

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

На правах рукописи

СЕМИН ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Специальность 08.00.05 — экономика и управление народным
хозяйством (экономика, организация
и управление предприятиями, отраслями,
комплексами – АПК и сельское хозяйство)

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
доцент Буховец А. Г.

Воронеж – 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	11
1.1 Экономическая сущность и содержание прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур	11
1.2 Методические аспекты прогнозирования урожайности зерновых культур	22
2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	49
2.1 Организационно-экономическая оценка производства зерна в Воронежской области	49
2.2 Условия формирования урожайности как способ повышения эффективности зернопроизводства	65
3. РОЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВА.....	106
3.1 Сценарии прогнозирования урожайности зерновых культур в Воронежской области	106
3.2 Оценка прогнозных сценариев урожайности на основе моделей экспертных предпочтений.....	116
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	158

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Урожайность зерновых культур в значительной степени определяется природно-климатическими условиями, что в конечном итоге сказывается на производстве зерна, ставит в зависимость работу смежных отраслей, прежде всего животноводства, перерабатывающей, пищевой и комбикормовой промышленности.

В настоящее время хозяйствующим субъектам предоставлена большая самостоятельность при ведении предпринимательской деятельности и принятии самостоятельных решений. Поэтому возникает потребность в организации межотраслевых, межрегиональных и межхозяйственных связей и отношений на несколько лет вперед. Отсюда возрастает необходимость прогнозирования урожайности зерновых культур как фактора повышения уровня устойчивости этих связей и отношений, способствующего экономическому развитию как зерновой, так и сопряженных отраслей.

Разработка и использование способов прогнозирования урожайности зерновых культур позволит своевременно корректировать планы, технологические приемы и принимать оптимальные управленческие решения, направленные на развитие зернопроизводства и АПК в целом. Все это делает тему диссертационного исследования актуальной и современной, обуславливает ее теоретическую и практическую значимость.

Состояние изучаемого вопроса. Проблемам зернопроизводства, требующим комплексного решения ряда экономических и организационных вопросов, посвящены труды ученых экономистов-агров: А.И. Алтухова, В.Р. Боева, А.Г. Белозерцева, М.Д. Болдырева, В.И. Векленко, Г.И. Воробьева, А.К. Камаляна, А.П. Курносова, Н.Д. Кондратьева, В.М. Обухова, П.Д. Половинкина, Н.С. Четверикова, И.Ф. Хицкова и др.

Вопросами прогнозирования урожайности зерновых культур непосредственно занимались И.Б. Загайтов, С.В. Кадыров, И.М. Сурков, В.А. Федотов, Л.П. Яновский, Э. Брикнер, Г.Л. Мур, Л. Вительс, В. Михельсон и др.

Однако в основном прогнозирование проводилось на уровне макросистемы, методы прогнозирования урожайности зерновых культур рассматривались в целом по отрасли зернопроизводства, в то время как урожайность по отдельным зерновым культурам и сортовым видам может значительно варьировать. В известной степени это обусловлено генетическим потенциалом (разнообразием) зерновых культур, к тому же они имеют разные сроки посева, вегетации и уборки, что вызывает необходимость совершенствования способов прогнозирования урожайности на уровне отдельных культур и требует дифференцированного подхода к разработке прогнозов внутри регионов - на уровне микрорайонов и районов.

Актуальность и недостаточная изученность вопросов прогнозирования урожайности зерновых культур по отдельным видам в пределах отдельных районов и предприятий предопределили выбор темы, цель и задачи диссертационного исследования.

Цель и задачи исследования. Целью исследования являются обоснование теоретико-методических положений и разработка практических рекомендаций по совершенствованию способов прогнозирования урожайности зерновых культур.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- раскрыть теоретические и методические основы прогнозирования урожайности зерновых культур;
- выявить особенности методических подходов к прогнозированию урожайности зерновых культур;
- исследовать состояние и тенденции развития зернопроизводства в Воронежской области;
- дать организационно-экономическую оценку организации производства зерновых культур в Воронежской области;

- обосновать методику типологического районирования производства зерновых культур на уровне отдельных видов с использованием алгоритмов классификации с нечеткими переменными;
- разработать метод прогнозирования урожайности, базирующийся на использовании рандомизированных систем итерированных функций, позволяющий учитывать характер распределения урожайности определенной зерновой культуры на территории возделывания;
- произвести прогнозные расчеты зернового баланса для районов Воронежской области.

Предметом диссертационного исследования являются способы и приемы прогнозирования, базирующиеся на анализе временных рядов урожайности, и их применение к обоснованию среднесрочных прогнозных значений урожайности отдельных зерновых культур.

Объектом исследования является отрасль зернопроизводства Воронежской области.

Информационно-эмпирическую базу исследования составили положения и выводы, изложенные в научных работах, материалы научных конференций, статьи в периодических изданиях, имеющих экономическую и прогностическую направленность, официальные статистические и информационные данные Федеральной службы государственной статистики РФ, Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области, Департамента аграрной политики Воронежской области, электронные ресурсы по развитию отрасли зернопроизводства.

Методология и методика исследования. Теоретической и методологической базой исследования послужили научные работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные проблеме изучения прогнозирования в аграрном секторе экономики, математические модели урожайности сельскохозяйственных культур.

В процессе работы использовались следующие методы экономических исследований: абстрактно-логический, статистическо-экономический, расчетно-конструктивный, монографический, экспертный, элементы теории фракталов, эконометрические методы прогнозирования на базе системы Mathcad и пакета Statistica.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

- методические подходы к прогнозированию урожайности, базирующиеся на учете территориальных и временных аспектов производства отдельных зерновых культур;
- организационно-экономическая оценка развития зернопроизводства в Воронежской области;
- построение типологического районирования отдельных зерновых культур, учитывающее особенности организации производства зерновых культур в регионе;
- методика прогнозирования урожайности отдельных зерновых культур, использующая элементы фрактального подхода;
- перспективные параметры развития зернового производства в Воронежской области.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в обосновании теоретических и методических положений, и разработке практических рекомендаций по совершенствованию способов прогнозирования урожайности отдельных зерновых культур, обеспечивающих повышение устойчивости зернопроизводства в регионе.

Получены следующие основные элементы научной новизны диссертационного исследования:

- обоснованы методические подходы к прогнозированию урожайности зерновых культур, отличающиеся от традиционных более полным учетом внешних факторов и включающие предварительное построение типологического районирования конкретной культуры;

- выявлены особенности организации производства зерновых культур в АПК Воронежской области и определена их роль в задачах прогнозирования; на основе указанных особенностей предложена методика построения типологического районирования отдельных зерновых культур;
- разработана методика прогнозирования урожайности зерновых культур с учетом специфики территориального районирования, отличающаяся от традиционных подходов использованием элементов фрактального анализа, в частности рандомизированных систем итерированных функций;
- определены уровни урожайности отдельных зерновых культур в разрезе основных зерновых районов Воронежской области с использованием модели экспертных предпочтений;
- предложен методический подход к оценке эффективности прогнозирования урожайности зерновых культур в условиях Воронежской области.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическое значение диссертационной работы заключается в разработке методических подходов к прогнозированию урожайности отдельных зерновых культур.

Практическое значение научной работы состоит в разработке и внедрении методики прогнозирования урожайности зерновых культур с использованием рандомизированных систем итерированных функций (РСИФ).

Научные результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе на экономических факультетах вузов при изучении дисциплин «Планирование и прогнозирование в АПК», «Планирование на предприятии АПК», «Экономика АПК», «Страхование в сельском хозяйстве», а также в системе повышения квалификации руководителей и специалистов предприятий АПК.

Соответствие темы диссертации требованиям Паспорта специальностей АПК. Диссертационное исследование по своей актуальности, полученным научным результатам, их новизне, теоретической и практической значимости находится в рамках специальности 08.00.05 – экономика и

управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство) в пределах п. 1.2.39 «Обоснование прогнозов и перспектив развития агропромышленного комплекса и сельского хозяйства» паспорта специальностей ВАК.

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» на кафедре прикладной математики и математических методов в экономике.

Апробация результатов исследований. Основные положения исследований были доложены и обсуждены на Международной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики» (Воронеж, 2012 г.), Международной конференции «Математика, компьютер, образование» (Пушино, 28 января – 2 февраля 2013 г.), XIII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» (Воронеж, 7 – 8 февраля 2013 г.; Воронеж, 6-8 февраля 2014 г.), IX и X Международной научно–практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы» (Воронеж, 26 апреля 2013 г.; Воронеж, 5 – 7 июня 2014 г.), 36-й Международной школе-семинаре «Системное моделирование социально-экономических процессов» (Воронеж, 29 сентября – 4 октября 2013 г.), Международной научно-практической конференции «Развитие аграрного сектора в условиях глобализации» (Воронеж, 2013 г.), Международной конференции «Перспективы развития науки и образования» (Тамбов, 31 января 2014 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Методологические аспекты развития метеорологии специального назначения, экологии и систем аэрокосмического мониторинга» (Воронеж, 27-28 мая 2014 г.).

Отдельные материалы приняты к внедрению органами управления АПК Воронежской области.

Публикации. Основное содержание диссертации и результаты научных исследований изложены в 14 научных работах объемом 6,28 п.л. (авторский

вклад – 2,45 п.л.), в том числе 4 работы опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов и предложений, списка использованной литературы, включающего 221 наименование. Работа изложена на 177 страницах компьютерного текста, содержит 39 таблиц, 40 рисунков, 2 приложения.

Во введении дается обоснование актуальности выбранной темы диссертационной работы, определяются цели и задачи, предмет и объект исследования, его научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе **«Теоретические и методические основы прогнозирования урожайности зерновых культур»** выявлены особенности прогнозных расчетов урожайности зерновых культур, проанализированы эконометрические методы прогнозирования: сглаживание временных рядов, авторегрессионные модели, метод сингулярно-спектрального анализа, метод, основанный на использовании рандомизированных функций. На основании сравнительного анализа полученных расчетных результатов предпочтение отдано последнему методу, предложенному автором.

Во второй главе **«Организационно-экономическая оценка факторов повышения устойчивости зернопроизводства в Воронежской области»** дается статистико-экономический анализ производства зерна в регионе, анализируются факторы, оказывающие влияние на показатели урожайности; для выделения однородных условий формирования урожайности проводится типологическое районирование территорий возделывания конкретных зерновых культур.

В третьей главе **«Роль прогнозирования урожайности зерновых культур в повышении устойчивости и эффективности зернопроизводства»** приводятся результаты возможных прогнозных сценариев урожайности зерновых культур. Выбор конкретного сценария

делается на основе экспертных оценок методом парных сравнений. Приводится экономическая оценка результатов прогноза.

В выводах и предложениях формулируются основные результаты диссертационного исследования и даются рекомендации по их практическому применению.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

1.1 Экономическая сущность и содержание прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур

Проблемам прогнозирования в последнее время уделяется пристальное внимание в работах ведущих российских и зарубежных ученых. Использование результатов прогноза в качестве теоретической основы для снижения степени неопределенности позволяет повысить качество принимаемого управленческого решения. Современные рыночные механизмы хозяйствования требуют обеспечения принятия эффективных управленческих решений достоверными прогнозными расчетами. Необходимость предвидеть будущие результаты практической деятельности всегда будет актуальной, поскольку дает возможность свести к минимуму проявления негативных последствий и максимально использовать имеющиеся ресурсы.

Прогноз, как правило, рассматривают как вероятностное суждение (оценку) о будущем состоянии исследуемого объекта. В современной литературе такое суждение принято считать научной моделью будущих событий. О роли и значении прогнозов в современном обществе можно судить на основании того внимания, которое уделяется ныне государством развитию прогнозирования, что отражено в Федеральных законах «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014(№172-ФЗ) [208], «О развитии сельского хозяйства» (с изменениями на 29 декабря 2014 года) [207].

Практически ни одно управленческое решение не должно приниматься без оценки возможных последствий, отраженных в прогнозе. При этом разные уровни управления требуют различных моделей построения прогноза. В сфере социально-экономических отношений наиболее рациональным является

подход, связанный с построением прогностических моделей. Именно они позволяют исследовать широкий спектр возможных последствий тех или иных управленческих воздействий на систему. Или, наоборот, определить необходимые воздействия для достижения поставленных целей, как, например, это делается в случае нормативного подхода.

Роль прогнозирования в планировании производства, соотношение таких важных с точки зрения практического использования подходов и методического обеспечения разного рода предсказаний, предвидений и прогнозов достаточно полно раскрыты в монографии И.Б. Загайтова и Л.П. Яновского [96], в учебном пособии Ю.Н. Лапыгина [129] и ряде других научных и учебных изданий [57, 80].

Прогнозирование валового сбора зерна является стратегически необходимым для аграрного комплекса Российской Федерации. Как известно, площади под зерновыми культурами могут существенно изменяться. К тому же наблюдаются значительные колебания урожайности в разных регионах страны – все это требует искать и находить возможности как можно более надежного прогнозирования урожайности зерновых культур и их валовых сборов.

В целом задача экономического прогнозирования сводится к тому, чтобы выяснить перспективы ближайшего будущего в исследуемой области и, руководствуясь информацией об имеющихся ресурсах, определить оптимальные действия в складывающейся ситуации. В самом общем случае «прогнозирование является системой количественных и качественных предплановых изысканий, направленных на выяснение возможного будущего состояния и результатов деятельности предприятия (организации) в перспективе» [129].

Выбор эффективных методов прогнозирования, оценка достоверности результатов прогноза и их экономическая интерпретация требуют знания основных положений методологии прогнозирования, возможностей и

особенностей реализаций конкретных алгоритмов построения прогнозов. Методические основы прогнозирования являются определяющим фактором практической значимости прогнозных результатов.

Проведенный анализ экономической литературы показывает, что авторы фактически всех рассматриваемых приемов прогнозирования относят результаты своей работы к будущему, связывают их также и с настоящим, и прошлым. По существу, все методы прогнозирования не предусматривают революционных преобразований, а ориентируют на эволюционное развитие прогнозируемых процессов. В этом сила и слабость всех методов прогнозирования, построенных по такой схеме. На самом деле такая схема предполагает, что будущее существует как возможность осуществления этого процесса и в настоящем.

В данной работе предполагается условно выделять три этапа построения прогноза.

