>64</sub> Д <sub>14</sub> В <sub>11</sub> П <sub>5</sub> (ВД) <sub>3</sub>	(СЗ) <sub>67</sub> Д <sub>21</sub> (ВД) <sub>5</sub> В <sub>5</sub>
11	Айгурский	(СЗ) <sub>71</sub> В <sub>22</sub> П <sub>3</sub> Д <sub>3</sub>	(СЗ) <sub>61</sub> В <sub>34</sub> Д <sub>5</sub>
12	Карамык-Томузловский	В <sub>44</sub> (ЗС) <sub>18</sub> Д <sub>14</sub> П <sub>13</sub> (ВД) <sub>7</sub>	В <sub>45</sub> Д <sub>22</sub> (ЗС) <sub>17</sub> (ВД) <sub>10</sub> П <sub>4</sub>
13	Кубано-Янкульско-Суркульский	(ЗС) <sub>72</sub> В <sub>21</sub> П <sub>4</sub>	(ЗС) <sub>79</sub> В <sub>18</sub>
14	Левокумский	В <sub>56</sub> (ЗС) <sub>19</sub> П <sub>12</sub> Д <sub>5</sub> (ВД) <sub>5</sub>	В <sub>73</sub> Д <sub>7</sub> Э <sub>6</sub> П <sub>6</sub> (ВД) <sub>5</sub>
15	Правокумско-Терский	В <sub>42</sub> Э <sub>24</sub> (ПБ) <sub>19</sub> (ВД) <sub>10</sub> Д <sub>4</sub>	В <sub>61</sub> Э <sub>17</sub> П <sub>12</sub> Д <sub>7</sub>
16	Курско-Прикаспийский	Д <sub>55</sub> (ЗС) <sub>36</sub> (ПБ) <sub>8</sub>	(ЗС) <sub>64</sub> Д <sub>32</sub> П <sub>4</sub>
17	Нижнекумско-Прикаспийский	(СЗ) <sub>65</sub> (ПБ) <sub>22</sub> Д <sub>14</sub>	(ЗС) <sub>44</sub> Д <sub>37</sub> П <sub>19</sub>
18	Чограйско-Рагулинский	-	-
19	Западно-Маньчский	(СЗ) <sub>79</sub> В <sub>15</sub> П <sub>6</sub>	(СЗ) <sub>97</sub> В <sub>3</sub>
20	Прикубанский	(ЗС) <sub>45</sub> В <sub>20</sub> П <sub>17</sub> К <sub>8</sub> Д <sub>7</sub>	(ЗС) <sub>39</sub> П <sub>26</sub> Д <sub>16</sub> К <sub>10</sub> В <sub>8</sub>
21	Воровсколесско-Кубанский	В <sub>44</sub> (ЗС) <sub>36</sub> П <sub>7</sub> К <sub>7</sub> Д <sub>4</sub>	(ЗС) <sub>47</sub> В <sub>35</sub> Д <sub>10</sub> К <sub>6</sub> П <sub>2</sub>
22	Подкумско-Золкинский	В <sub>32</sub> (ЗС) <sub>29</sub> П <sub>23</sub> К <sub>12</sub>	(ЗС) <sub>37</sub> В <sub>27</sub> П <sub>25</sub> К <sub>9</sub>
23	Малкинско-Терский	-	-
24	Кубано-Малкинский	В <sub>78</sub> К <sub>20</sub> П <sub>20</sub>	К <sub>50</sub> В <sub>44</sub> П <sub>6</sub>
<b>Всего по краю</b>		<b>(ЗС)<sub>58</sub>В<sub>18</sub>Д<sub>12</sub>П<sub>7</sub>К<sub>3</sub>(ВД)<sub>2</sub></b>	<b>(СЗ)<sub>55</sub>В<sub>19</sub>Д<sub>13</sub>П<sub>6</sub>(ВД)<sub>3</sub></b>