На первом этапе в качестве основного метода используется системный анализ, в рамках которого определяются наиболее значимые факторы (свойства), характеризующие объект, описываются взаимодействия между ними, а также раскрываются эмерджентные свойства системы. Одним из ключевых является ответ на вопрос о системности изучаемой совокупности, для характеристики которой используется критерий системности объектов [40].

В дальнейшем формулируются цели и задачи прогнозирования, определяется период прогнозирования, т.е. на какой горизонт, в принципе, может быть ориентировано исследование. Здесь же оцениваются прогностические возможности будущей модели, а наличие исходной информации определяет использование того или иного математического аппарата.

Важным моментом на первом этапе выступает разделение переменных на управляемые, неуправляемые и управляющие (инструментальные).

Результатом этого этапа, как правило, является выработка вербальной модели исследуемого объекта (процесса).

Второй этап связан с обоснованием гипотез о количественных оценках взаимосвязей и определением оценок параметров, характеризующих исследуемую систему. В идеале – это разработка статистической модели: выдвижение гипотез о формах связи, оценка качества исходных данных, цензурирование их при необходимости. Затем производится расчет параметров модели, оценивается их значимость. Для оценки точности обычно используется контрольная выборка, формируемая еще на стадии определения набора статистических методов.

В ходе построения прогноза имплицитно используется, как правило, парадигма линейности, основанная на утверждении о том, что для описания развития процесса (явления) достаточно знать локальные связи и взаимодействия. Другими словами, информация обо всем явлении в целом содержится в описании процесса в некоторой достаточно малой окрестности. Так, например, уравнения математической физики составляются путем описания исследуемых процессов – колебания или теплопроводности – в некоторой достаточно малой окрестности точки, и после их интегрирования позволяют получить математическую модель процесса во всей, иногда бесконечной, области. Полученные результаты обеспечивают как качественный, так и количественный анализ исследуемых явлений, которые, как показывает практика, достаточно хорошо согласуются с реальностью.

Проблема в данном случае заключается в том, что при таком подходе используются линейные соотношения. Попытки использования в таком подходе нелинейных соотношений, как, например, в уравнении Ферхюльста или системе Лоренца, приводят к значительным осложнениям, связанным с возникновением и последующей демонстрацией хаотического характера протекания процессов в глобальном масштабе [39]. Причем эта ситуация

принципиально отличается от случая, когда на детерминированный характер протекания процесса накладывается аддитивная случайная составляющая, которую, как и предполагается согласно используемым эконометрическим моделям, можно будет отделить в ходе исследования построенной модели. В случае нелинейности модели хаотический характер ее поведения составляет существенную особенность и должен учитываться тем или иным способом. В этих случаях следует переходить к моделям, в основу которых положены случайные процессы, что хорошо подтверждается практикой [37]. Другими словами, хаотические процессы составляют существенную – и неслучайную – часть прогностической модели.

Одна из наиболее важных проблем второго этапа связана с выбором модели из набора нескольких альтернативных. Для этих целей, как правило, используется некоторый числовой критерий, который позволяет проводить сравнение различных моделей. Так, например, в эконометрических моделях в качестве такого критерия наиболее широко используется коэффициент множественной детерминации, или корреляционное соотношение. В случае наличия нескольких моделей, обладающих примерно одинаковыми свойствами (качествами), предпочтение отдается наиболее простой - в силу т.н. принципа простоты, известного под названием «бритвы Оккама». Этот принцип утверждает, что лучшие теории - это самые простые теории, которые к тому же являются единственными. Завершается этап верификацией отобранной модели и оценкой ее точности и надежности.

Третий этап сводится непосредственно к получению и анализу прогностических утверждений. Как правило, прогнозы, связанные с эволюционным развитием системы, основаны на предположении о сохранении в будущем тенденции развития. Именно на этом предположении базируются многие математические модели прогнозирования – авторегрессионные с интегрированным скользящим средним (ARIMA) [23], модели сингулярно-

спектрального анализа (SSA) [50], методы экспоненциального сглаживания и экстраполяции [203], методы системы «ЗОНТ» [158].

Важно иметь в виду, что определенный класс моделей, даже детерминированных, может включать существенные моменты неопределенности, связанные с т.н. точками бифуркаций [39]. В этом случае предвидение результатов развития системы может быть представлено в виде сценария, что соответствует сценарному подходу прогнозирования, а в качестве математических методов такой ситуации наиболее подходящими будут методы экспертных оценок [203].

Получение хороших прогнозов, как правило, не является строго формализованной процедурой. В ходе работы над прогнозом часто приходится возвращаться к более ранним этапам, оценивая неудачные моменты полученного прогноза. В таких случаях целесообразно оценить, вследствие чего не удалось достичь желаемого результата, и именно этот этап подвергнуть пересмотру и ревизии. Например, получение неадекватной модели может быть связано с ошибочным (неадекватным) методом математического моделирования. Или данные, которые используются в оценке тенденции временного ряда, не являются гомодинамичными. Или совокупность лиц, отобранных в качестве экспертов, не обладают достаточным уровнем компетентности. Во всех этих случаях четкое представление о структуре выработки адекватного прогноза является важным моментом.

Особую роль прогнозные исследования играют в аграрной сфере, где степень неопределенности и риска крайне высока, а результаты деятельности являются порой жизненно важными с точки зрения продовольственной безопасности региона. Поэтому весьма насущной представляется практическая потребность в разработке прогнозных сценариев будущего такой стратегически важной отрасли, как зернопроизводство, с использованием аналитических методов, снабженных информационной поддержкой принятия решений.

Разработка и совершенствование методов прогнозирования, базирующихся на современных информационных технологиях, является актуальной задачей управления АПК и служит предметом современных исследований поскольку традиционные методы прогнозирования, как уже было отмечено выше, не всегда способны обеспечить получение в полной мере адекватных результатов.

Организация прогнозных исследований в отдельных отраслях народного хозяйства имеет ряд особенностей. В аграрном секторе специфика прогнозирования связана прежде всего со значительной сложностью получения необходимой для проведения расчетов достоверной информации.

Другая отличительная особенность прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур связана с уровнем общности объекта прогнозирования. Так, если прогноз строится на уровне области, то имеется только один временной ряд, который проверяется на гомодинамичность, т.е. временную однородность. Как правило, это приводит к сокращению длины временного ряда. Например, при исследовании урожайности зерновых в ЦЧР, длина временного ряда вследствие установления гомодинамичности сократилась с 62 до 36 уровней [40]. Кроме того, такие данные, как урожайность зерновых культур, представляют собой средневзвешенные значения результатов производства различных культур: озимой пшеницы, ячменя, овса, кукурузы, проса, гречихи и др. В такой ситуации довольно трудно в рамках параметрического оценивания сформулировать требования, предъявляемые к тренду временного ряда ввиду большой неоднородности исходного материала. Это накладывает определенные ограничения на использование математических моделей, которые следует положить в основу построения прогноза. Кроме того, значительная зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от погодно-климатических условий возделывания приводит к тому, что анализируемые временные ряды, как правило, обладают очень большой колеблемостью (вариативностью). Как

показывает практика, линейные эконометрические модели нередко приводят к тривиальным результатам: прогнозные значения оказываются близки к средним значениям показателя урожайности за период, соответствующий длине временного ряда, а ошибка прогнозирования совпадает со среднеквадратическим значением соответствующего временного ряда. Кроме того, такие модели редко бывают значимыми на стандартном уровне. Все это накладывает определенные ограничения на использование эконометрических моделей в задачах прогнозирования и приводит к необходимости использования более совершенных моделей.

Другой, не менее важной особенностью задач прогнозирования в зернопродуктовом подкомплексе является достаточно высокая сложность построения моделей взаимодействия всех факторов, обуславливающих процесс производства зерна. Это, в первую очередь, погодные и климатические условия, различия в плодородии и местоположении почв (земель), следствием чего является дифференцированная реакция на использование разных видов удобрений и технологических приемов.

Построение прогноза на основе временного ряда обычно предполагает предварительный анализ: формулирование основных предположений о структуре ряда, оценка случайной составляющей и пр. При корректной идентификации модели данных процессов можно добиться качественных результатов. Структура нестационарных временных рядов, в частности рядов урожайности, достаточно сложна, и ее определение является основным моментом в построении модели ряда и возможности ее дальнейшего использования в разработке прогноза.

Как показывает анализ научных публикаций, особенностью методических подходов к исследованию временных рядов урожайности является их изолированное рассмотрение в ходе получения прогнозных значений (см., например, [15, 202] и др.). Однако данные об урожайности зерновых культур в

районах Воронежской области несут в себе информацию не только об изменении урожайности во времени, но и представляют информацию о варьировании урожайности в территориальном аспекте. И эта информация должна быть использована для повышения надежности прогноза.

Рассмотрение совокупности временных рядов урожайности некоторой сельскохозяйственной культуры, полученной в примерно одинаковых природно-климатических условиях, позволяет интерпретировать их как реализации одного и того же случайного динамического процесса с одинаковыми параметрами. Однако географическое положение Воронежской области таково, что все имеющиеся данные о климатических характеристиках свидетельствуют о существенной неоднородности условий. Эта специфика прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых на ее территории, приводит к тому, что в качестве необходимого предварительного этапа должно быть выполнено типологическое районирование, позволяющее добиться некоторой однородности эмпирических данных, характеризующих рассматриваемую сельскохозяйственную культуру. Проблемы зонирования (районирования) территории Воронежской области хорошо известны, и результаты, полученные в этом направлении, представлены, например, в работе [14]. Однако все проведенные исследования опирались на некоторый обобщенный показатель характеристики территории и строились без учета конкретного вида возделываемой культуры.

В нашем подходе предлагается рассматривать природно-климатический потенциал возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры с учетом биологической реакции этой культуры на конкретные условия ее возделывания. Очевидно, что для разных культур выделенные таким образом типологические области не будут одинаковыми, а порой будут существенно различаться [51, 52]. Такой дифференцированный подход к различным сельскохозяйственным культурам позволяет учитывать при прогнозировании урожайности не только

внешние факторы их возделывания, но и реакцию этих культур на внутренние условия конкретных сельскохозяйственных товаропроизводителей. Конечно, остается еще значительное число факторов, учет которых крайне затруднителен: различия в сортах возделываемых культур, технологии, количество и состав вносимых удобрений и др. Однако оценка территориального фактора, как показывает статистический анализ имеющихся данных, оказывает значительное влияние на величину урожайности и, следовательно, обязательно должен учитываться в прогнозных расчетах.

Детерминистская модель явно прослеживается в большей части работ по прогнозированию урожайности. В рамках этой модели временной ряд представляется аддитивной совокупностью компонент различной природы: детерминированный тренд, циклические составляющие и случайные компоненты. Основная задача при таком подходе заключается в декомпозиции исходного временного ряда, т.е. выделении и оценивании всех составляющих его компонент.

В то же время в современных работах по анализу временных рядов очень четко наметился переход к синергетической модели, когда в основу описания процессов кладется поведение некоторой динамической системы и временной ряд наблюдаемых переменных рассматривается как проекция траектории некоторой динамической системы, обладающей, как правило, нелинейными характеристиками. Такой подход позволяет объяснить возникновение хаотического характера движения, появление областей устойчивых состояний системы (аттракторов) и областей, в которых система не может находиться длительное время. Отметим, кстати, что именно подход, в основу которого положена модель динамической системы, приводит к идее исследования устойчивости траектории таких систем.

Исследование специфики временных рядов урожайности сельскохозяйственных культур позволяет, на наш взгляд, сделать вывод о

фрактальном характере этих временных рядов и, как следствие, предложить схему, позволяющую генерировать такие данные, в частности систему рандомизированных функций [37, 159].

Переход к фрактальным схемам прогнозирования характеризуется, кроме всего прочего, еще и таким важным моментом, как многовариантность прогнозных сценариев. Усреднение значений различных вариантов достаточно достоверно представляет ситуацию в условиях стационарного эволюционного развития. Наряду с этим предлагаемая прогнозная модель позволяет получать в качестве возможных вариантов прогноза также и экстремальные значения, т.е. вводить в рассмотрение сценарии, которые характеризуются крайними проявлениями анализируемых показателей.

Оценка развития событий таких сценариев, выбор конкретных прогнозных значений в таких случаях следует проводить посредством экспертных методов. И поэтому на завершающем этапе построения прогноза предлагается использовать экспертные процедуры. Именно такой методический прием был реализован в данной работе.

Рассмотрение общей методической схемы построения прогноза урожайности сельскохозяйственных культур показывает, что в рамках предложенной методики возможны различные варианты выбора методов для достижения соответствующей цели того или иного этапа, для решения возникающих локальных задач. Так, для построения типологического районирования могут быть использованы различные алгоритмы кластерного анализа, а для определения прогнозных значений урожайности - различные методы анализа временных рядов, для отбора окончательного варианта прогноза – различные приемы получения экспертных оценок. Однако общая логическая схема, представленная выше, будет сохранять свои основные этапы и последовательно их реализовать. В данной работе мы ограничились приложением этой схемы к анализу двух зерновых культур – озимой пшеницы

и ячменя — хотя, как это можно видеть из приведенного описания, её легко адаптировать и в отношении других сельскохозяйственных культур.

1.2 Методические аспекты прогнозирования урожайности зерновых культур

Прежде всего следует отметить, что рассматривая математические модели прогнозирования, всегда будем иметь в виду кратко- и среднесрочный прогнозы. Формирование долгосрочных прогнозов требует привлечения методов экспертного оценивания [4].

Методы сглаживания позволяют сгладить временной ряд $\{y_t\}, (t = 1, 2, \dots, N)$, в результате чего удастся выделить тренд и отделить случайную компоненту. Сглаживание временного ряда производится посредством замены в данной точке уровня временного ряда на взвешенное среднее уровней в некоторой окрестности этой точки

$$\tilde{y}_t = \sum_{s=-m}^m a_s y_{t-s} \quad (t = m + 1, \dots, N - m.), \quad (1)$$

где $\tilde{y}_t$ - значение скользящей средней в момент t . При этом предполагается, что веса нормированы условием $\sum_{s=-m}^m a_s = 1$.

Такое преобразование данных временного ряда позволяет заменить довольно нерегулярный график наблюдений на сравнительно гладкий график скользящей средней, представляющей тренд. В дальнейшем на основе тренда производится прогнозирование будущих значений, а остаточная часть используется в качестве оценки точности прогноза.

Представленный выше метод сглаживания использует понятия структуры ряда только на стадии анализа результатов и при прогнозировании в основном опирается на методы экстраполяции.

Основные проблемы, возникающие при реализации такого подхода, заключаются в определении m — числа точек, характеризующих длину интервала сглаживания и весовых коэффициентов a_s .

Методы экспоненциального сглаживания характеризуются тем, что временной ряд сглаживается с помощью взвешенной скользящей средней, в которой веса изменяются по экспоненциальному закону. Этот метод позволяет анализировать временной ряд и строить прогноз без априорного задания формы тренда. Использование такого подхода основывается на том, что более поздним наблюдениям придаются большие веса, чем более ранним.

Для экспоненциальных средних было установлено рекуррентное соотношение Брауна [133]

$$\tilde{y}_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)y_{t-1}, \quad (2)$$

где $\alpha \in (0; 1)$ - значение константы сглаживания, которое часто определяется экспериментально. Последовательное применение этой формулы ко всем членам временного ряда как раз и показывает, что предшествующие наблюдения входят в $\tilde{y}_t$ с экспоненциально убывающими весами.

$$\tilde{y}_t = \alpha \sum_{s=0}^t (1 - \alpha)^s y_{t-s}.$$

Оценки ошибок прогноза определяются на основании величин

$$e_t = y_t - \tilde{y}_t. \quad (3)$$

В отличие от метода скользящей средней, в случае экспоненциального сглаживания для прогноза используется аналитическое выражение, в котором коэффициенты полиномов линейно выражаются через значения сглаженного ряда.

Отметим, что экспоненциальное сглаживание позволяет быстро получать прогнозные значения, но этот метод лишен возможности строить доверительные интервалы и, следовательно, оценивать точность и надежность получаемых прогнозов.

В пакете STATISTICA представлен широкий набор процедур, реализующих перечисленные выше способы выделения тренда временного ряда и прогнозирования на его основе [196].

Данные урожайности ячменя в Семилукском районе взяты за 1976 – 2013 гг.

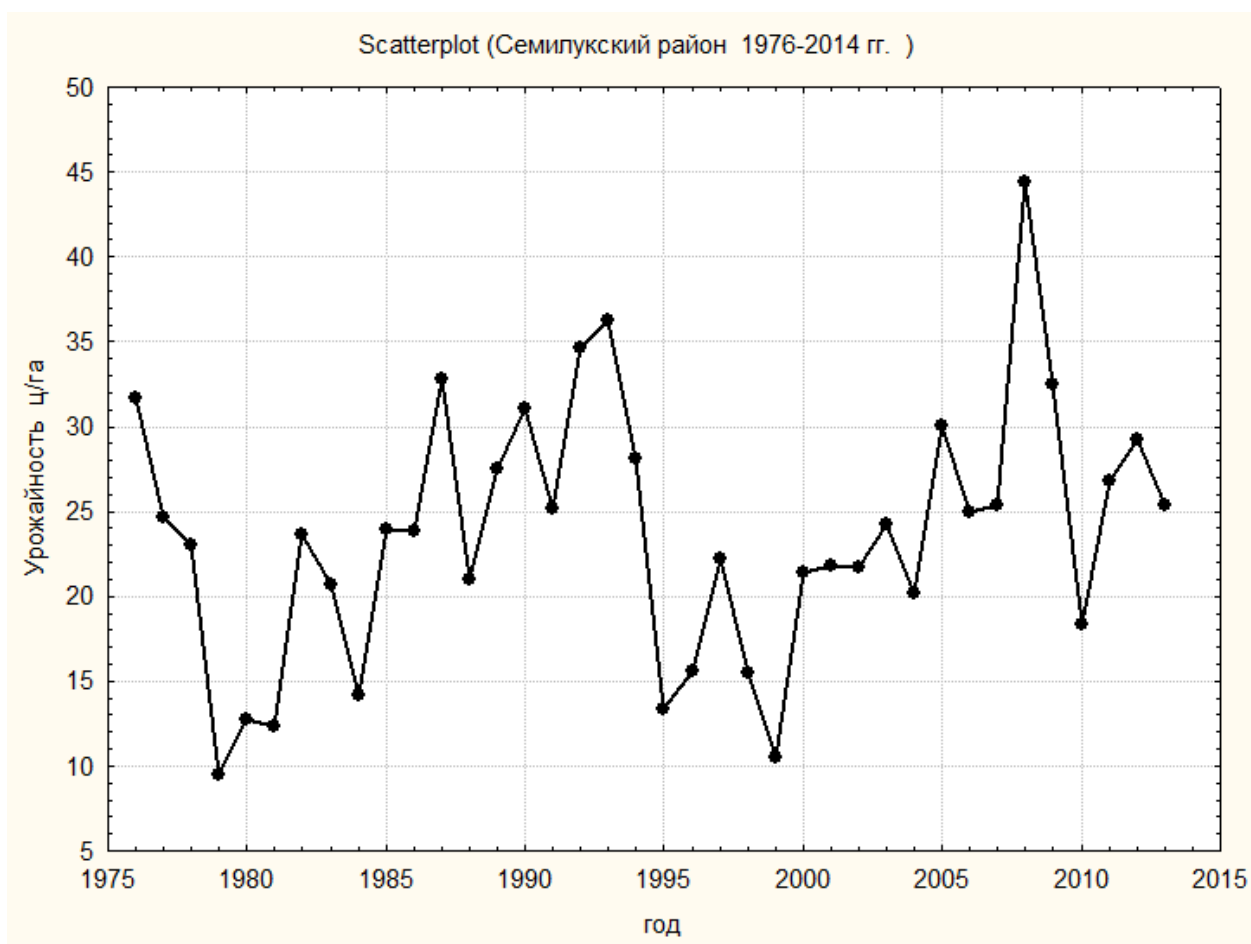


Рисунок 1 – Урожайность ячменя в Семилукском районе, 1976-2013 гг.

Ниже представлены статистические характеристики этого ряда.

Таблица 1 – Статистические характеристики временного ряда урожайности ячменя в Семилукском районе, 1976-2003 гг.

Variable	Descriptive Statistics (Матр_Ячмень_урожайность 2014 упр Т)						
	Mean	Std.Dv.	Minimum	Maximum	First Case	Last Case	N
Семилукский район	23,69632	7,601850	9,500000	44,39072	1,000000	38,00000	38,0000

На рисунке 2 представлены численные значения автокорреляционной функции временного ряда урожайности ячменя в Семилукском районе.

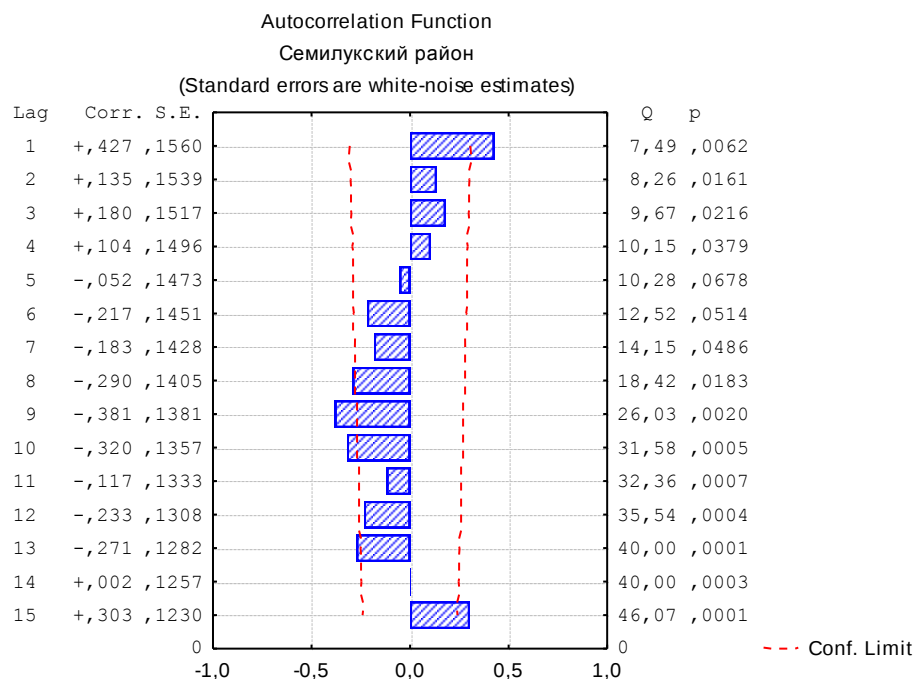


Рисунок 2 – Автокорреляционная функция временного ряда

В дальнейшем продемонстрируем на этих данных выполнение различных алгоритмов прогнозирования, описания которых приводятся в тексте. На рисунке 3 представлены результаты анализа и построения прогноза, полученные с помощью метода экспоненциального сглаживания при значении параметра $\alpha = 0,2$. Полученные прогнозные значения урожайности на 2013 г. составили 27,21 ц/га при реальном значении 25,4 ц/га. Средняя ошибка аппроксимации составляет 10,1%, хотя в последнем случае – 6,7%.

В рассмотренных ранее моделях неявно содержалось предположение, согласно которому изменение значений уровней временного ряда происходит по некоторому неизвестному нам закону, скрытому воздействием случайных факторов. Такой подход ориентировался на выделение тренда, на основе которого производится прогнозирование, и оценку случайной составляющей, характеризующей точность и надежность прогноза.

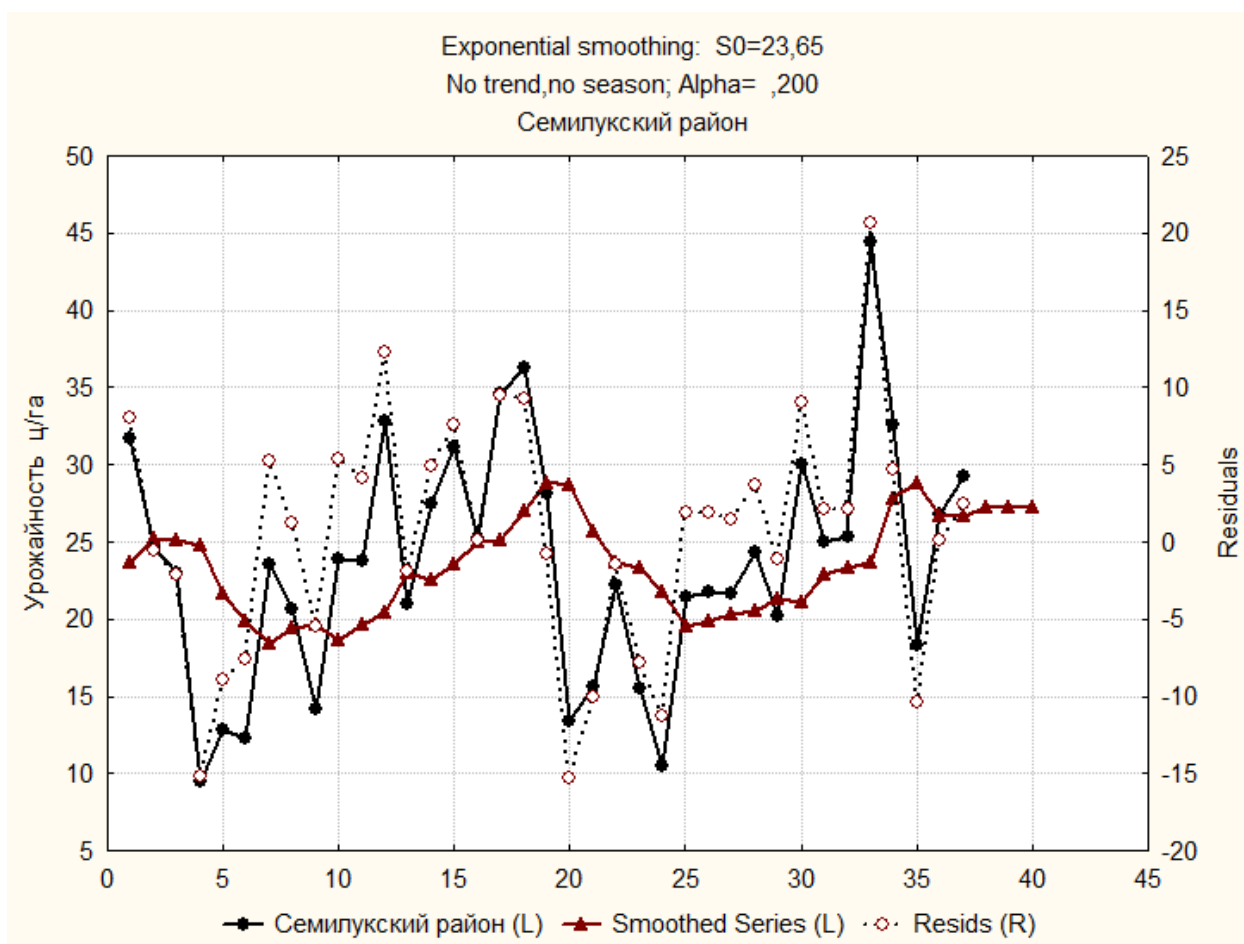


Рисунок 3 - Результаты, полученные методом экспоненциального сглаживания

Однако качество прогноза можно значительно улучшить, если перейти к авторегрессионным моделям (Autoregressive Models), суть которых сводится к тому, что каждое следующее значение уровня временного ряда предполагается зависящим от предыдущих значений: $y_n = f(y_{n-1}, y_{n-2}, \dots, y_{n-k})$. Такие зависимости определяются видом функции $f(*)$. Как правило, это простейшие зависимости – линейные, (т.е. прогноз является линейной комбинацией прошлых значений) и т.н. глубиной – значением k параметра. В простейшем случае ($k=1$) модель будет иметь следующий вид:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где ε_t – случайная составляющая, $M(\varepsilon_t) = 0, \sigma(\varepsilon_t) = \sigma$. Модели такого вида называются $AR(k)$ – моделями.

В случае, когда $M(y_t) = \mu, (\mu \neq 0)$, удобно перейти к т.н. центрированному ряду $x_t = y_t - \mu$. Тогда $M(x_t) = M(y_t) - \mu = 0$, и поскольку

$\mu = a_0 + a_1\mu$, т.е. $a_0 = \mu(1 - a_1)$, получаем $x_t = ax_{t-1} + \varepsilon_t$, переобозначив предварительно $a \equiv a_1$. Такая замена позволяет без ограничения общности рассматривать авторегрессионные модели, порождаемые стационарным процессом с нулевым математическим ожиданием.

Оценка параметров в таких моделях производится обобщенным методом наименьших квадратов.

Однако основное ограничение использования $AR(k)$ моделей – это требование стационарности исследуемого ряда. Для стационарных (в широком смысле) рядов выполняются следующие требования: 1) они имеют в каждый момент времени одинаковые средние значения и одинаковые дисперсии, 2) автокорреляционная функция зависит только от разности моментов времени. Для выполнения этих условий часто переходят к т.н. цепным индексам ряда, т.е. вместо уровней ряда $\{y_n\}$, $n = 1, 2, \dots, N$ используются первые разности $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ или разности более высокого порядка.

Наряду с авторегрессионными моделями в рассмотрение удобно ввести модели скользящей средней (Moving-average Model) порядка q ($MA(q)$), в которых уровни ряда представляются обычно в виде линейных авторегрессионных функций от прошлых ошибок, т.е.

$$\tilde{y}_t = b_0 + b_1\varepsilon_{t-1} + b_2\varepsilon_{t-2} + \dots + b_q\varepsilon_{t-q}, \quad (5)$$

где $\varepsilon_t = y_t - \tilde{y}_t$. Ее легко обобщить до модели, имеющей нулевое математическое ожидание.

Модель (5) можно получить из (4) путем последовательного выражения x_t через предыдущие значения $x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_0$. Это позволяет установить связь между процессами $AR(k)$ и $MA(q)$. В рамках этого подхода возможно объединение двух подходов в одну модель $ARMA(k, q)$ (Autoregressive moving-average model), где k – количество запаздывающих переменных в авторегрессионной модели, q – количество переменных в модели скользящей

средней. Полученная в результате объединения модель опирается, в основном, на автокорреляционную структуру данных.

Подбор параметров моделей $ARMA(k, q)$ осуществляется на основании анализа остатков временного ряда. В стандартной методике оценка качества модели сводится к визуальному анализу автокоррелограмм и основывается на принципе экономии, по которому $(p + q) \leq 2$. Заметим, что использование моделей $AR(k)$ и $MA(q)$ по отдельности приводит к большим значениям параметров k и q , что создает дополнительные трудности при оценке параметров соответствующих регрессионных моделей.

Модель считается приемлемой, если ряд, составленный из остатков, является стационарным и не содержит полезной информации. Для выполнения этих условий ряд исходных данных перед построением модели подвергается дополнительному преобразованию, связанному с определением порядка разности d . В этом случае речь идет о авторегрессионной интегрированной модели скользящей средней, которая обозначается $ARIMA(k, d, q)$.

Модели авторегрессии интегрированного скользящего среднего являются своеобразным стандартом прогнозирования в экономических задачах. Им посвящена обширная литература [15, 80, 202]. Алгоритмы этих моделей хорошо представлены в работе [196].

Для нашего примера временной ряд урожайности ячменя в Семилукском районе был предварительно продифференцирован, т.е. осуществлен переход к разностям первого порядка. После этого путем подбора была получена в окончательном варианте модель $ARIMA(1, 1, 1)$. Графически результаты представлены на рисунке 4.

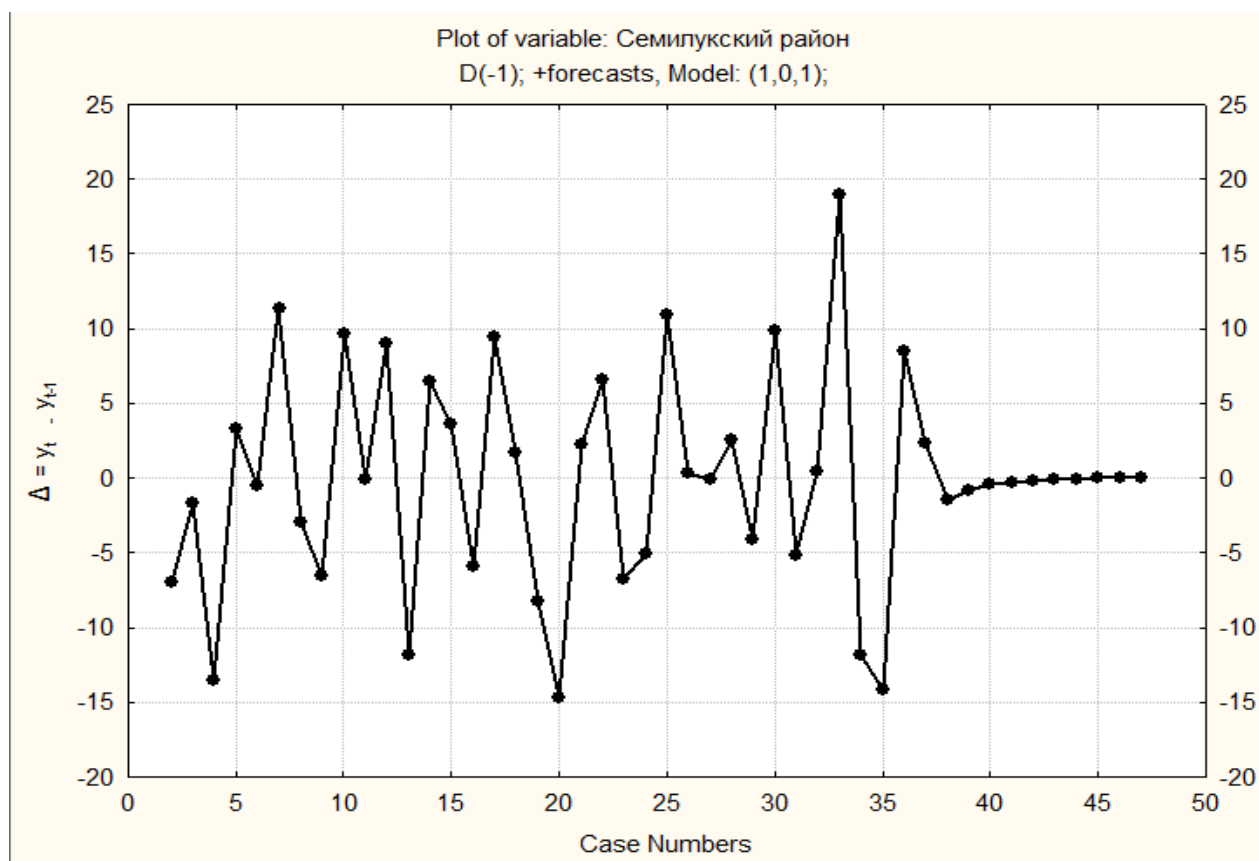


Рисунок 4 - Результаты построения прогноза по модели $ARIMA(1, 1, 1)$

Как показано в таблице 2, полученные оценки параметров значимы на стандартном 5% уровне.

Таблица 2 – Результаты оценки параметров модели $ARIMA(1, 1, 1)$

Input: Семилукский район: D(-1) (Семилукский рн 1976_2013; Transformations: none Model:(1,0,1) MS Residual= 57,725 Include cases: 1:37						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(34)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
p(1)	0,556561	0,187828	2,96314	0,005527	0,174848	0,938274
q(1)	0,935915	0,082225	11,38241	0,000000	0,768815	1,103016

Качество полученной модели также подтверждается графиком автокорреляционной функции, представленной на рисунке 5. Аналогичный вид имеет и график частной автокорреляционной функции.

Полученные результаты свидетельствуют об адекватности построенной модели, которая может быть использована для вычисления прогнозных значений.

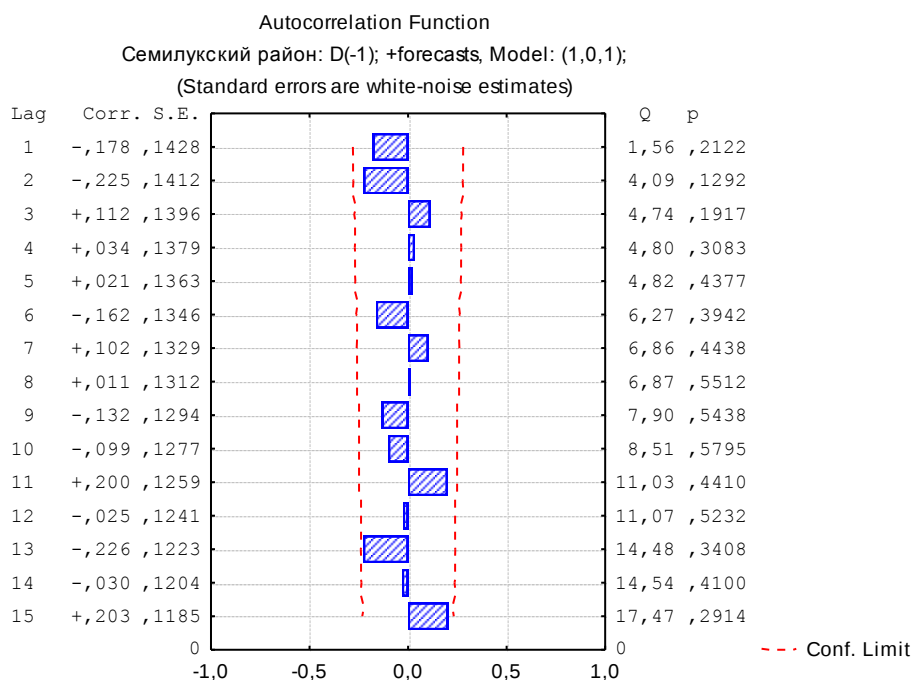


Рисунок 5 – График значений автокорреляционной функции модели $ARIMA(1,1,1)$

Прогнозные значения, полученные в режиме *ARIMA&autocorrelation functions* модели $ARIMA(1, 1,1)$, составляют для 2013 г. 27,75 ц/га, для 2014 г. – 26,94 ц/га (рис. 6). Доверительные интервалы с надежностью 90% будут иметь границы соответственно (14,89 ÷ 40,59) и (11,81 ÷ 42,06).

Очевидно, что матрица регрессоров, формируемая при построении $AR(k)$ – модели, может представлять самостоятельный интерес для изучения структуры временного ряда, поскольку образована отрезками заданной длины элементов временного ряда, в которых сохраняется порядок следования элементов. Эти соображения позволяют использовать метод главных компонент для определения структуры и сингулярных значений полученной матрицы и являются основой для SSA (Singular Spectrum Analysis) – метода сингулярно-спектрального анализа [50, 81].

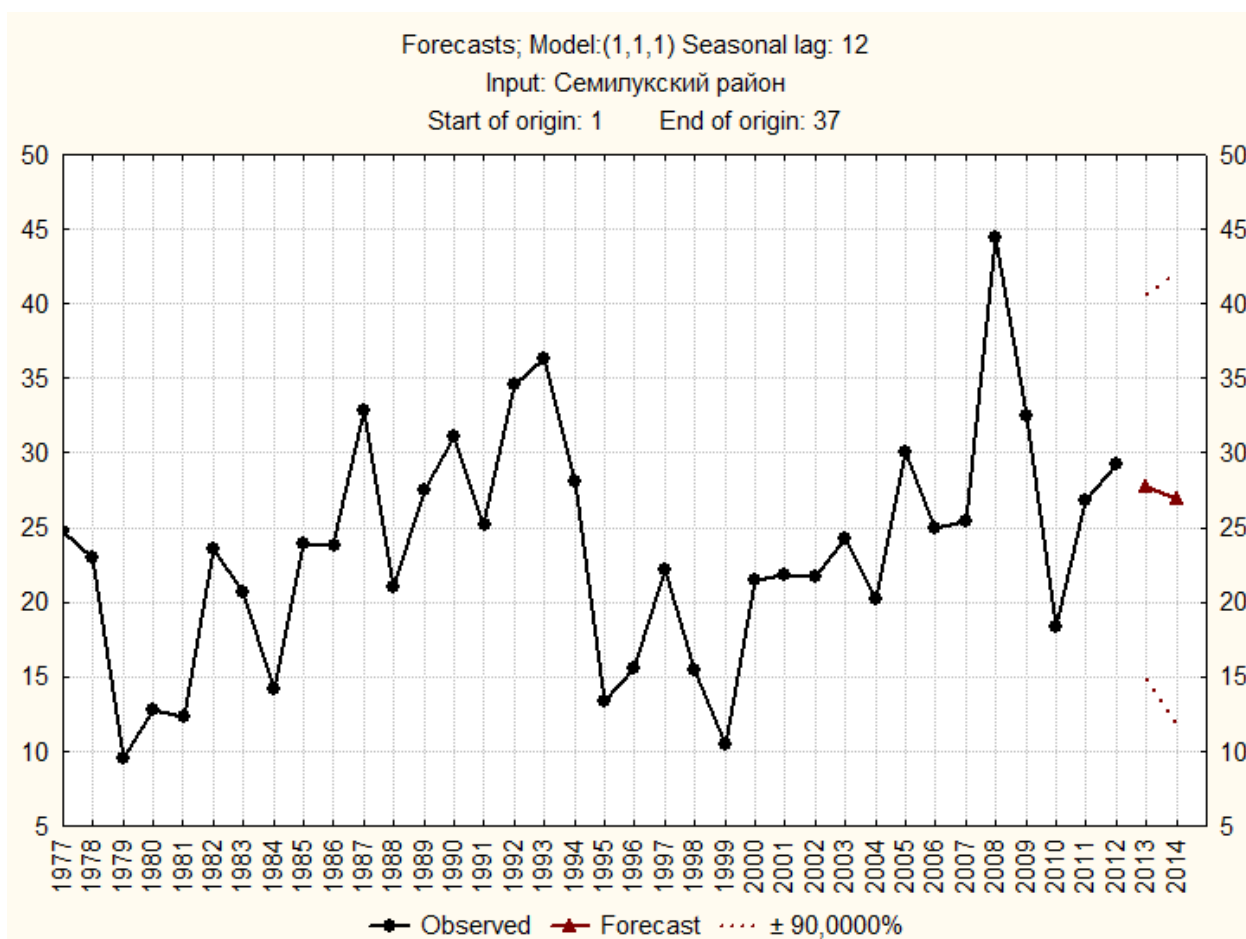


Рисунок 6 – Результаты анализа и прогноза модели $ARIMA(1, 1, 1)$

Практически метод SSA работает с информацией в той же форме, что и $AR(k)$ – модели. Этот метод не предусматривает задания параметрической модели ряда, но при этом позволяет выделять амплитудно-модулируемые составляющие. В качестве единственного входного параметра алгоритма выступает значение «длины окна». В результате использования SSA удается произвести декомпозицию временного ряда, т.е. выделить в аддитивной структуре ряда детерминированную составляющую, циклические компоненты, случайный шум. Основные проблемы, связанные с использованием этого метода, заключаются в определении параметра «окна».

Изначально алгоритм SSA применялся в нелинейной динамике для реконструкции аттракторов динамических систем. В дальнейшем сингулярный спектральный анализ стал использоваться как метод для анализа временных

рядов. Основными достоинствами метода *SSA* является отсутствие требования априорного задания модели ряда.

Целью метода является разложение временного ряда на интерпретируемые аддитивные составляющие. При этом метод не требует стационарности ряда, параметрического задания тренда, а также сведений о наличии в ряде периодических составляющих и их периодах. При таких довольно общих предположениях метод может решать различные задачи, такие как, например, выделение тренда, обнаружение периодик, сглаживание ряда, построение полного разложения ряда в сумму тренда, периодики и шума и др.

В основе этого метода лежит переход от исходного одномерного (скалярного) временного ряда к многомерному (векторному) представлению, то есть трансформация ряда в траекторную матрицу и ее сингулярное разложение. После идентификации компонент происходит их группировка и конечное представление ряда в виде аддитивной модели (рис. 7).

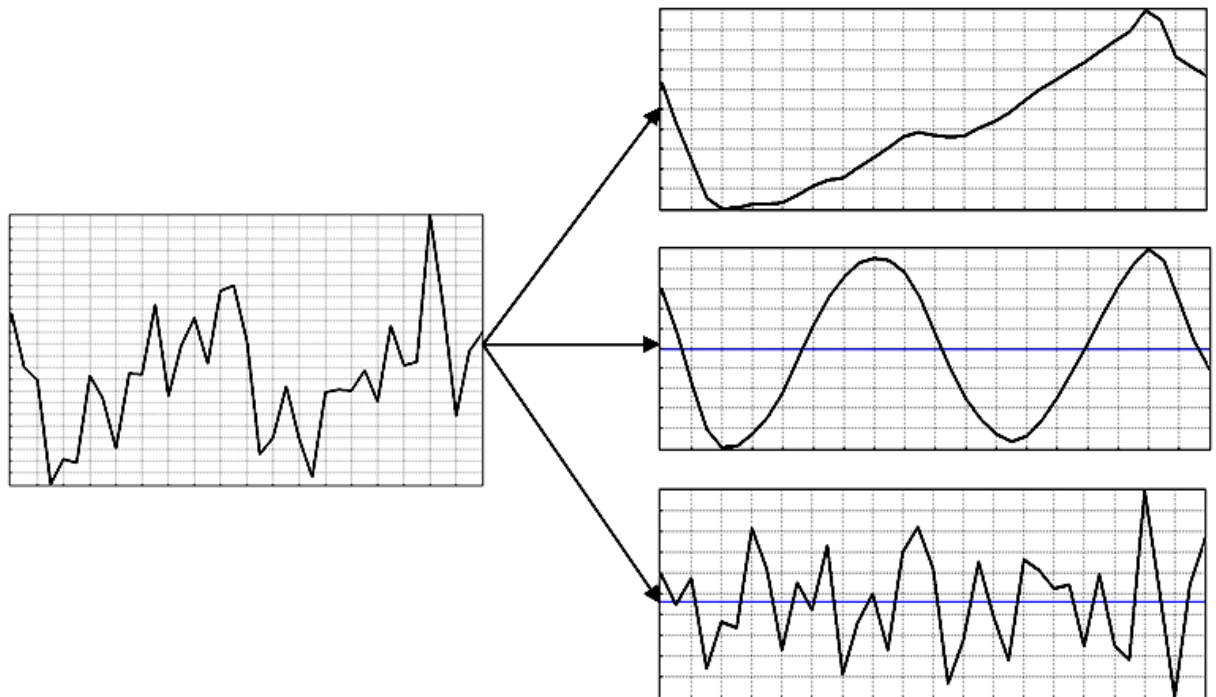


Рисунок 7 – Декомпозиция временного ряда

Аддитивную модель можно представить в виде

$$X_t = Tr_t + S_t + E_t, (t = 1, 2, \dots, n), \quad (6)$$

где Tr – тренд, плавно меняющаяся компонента, характеризующая воздействие долговременных факторов, т.е. длительную тенденцию изменения исследуемого признака;

S – циклическая компонента, отражающая повторяемость исследуемых процессов в течение некоторого периода;

E – случайная компонента, отражающая влияние случайных факторов.

Алгоритм метода SSA может быть представлен в виде следующей последовательности шагов:

- вложение;
- сингулярное разложение;
- группировка;
- диагональное усреднение.

Первым шагом метода является построение траекторной матрицы ряда, которая представляет собой матрицу векторов длины L – «длина окна». При выборе значения этого параметра следует помнить:

- чем больше длина векторов, образующих траекторную матрицу, тем более детальным получится разложение исходного ряда. Наиболее детальное разложение получается при «длине окна», приблизительно равной половине длины ряда ($L \approx N/2$);

- маленькая «длина окна» может привести к смешиванию отдельных компонент ряда;

- при решении задачи выделения периодической компоненты с периодом τ следует выбирать «длину окна» L , кратной τ , то есть необходимо учитывать явную гармонику исходных данных [199].

Следующим этапом метода является сингулярное разложение полученной матрицы, результатом которого является представление временного ряда в виде суммы

$$Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_k = \sum \sqrt{\lambda_k} U_k V_k^T, \quad (7)$$

где U_k - k -й левый сингулярный собственный вектор;

V_k - k -й правый сингулярный вектор;

λ_k - k -е сингулярное число.

Набор $(\sqrt{\lambda_k}; U_k; V_k^T)$ называют k -й собственной тройкой.

На третьем этапе определяется степень влияния каждой компоненты и происходит группировка элементов сингулярного разложения. Отбор и группировка элементов производятся исследователем на основе графического представления данных. Данный этап оказывает большое влияние на качество итоговой модели.

Заключительным этапом идентификации структуры ряда является процесс восстановления по выбранным главным компонентам.

В качестве примера, позволяющего сравнить различные методические подходы к прогнозированию, рассмотрен временной ряд урожайности ячменя в Семилукском районе Воронежской области (см. рис. 1).

Учитывая рекомендации по выбору «длины окна», мы остановились на значении 18. Во-первых, это значение приблизительно равняется половине длины ряда, что позволяет получить более детальное разложение, а во-вторых, проведя спектральный анализ, с большой уверенностью можно утверждать, что в ряде имеется циклическая составляющая с периодом 18. На рисунке 8 изображена периодограмма, которая еще раз подтверждает правильность нашего выбора.

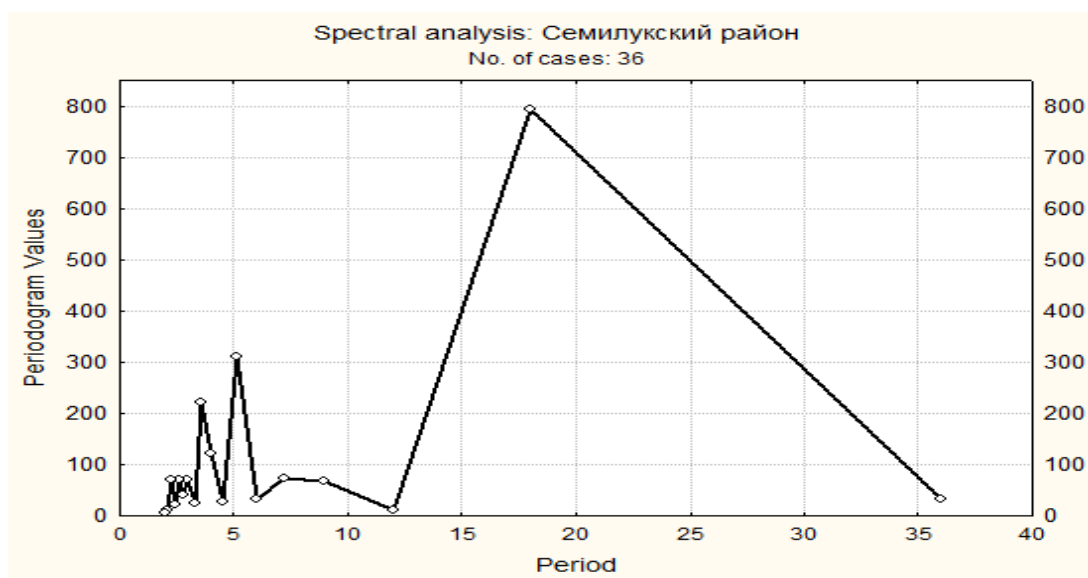


Рисунок 8 – Периодограмма временного ряда урожайности ячменя в Семилукском районе

Для идентификации тренда на одномерных графиках собственных векторов (рис. 9) нужно найти медленно меняющиеся собственные векторы. Монотонные сингулярные векторы соответствуют монотонной компоненте ряда (тренду). Чем сложнее форма тренда, тем большее число собственных векторов ему соответствует.

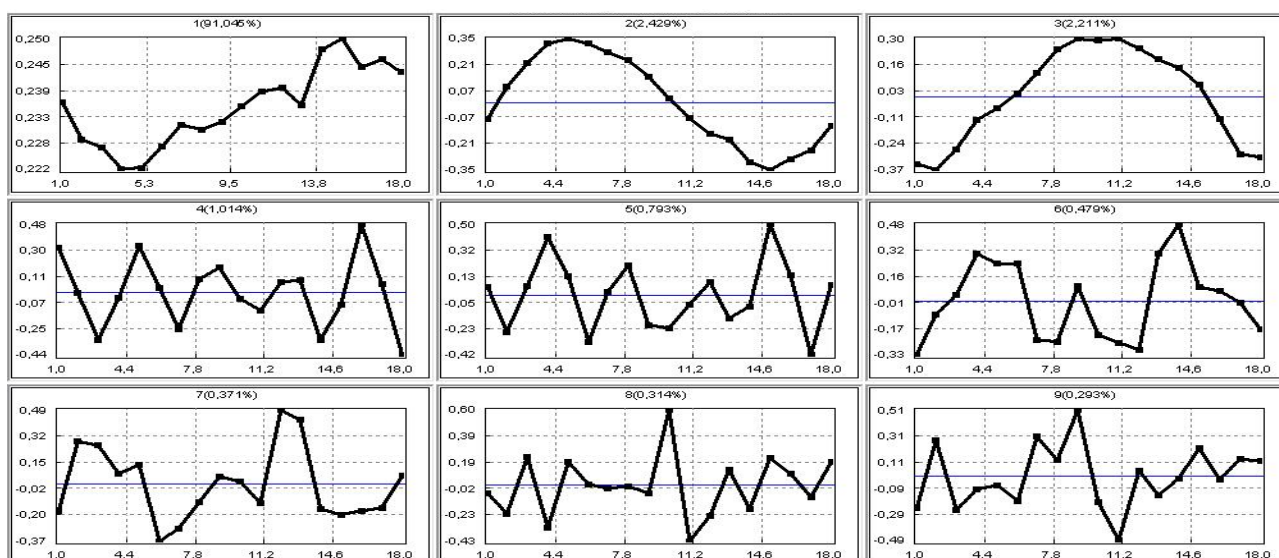


Рисунок 9 – Одномерные диаграммы собственных векторов

Из рисунка видно, что под это описание подходит только первая компонента. Она и будет формировать тренд восстановленного временного ряда. На долю данной компоненты приходится порядка 90%. На рисунке 10 изображен тренд, выделенный из исходного ряда методом SSA.

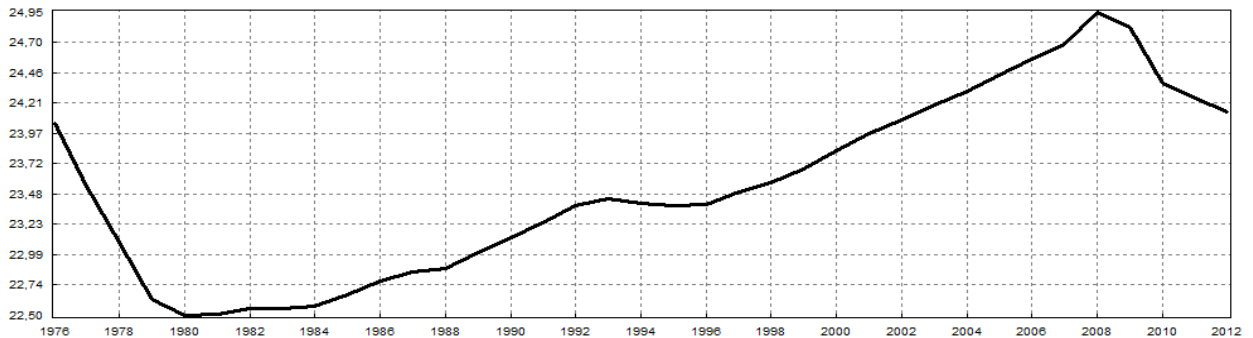


Рисунок 10 – Тренд, выделенный методом SSA

Синусоидальные векторы порождают гармоническую составляющую ряда. Каждому синусоидальному слагаемому ряда будут соответствовать две главные компоненты, имеющие вид отрезков синуса и косинуса одной и той же частоты. Их легко обнаружить на двумерных диаграммах. На них график будет иметь спиралеобразную форму (рис. 11). Это означает, что соответствующая пара собственных векторов порождена модулированной гармонической компонентой исходного ряда [81]. Для таких пар собственные числа обычно оказываются достаточно близкими.



Рисунок 11 – Двумерные диаграммы собственных векторов

Так, циклическую составляющую будут формировать компоненты 2 и 3. На рисунке 9 видно, что они имеют достаточно схожую форму. Эта пара главных компонент образует циклическую составляющую с периодом 18 (рис. 12).

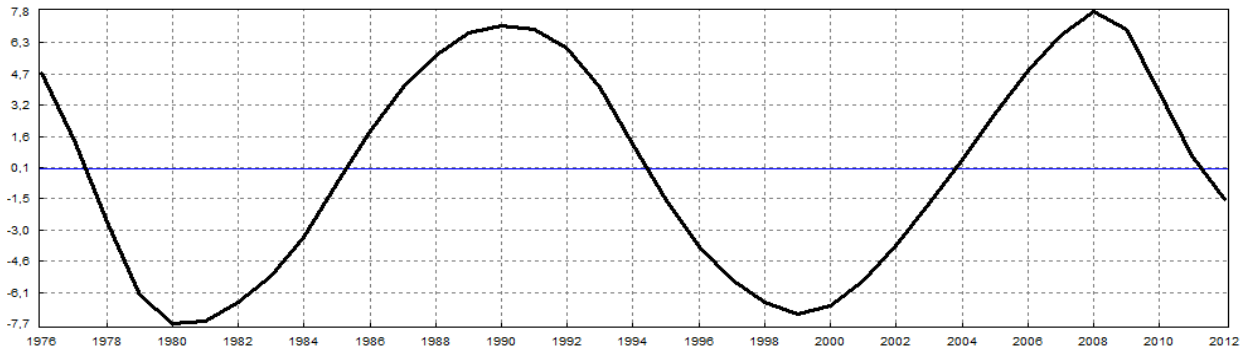


Рисунок 12 – Циклическая составляющая

Выделить случайную составляющую можно по ряду признаков: во-первых, нерегулярное поведение сингулярных векторов может свидетельствовать о принадлежности их к набору, порожденному шумовой компонентой; во-вторых, медленное убывание (с некоторого номера) собственных значений; в-третьих, большой набор собственных троек, порождающих коррелирующие друг с другом восстановленные компоненты, показывают, что эти компоненты, скорее всего, относятся к шуму (рис. 13).

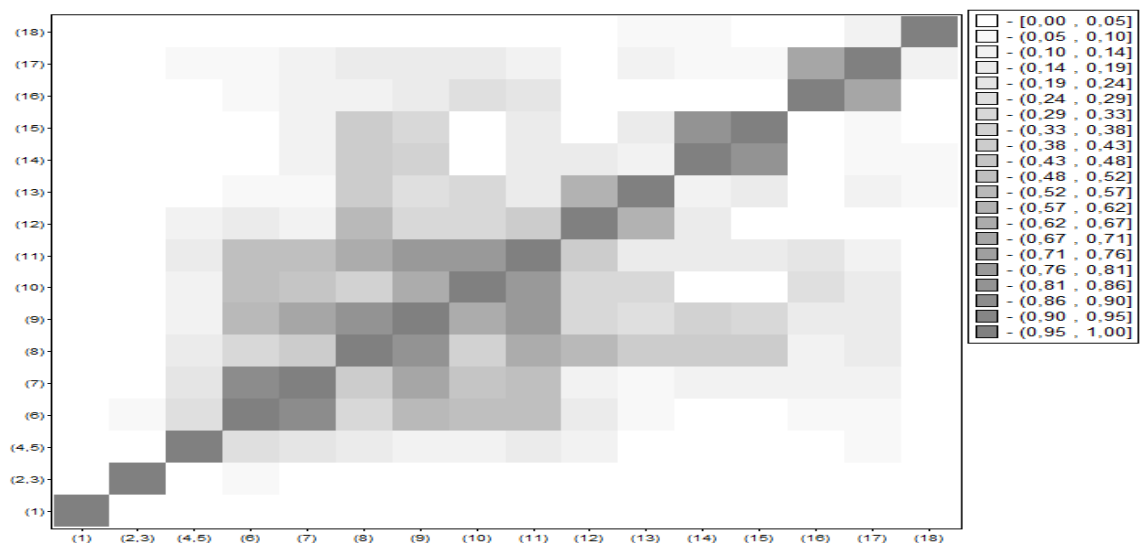


Рисунок 13 – Матрица w – корреляций восстановленных компонент ряда

На рисунке 14 показана составляющая временного ряда, относящаяся к случайной компоненте. Дополнительный анализ этих остатков показал, что они не коррелированы и нормально распределены (рис. 15).

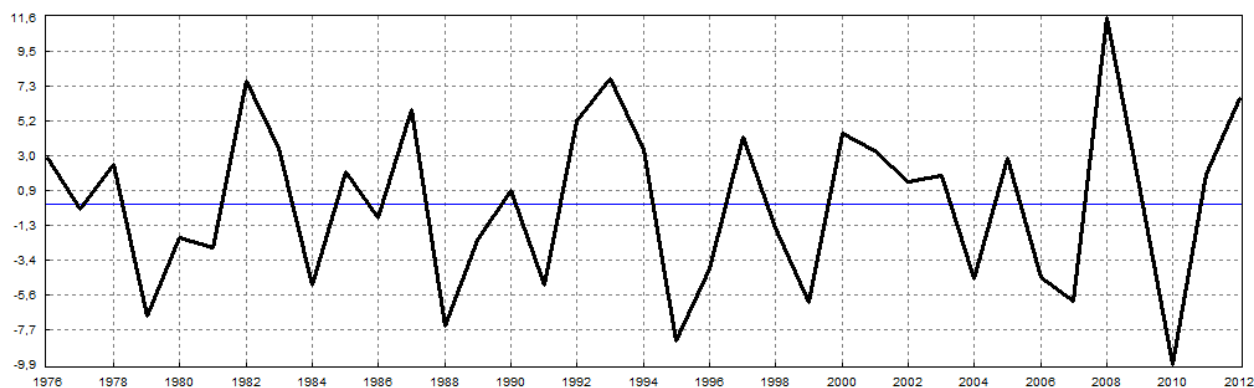


Рисунок 14– Случайная составляющая временного ряда

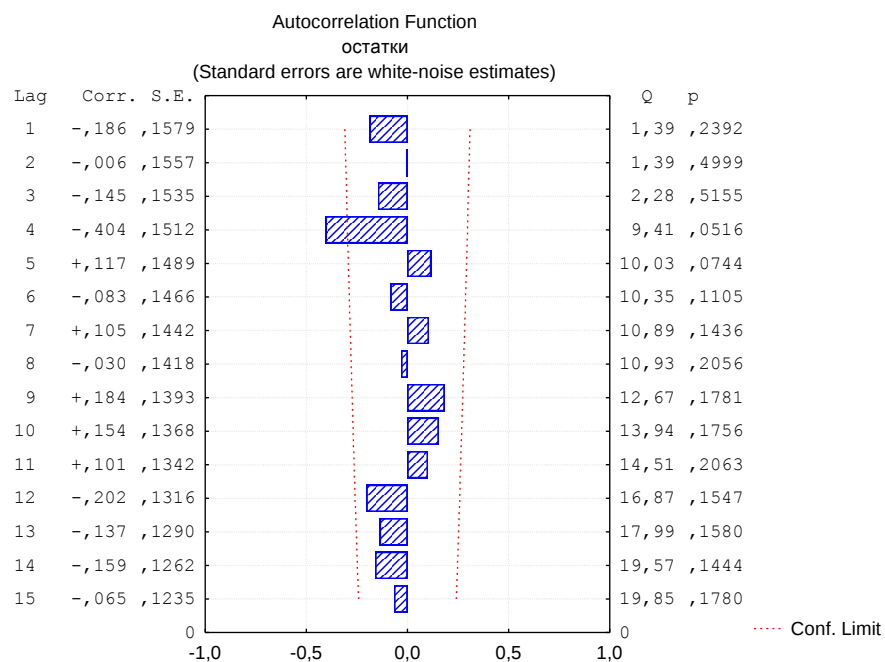


Рисунок 15 – Автокорреляционная функция остатков

После идентификации всех составляющих временного ряда происходит его восстановление по выбранным компонентам. В нашем случае были выбраны первые три компонента. Для сравнения на рисунке 16 изображены исходный и восстановленный по первым трем компонентам временной ряд

урожайности ячменя в Семилукском районе, а также прогноз на несколько лет вперед.

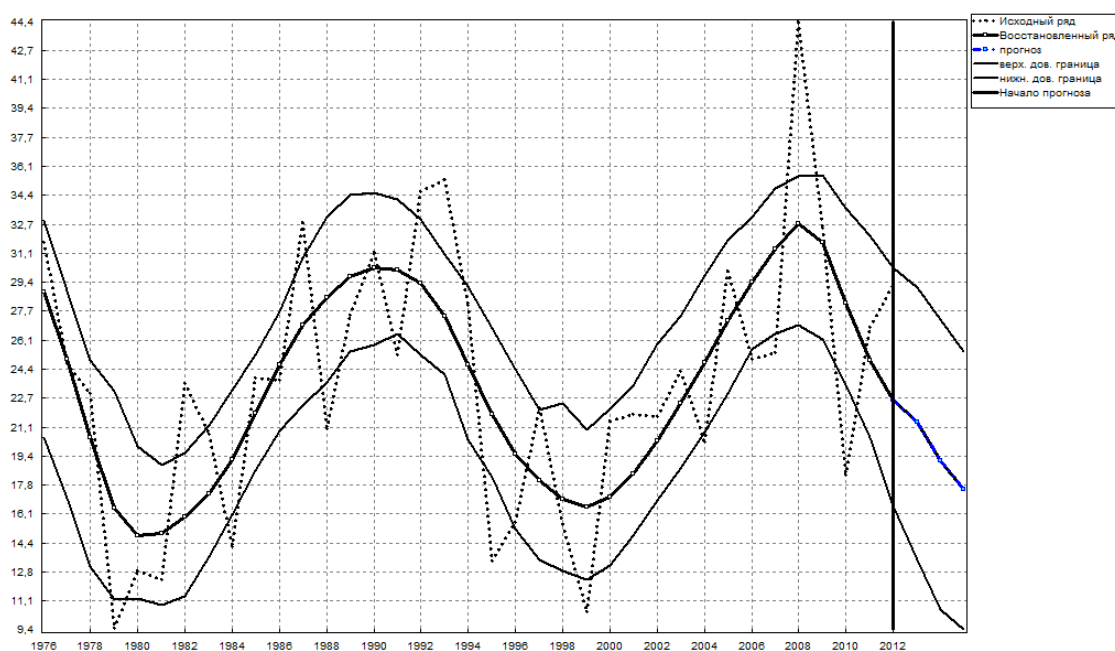


Рисунок 16 – Исходный и восстановленный временной ряд

По результатам вычислений, полученным методом SSA, прогнозные значения урожайности ячменя в Семилукском районе в 2013 г. составили 22,1 ц/га, в 2014 г. – 19,2 ц/га. Доверительные интервалы с надежностью 90% будут иметь границы соответственно $(14,8 \div 29,1)$ и $(11,9 \div 28,1)$.

В работе были использованы программная реализация данного метода (CaterpillarSSA 3.40) [213] и разработанные автором программные модули в среде Mathcad.

Традиционно временной ряд рассматривается как некоторая конечная реализация дискретного случайного процесса, который анализируется вероятностными методами. В отличие от общепринятой схемы современный подход базируется на предположении, что уровни ряда представляют собой некоторую проекцию динамической системы, «продуцирующей» данный временной ряд. В этом случае появляется возможность не просто восстановить имеющийся временной ряд, а составить представление о качественном

поведении возможных временных рядов, которые могли быть порождены анализируемой динамической системой. Такой подход, базирующийся на использовании случайных динамических моделей, имеет одну характерную особенность: повторный пересчет дает результаты, не совпадающие с ранее полученными. Практически это означает, что рассмотрение отдельного изолированного временного ряда зачастую не представляет полностью необходимой информации для получения оценки статистическими методами функциональной зависимости. И наоборот, наличие определенного количества реализаций исследуемого динамического процесса в сходных условиях позволяет с большей надежностью оценить параметры динамической модели и получить, как следствие, более надежный прогноз. Поэтому синхронное рассмотрение временных рядов, имеющих одинаковые или достаточно близкие динамические модели формирования рядов, позволяет получить более надежный вариант прогноза и улучшить прогнозные расчеты.

Если прогнозирование проводится на уровне районов области, то ситуация меняется. Каждый район будет представлен своим временным рядом. Это приводит к тому, что появляется совокупность временных рядов, имеющих близкие характеристики в соседних районах. С одной стороны, количество объектов исследования увеличивается, что приводит к значительному увеличению объема обрабатываемой информации, с другой – дополнительная информация позволяет перейти к другим моделям, которые учитывают значения прогнозируемого параметра в близких точках, что позволяет сделать прогноз более надежным.

В качестве динамической системы нами была взята схема, реализованная в виде рандомизированных систем итеративных функций (Random Iterated Function System (*RIFS*)) [44]. В рамках этой модели предполагается, что значение урожайности $X = X(t, \xi, Z)$ для каждого района области является функцией времени t , некоторого параметра ξ и базовой урожайности Z , характерной для данного района. В наиболее простом варианте зависимость урожайности y_t будет определяться следующей формулой:

$$y_t = \xi y_{t-1} + (1 - \xi) z_j^{(t-1)}, \quad (8)$$

где $0 < \xi < 1$ – значение параметра, z_j – некоторая базовая урожайность в классе с номером j .

Уравнение (8) можно переписать в виде, который позволяет рассматривать его как разностное уравнение, являющееся числовой схемой приближенного решения дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt} = (1 - \xi)(Z - X),$$

являющегося одной из форм уравнения Ланжевена [177] для случайного блуждания (винеровского процесса).

Такой подход позволяет рассматривать временные ряды статистических данных как фрактальные объекты, порождаемые итерационными процессами, которые отражают характерный для сельскохозяйственного производства циклический характер.

Использование методов *RIFS* в построении прогнозных расчетов требует предварительного типологического районирования, т.е. выделения в совокупности районов, в которых характер варьирования урожайности конкретной зерновой культуры будет более однородным, чем во всей совокупности. Совокупность расчетных прогнозных значений рассматривается как вероятностное представление о перспективах достижения определенного уровня урожайности в будущем при сохранении определенных условий.

В рамках конкретной задачи прогнозирования будем полагать, что согласно формуле (8) величина урожайности X_t за период времени t представляет собой выпуклую комбинацию двух величин: урожайности за предыдущий период X_{t-1} и некоторой базовой для данного района урожайности $Z_j^{(t-1)}$. Величина ξ в этом случае характеризует вклад каждой из составляющих. Значение величины $Z_j^{(t-1)}$ в каждом конкретном случае следует определять, используя статистические данные.

Рассмотрим функционирование рандомизированной системы итерированных функций (РСИФ), более подробное описание, которого приводится в работе [43, 120].

Предполагается, что в метрическом пространстве R^p задано некоторое множество точек $Z = \{Z_j\}_{j=1}^K$, указано распределение вероятностной меры на этом множестве: $\{p_1, p_2, \dots, p_K\}$ и определено значение параметра ξ . Выполнение процедуры *RIFS* начинается с произвольной точки $X_0 \in R^p$ и сводится к следующим преобразованиям (F1):

1. Вычисляются координаты точки X_1 по формуле (1), где в соответствии с распределением вероятностной меры точка $Z_j^{(0)} \in Z$ выбирается случайным образом;
2. Затем точка X_1 принимается за исходную и процесс итеративно повторяется в соответствии с формулой (1) столько раз, сколько точек множества X требуется получить.

В работе [44] показано, что получить точки множества X можно и другим способом (F2), а именно: рассмотреть абсолютно сходящийся ряд $\left(\frac{1-\xi}{\xi}\right) \sum_{n=1}^{\infty} \xi^n = 1$ и в соответствии с распределением вероятностной меры $\{p_1, p_2, \dots, p_K\}$ на множестве $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_K\}$ разнести члены ряда по K различным слагаемым (ячейкам). Каждое полученное таким образом распределение суммы ряда будет представлять строку специально организованной матрицы A . Повторяя эту операцию N раз, получим матрицу A размером $N \times K$. Если из координат точек Z составить матрицу размера $K \times P$, то для того чтобы получить координаты точек множества X , следует выполнить умножение $X = A \times Z$. В этом случае строки матрицы X будут представлять координаты точек в пространстве R^p .

Полученные в результате выполнения процедуры множества точек обладают следующими свойствами (см. [43, 159]):

1. Каждая точка полученного множества является выпуклой комбинацией точек $Z = \{Z_1, Z, \dots, Z_K, \}$.
2. Эти множества имеют нулевую лебеговскую меру, т.е. представляют собой объединение одноточечных множеств.
3. Получаемые множества являются совершенными, т.е. они замкнуты и не содержат изолированных точек.
4. Множества вполне несвязны (вполне разрывны).
5. Множества X могут быть гомеоморфно отображены на канторовом множестве, т.е. имеется возможность построить взаимно однозначные отображения – прямое и обратное – между канторовым множеством (или его подмножеством) и множеством, полученным при выполнении указанной ранее процедуры, которые являются непрерывными.
6. Указанные выше процедуры $F1$ и $F2$ при определенных условиях устойчивы по Лагранжу [127], т.е. аттракторы этих процедур располагаются в ограниченной области пространства R^p .
7. Построенные множества имеют сингулярную функцию распределения. Это означает, что оценки плотности распределения для таких множеств не будут корректными.
8. Построенные множества являются самоподобными, т.е. существуют части множества (реплики, связанные с Z_j), каждая из которых получается из целой части посредством преобразования подобия.

Практически это означает, что полученное посредством выполнения *RIFS* процедуры множество X является фракталом, а точнее, с учетом конечного числа шагов, выполненнх при его генерации, предфракталом.

Фактически моделирование урожайности зерновых культур посредством *RIFS* предполагает, что рассматриваемые данные имеют фрактальную природу, а сгенерированные данные являются некоторой аппроксимацией (приближением) этих реальных данных.

В качестве дополнительных соображений о механизмах формирования данных об урожайности предлагается рассмотреть исходные данные по озимой

пшенице (Рамонский район), представленные на рисунке 17. Для сравнения на рисунке 18 приведены данные, полученные путем выполнения *RIFS* с параметрами $K=3$, $\mu = 3$, и одинаковыми вероятностями выбора всех точек протофракта.

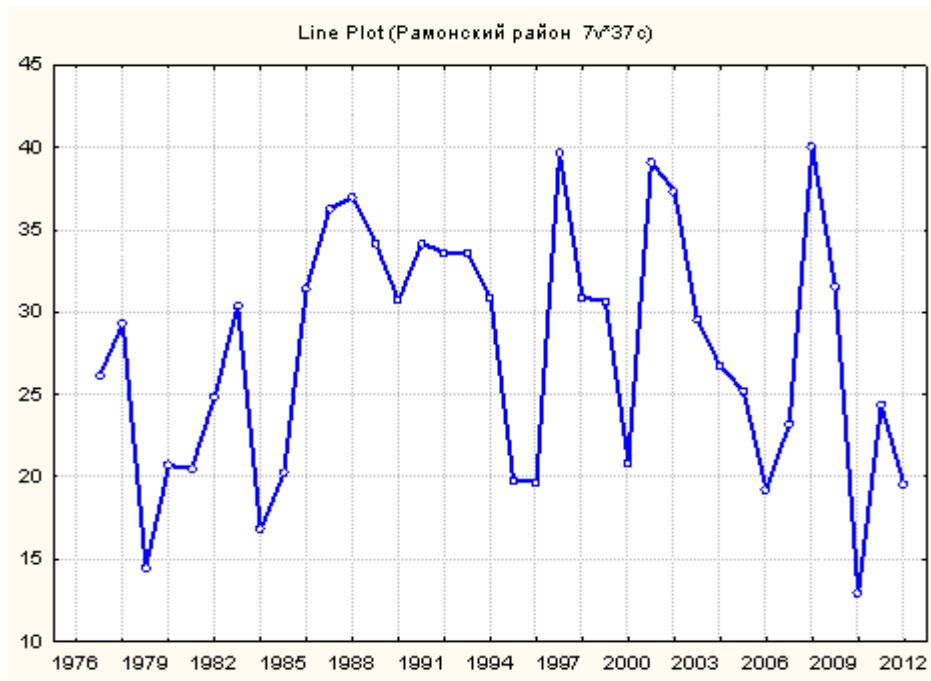


Рисунок 17 – Временной ряд урожайности озимой пшеницы в Рамонском районе

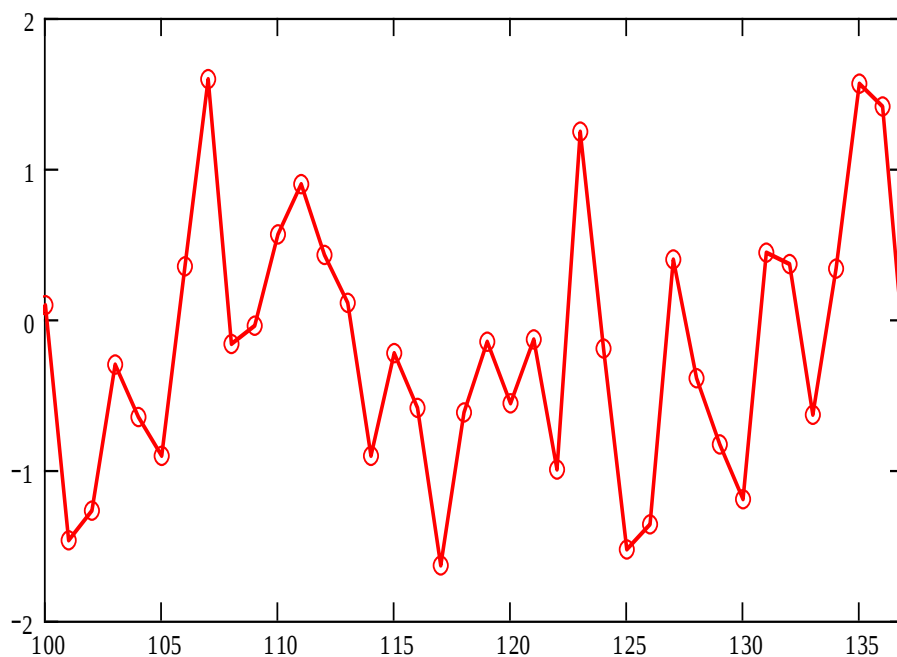


Рисунок 18 – Данные, генерируемые *RIFS*

Визуальное сходство, наблюдаемое при качественном сравнении приведенных графиков, позволяет выдвинуть предположение о том, что в основе реальных данных может лежать тот же механизм эволюции данных, что и у сгенерированных.

Речь о фрактальной природе временных рядов ведется уже довольно продолжительное время [141, 162]. Для идентификации этого свойства принято использовать показатель Херста (Herst). Проведенные нами исследования подтверждают фрактальный характер временных рядов урожайности озимой пшеницы: показатель Херста для исследуемых временных рядов значительно отличается от значений этого показателя для белого шума.

Методика использования *RIFS* для получения прогнозных значений урожайности в конкретном случае будет представлена следующим образом. Пусть данные об урожайности представлены в виде матрицы X размера $N \times M$, где M – число районов Воронежской области ($M = 32$ в конкретном случае), а N – число лет наблюдений ($N = 39$ в конкретном случае). Каждый элемент матрицы x_{ij} представляет среднюю урожайность i – го года в j - м районе ($i=1,2,...,32; j=1,2,...,39$). Обозначим через

$$\bar{X}_{.j} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij} \quad (9)$$

среднее значение урожайности в j - м районе за N лет. Полученные данные после соответствующего нормирования можно рассматривать как значения лингвистической переменной «Средняя урожайность», заданной на множестве $S = \{S_i\}_{i=1}^{32}$ - множестве районов Воронежской области.

После того как будут выделены унимодальные классы множеств $\{S_1, S_2, \dots, S_K\}$, в каждом из этих классов прогнозирование проводится независимо от других.

Тогда $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM_j})$ можно рассматривать как элемент векторного пространства R^{M_j} со стандартной евклидовой метрикой

$$\rho(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_{m=1}^{M_j} (x_{im} - x_{jm})^2} \quad (10)$$

Такой подход позволяет выделить в пространстве R^{M_j} кластеры, т.е. совокупность точек, относительно компактно расположенных в этом пространстве. Для этой цели нами был использован алгоритм k-средних [4].

В результате проведенной кластеризации будут выделены L кластеров $\{T_1, T_2, \dots, T_L\}$. Используя численности выделенных кластеров $\{n_1, n_2, \dots, n_L\}$, можно определить оценки вероятностей появления объектов каждого кластера T_l , или – что то же самое – оценки вероятностей выбора соответствующего значения Z_j , по формуле $\tilde{p}_l = n_l / \sum_l n_l$ ($l=1, 2, \dots, L$).

Полагая, что в основе формирования кластеров положена схема *RIFS*, можно вычислить оценки типичных объектов. Для этого зададимся некоторым значением параметра ξ и с помощью процедуры F2 построим матрицу A . Для получения оценок $\tilde{Z}$ используем формулу преобразований Мура-Пенроуза [136]:

$$\tilde{Z} = (A^T A)^{-1} A^T X \quad (11)$$

Параметр ξ в нашем случае будет характеризовать зависимость урожайности X_t от количества осадков, температурного режима и прочих агротехнических условий. Если абстрагироваться от величин всех остальных признаков, оказывающих влияние на урожайность, то можно будет считать, что при одинаковом механизме формирования урожайности зерновых культур величина параметра ξ определяет значение результирующего показателя. В общем случае параметр ξ может быть векторным и иметь не столь простую интерпретацию.

В нашей задаче для выбора значения параметра ξ использовался следующий прием. Оценка параметра, полученная по методу моментов [159], сравнивалась с предварительно выбранным значением. Окончательным принималось то значение, которое в меньшей степени отличается от полученной оценки.

На основании значений оценок $\tilde{Z}_j$ в дальнейшем определялись X_t прогнозные значения урожайности на будущий год. Для этого была использована формула (8), где в качестве X_{t-1} были взяты значения последнего календарного года, в нашем случае – 2012, а в качестве величин $Z_j^{(t-1)}$ последовательно берутся оценки $\tilde{Z}_j$, полученные ранее. Таким образом, прогноз будет представлен в виде рассчитанных L значений X_t^l , которые могут появиться с вероятностями $\tilde{p}_l$ ($l=1,2,\dots,L$). Среднее прогнозное значение вычислялось как среднее взвешенное

$$\bar{X}_t = \sum_{l=1}^L \tilde{p}_l X_t^l \quad (12)$$

Для практической реализации предложенного подхода были использованы программные модули, разработанные авторами в среде Mathcad, и отдельные модули системы STATISTICA.

В результате применения *RIFS* при расчетах урожайности ячменя в Семилукском районе на 2013 г. получены следующие результаты: с вероятностью 52% можно ожидать урожай на уровне 27,6 ц/га, с вероятностью 24% - на уровне 21,9 ц/га и с аналогичной вероятностью ожидать урожай на уровне 32,6 ц/га. Среднее прогнозное значение урожайности на 2013 г. составляет 27,4 ц/га.

Результаты построения прогнозных значений для урожайности озимой пшеницы и ячменя в Воронежской области, полученные посредством метода *RIFS*, представлены в работе [49] и Приложении 1 и 2. Более подробное обсуждение результатов прогнозирования приводится в главе 3.

* *

*

В современных условиях прогнозные расчеты являются основой для принятия решений и в значительной степени заменяют плановые директивы. В связи с этим роль прогнозирования значительно повышается в решении управленческих задач. Подходы к прогнозированию в все большей степени

основываются на современных математических методах и включают в себя новые разделы прикладной математики. Новые идеи позволяют увидеть в давно известных, но малоизученных проблемах аспекты, которым ранее не уделялось достаточного внимания. Появившаяся в конце прошлого века фрактальная теория позволила с новых позиций взглянуть на временные ряды и дать объяснения некоторым фактам, ранее казавшимся «аномальными» - например, чрезмерно большие отклонения от средних значений.

В нашей работе предлагается провести анализ временных рядов урожайности в рамках модельных представлений *RIFS*, позволяющий рассматривать их как фрактальные объекты, порождаемые итерационными процессами, которые отражают характерный для сельскохозяйственного производства циклический характер. Проведенные исследования в значительной мере позволяют учесть неоднородность агротехнических условий возделывания определенной зерновой культуры (озимой пшеницы и ячменя) на территории Воронежской области. Принятые модельные представления позволили на основе имеющихся статистических данных, начиная с 1976 г., провести типологическое районирование производства зерновых культур и выйти на расчеты прогнозных значений. Совокупность расчетных прогнозных значений рассматривается как многовариантное представление о перспективах достижения прогнозируемого уровня урожайности в будущем при сохранении определенных условий. Эти результаты могут быть использованы в качестве информационной поддержки (базы) принятия управленческих решений.

Сравнение полученных результатов прогнозирования с аналогичными прогнозами, полученными другими методами, позволяет, на наш взгляд, отдать некоторое предпочтение методам *RIFS*. Это можно объяснить тем, что в методах *RIFS* используется информация не только анализируемого ряда, но и других, близких по модельным представлениям временных рядов. Кроме того, данный подход и привнесенные им модельные представления позволяют расширить методологический потенциал прогностических методов.

Очевидно, что в общем случае достоинства и недостатки различных методов (алгоритмов) определяются областью их приложения.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1 Организационно-экономическая оценка производства зерна в Воронежской области

Сельское хозяйство является одной из системообразующих отраслей экономики практически любой страны. Вне зависимости от почвенно-климатических условий даже самые развитые страны вкладывают значительные средства в развитие своего сельского хозяйства. При этом на первом месте стоят вопросы, связанные с устойчивым производством высококачественного зерна.

Как известно, надежная продовольственная безопасность страны в целом, и регионов в частности, будет обеспечена лишь при устойчивом развитии сельского хозяйства, экономической основой которого является производство зерна. Устойчивое развитие зернопроизводства требует глубокого анализа его современного состояния.

Воронежская область является крупным производителем качественного зерна. Она располагает богатыми ресурсами для производства зерновых культур. Площадь сельскохозяйственных угодий занимает 4005,1 тыс. га, из них пашня – 3038,2 тыс. га, что составляет 79,5% [67].

Почти 40,0% агропромышленного производства области непосредственно связано с зерновыми ресурсами, под зерновыми занято свыше половины посевов сельскохозяйственных культур. На долю зерна приходится около одной трети стоимости валовой и 52,0 – 70,0% товарной продукции растениеводства, а также около одной трети всех кормов для животноводства. На зерновое хозяйство приходится четвертая часть стоимости основных производственных фондов и 15,0% численности работников, занятых в системе АПК, они производят почти 10,0% его продукции. По занимаемой площади пашни, размерам вовлекаемых в него трудовых, материальных и финансовых ресурсов зерновое производство превосходит любую другую отрасль

растениеводства, одновременно являясь основой развития животноводства, и в первую очередь таких зерноемких отраслей, как свиноводство и птицеводство.

Проведенный анализ показывает, что в 1996 – 2000 гг. 88,2% пашни находилось в сельхозорганизациях. Формирование предприятий малого бизнеса (КФХ, ИКХ) привело к уменьшению доли пашни в сельхозпредприятиях. В 2006 – 2010 гг. этим организациям принадлежало 2216,0 тыс. га пашни, или 73,2 %, а в 2013 г – 2178,6 тыс. га, или 72,0 % (табл.3). Такое перераспределение пашни сказалось на ее использовании и на структуре посевных площадей возделываемых сельскохозяйственных культур.

Таблица 3 – Распределение пашни [62 – 67]

Показатели	В среднем			Годы			2013 г. в % к	
	1996-2000 гг.	2001-2005 гг.	2006-2010 гг.	2011	2012	2013	2006-2010 гг.	2012 г.
Пашня – всего, тыс. га	3112,8	3044,3	3030,4	3038,4	3025,1	3026,9	99,9	100,0
в т.ч. с-х предприятий, тыс. га	2744,9	2451,5	2216,0	2203,6	2185,8	2178,6	98,3	99,6
в процентах	88,2	80,5	73,2	72,5	72,3	72,0	-1,2	-0,3
Посевная площадь, тыс. га	2452,9	2303,0	2308,4	2470,4	2496,4	2550,9	110,5	102,2
в т.ч. зерновые и зернобобовые – всего, тыс. га	1244,2	1185,2	1248,9	1313,1	1386,3	1459,3	116,8	105,3
их них – озимая пшеница, тыс. га	429,1	450,6	521,3	509,1	600,4	605,6	116,2	100,9
в процентах	34,5	38,0	41,7	38,8	43,3	41,5	-0,2	-1,8
горох, тыс. га	77,7	44,8	39,7	81,5	70,2	50,5	127,2	72,0
ячмень, тыс. га	420,5	438,8	428,6	400,9	408,4	410,9	95,8	100,6
сахарная свекла, тыс. га	137,1	124,2	130,7	191,4	148,9	102,2	78,2	68,6
подсолнечник, тыс. га	318,1	388,9	478,2	481,7	469,2	461,9	96,6	98,4

Уменьшилась площадь под парами, увеличились посевы озимой пшеницы, дающей наиболее высокие урожаи: с 521,3 тыс. га в 2006 – 2010 гг. до 605,6 тыс. га, или на 16,2%, 2013 г. В то же время уменьшились посевы ячменя на 4,2%, сахарной свеклы – на 21,8%, подсолнечника – на 3,4%.

Анализ урожайности сельскохозяйственных культур Воронежской области показывает, что у зерновых и зернобобовых она имеет тенденцию к росту (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность основных культур, количество внесенных удобрений [62 – 67]

Показатели	В среднем			Годы			2013 г. в % к	
	1996-2000 гг.	2001-2005 гг.	2006-2010 гг.	2011	2012	2013	2006-2010 гг.	2012 г.
Урожайность на посеянной площади, ц/га:								
зерновые и зернобобовые – всего	15,2	20,4	20,4	23,2	22,4	26,1	127,9	116,5
в т.ч. озимая пшеница	20,8	25,4	24,2	24,4	23,7	28,4	117,4	119,8
горох	9,3	15,3	14,2	14,9	12,1	12,4	85,2	102,5
ячмень	14,6	19,6	19,8	22,1	20,3	21,3	107,6	104,9
сахарная свекла	151,6	218,9	260,1	325,7	414,3	436,0	167,7	105,3
подсолнечник	9,9	10,5	13,1	19,4	18,6	22,5	171,7	121,0
Внесено удобрений:								
минеральных - всего за год, тыс. т	42,1	62,8	114,0	139,5	141,2	149,5	131,1	105,0
на 1 га пашни, кг д.в	15,6	25,4	51,4	63,6	64,1	68,7	133,6	107,2
органических всего за год, тыс. т	3392,7	2707,7	3349,1	5238,3	5489,0	5712,3	170,5	104,1
на 1 га пашни, т	1,3	1,1	1,5	2,39	2,48	2,62	174,6	105,2

Если средние показатели за 2006 – 2010 гг. определились на уровне 20,4 ц/га, то в последующие годы наблюдается ежегодный прирост урожайности до 2,0 – 3,0 ц/га. По озимой пшенице средняя урожайность за 2006 – 2010 гг. достигла 24,2 ц/га, этот показатель сохраняется в 2011 – 2012 гг. В 2013 г. наблюдается ее рост до 28,4 ц/га, что на 17,4% больше по сравнению с указанным пятилетием на 19,8% - по сравнению с 2012 г. Устойчивое повышение урожайности или ее стабилизация, по-видимому, обеспечивается

увеличением количества внесенных минеральных удобрений – с 51,4 кг д. в. в 2006 – 2010 гг. до 68,7 кг д.в., или на 33,6% – в 2013 г.

В последние годы отмечено увеличение доз органических удобрений, вносимых в расчете на 1 га. Если в 2001 – 2005 гг. было внесено на 1 га пашни 1,5 т органики, то в 2013 г. этот показатель увеличился до 2,6 т/га, или на 74,6%. Внесение удобрений, по-видимому, положительно сказалось на урожайности не только зерновых и зернобобовых (ячменя – на 7,6 %), но и технических культур: сахарной свеклы – на 67,7 %, подсолнечника – на 71,7%.

Воронежская область по производству зерна занимает одно из ведущих мест в ЦЧР. В 1990 г. площадь посева зерновых в области составляла 29,1% и было произведено 29,2% зерна; в 2002 г. соответственно 28,8%, и 27,5%. В 2013 г. посевная площадь зерновых и зернобобовых культур составила 1457,5 тыс. га, или на 4,7% больше, чем в 2012 г [167].

Площадь посева озимой пшеницы в 2012 – 2013 гг. практически осталась на одном уровне (прирост всего 0,8%). В структуре посевных площадей ее доля составила в 2012 г. – 24,1%, в 2013 г. – 23,7%. Из яровых зерновых культур увеличились посевные площади под кукурузой на зерно на 12,7%, а в целом по группе яровых культур рост посевных площадей в 2013 г. составил по сравнению с 2012 г. 7,7%. Приведенные показатели дают представление об уровне развития зерновой отрасли в области.

Проведенный анализ показывает, что период 1991 – 2000 гг. характеризуется резким снижением производства зерна (табл. 5).

Таблица 5 – Динамика валового сбора зерна и его структуры в Воронежской области (все категории хозяйств), в первоначально оприходованном весе [62 – 67]

Показатели	Годы							
	1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011	2012	2013
Валовой сбор, тыс. т								
Зерно - всего	4111,1	2829,3	2023,0	2419,5	2637,1	3220,1	3268,2	4033,0
в том числе:								
озимая пшеница	1701,9	1086,0	932,4	1149,1	1360,4	1327,9	1479,8	1791,9

Продолжение таблицы 5

яровая пшеница	1,2	9,9	34,6	35,5	60,8	77,3	44,8	45,1
ячмень	1293,1	1176,1	637,1	856,8	738,4	944,5	866,0	919,6
рожь	291,1	145,3	137,7	92,9	78,0	54,7	67,5	77,1
овес	118,6	96,5	69,7	47,3	52,1	74,1	56,1	72,1
кукуруза	65,2	56,2	44,7	98,7	224,5	516,2	562,7	941,5
просо	36,8	38,9	49,3	35,1	20,9	58,0	17,2	22,8
гречиха	11,1	23,2	32,9	36,6	25,4	35,4	43,0	32,6
зернобобовые	520,2	243,0	81,2	68,4	76,8	132,0	102,6	88,1
прочие	71,9	17,3	5,2	-	-	-	28,5	42,2
Структура производства, %								
Зерно - всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе:								
озимая пшеница	41,4	37,5	46,1	47,5	51,5	41,2	45,3	44,4
яровая пшеница	0,1	0,3	1,7	1,5	2,3	2,4	1,4	1,1
ячмень	31,4	40,7	31,5	35,4	28,0	29,3	26,5	22,8
рожь	7,1	5,0	6,8	3,8	3,0	1,7	2,1	1,9
овес	2,9	3,3	3,4	2,0	2,0	2,3	1,7	1,8
кукуруза	1,6	1,9	2,2	4,1	8,5	16,0	17,2	23,3
просо	0,9	1,3	2,4	1,4	0,8	1,8	0,5	0,6
гречиха	0,3	0,8	1,6	1,5	1,0	1,1	1,3	0,8
зернобобовые	12,7	8,4	4,0	2,8	2,9	4,1	3,1	2,2
прочие	1,7	0,8	0,3	-	-	-	0,9	1,0

Среднегодовой валовой сбор зерна за 1996 – 2000 гг. составил 2023,0 тыс. т, или 71,5% к уровню предшествующей пятилетки (1991 – 1995 гг.), а к уровню 1990 г. производство зерна уменьшилось на 2,1 млн т, или на 51,2%. При этом производство ценной в пищевом отношении озимой пшеницы сократилось к уровню 1990 г. на 45,2%.

За 1996 – 2000 гг. значительно снизилось в сравнении с 1990 г. производство зерновых культур кормообразующей группы: ячменя – на 50,7%, ржи – на 52,7%, овса – на 41,2%, кукурузы – на 31,4%, зернобобовых – на 84,4%. В то же время увеличился валовой сбор зерновых культур крупяной группы: проса – на 34,0%, гречихи – почти в 2 раза.

Снижение производства зерна в 90-е годы обусловлено трансформацией производственных и земельных отношений, сложившихся к тому времени, что привело к коммерциализации производства, сокращению площадей пахотных земель и использованию их не по назначению. При введении в действие

Земельного закона РФ (28.09. 2001 г.), других законодательных актов процесс вывода земель сельскохозяйственного назначения существенно замедлился [102].

Начиная с 2001 г. в зерновом хозяйстве Воронежской области произошли существенные изменения. Прежде всего наметился рост производства зерна, и в 2013 г. его валовой сбор достиг максимального уровня – 4033,0 тыс. т, что на 66,7% больше по сравнению со средним показателем 2001 – 2005 гг. Снижение валового сбора зерна в 2010 г. до 895,6 тыс. т вполне объяснимо аномальными природно-климатическими условиями (засухой).

Производство озимой пшеницы в 2013 г. достигло 1791,9 тыс. т, что выше, чем средние показатели предшествовавших пятилетних периодов. Однако уровень производства зерна этой культуры в структуре зерновых по годам имеет определенные колебания, которые указывают на неустойчивое производство озимой пшеницы в Воронежской области. В то же время отмечается увеличение в структуре зернового производства объемов зерна культур кормообразующей группы: кукурузы – с 1,6 – 2,2% (1990 – 2000 гг.) до 16,0 – 23,3% (2001 – 2013 гг.), ячменя – в отдельные временные периоды до 35,4% (2001 – 2005 гг.), что связано с развитием отрасли животноводства.

Валовой сбор крупяных зерновых (проса и гречихи) в отдельные периоды то повышался до 58,0 тыс. т (просо, 2011 г.), то понижался до 11,1 тыс. т (гречиха, 1990 г.). По-видимому, здесь сказывалось влияние рынка: перепроизводство сменялось преднамеренным сокращением площадей и снижением производства зерна этих культур в последующий период.

Валовой сбор зерна и структура его производства по категориям хозяйств Воронежской области характеризуется данными таблицы 6.

Таблица 6 – Валовой сбор зерна и структура его производства по категориям хозяйств Воронежской области (в весе после доработки), тыс. т [62 – 67]

Годы	Валовой сбор зерновых культур – всего, тыс. т	В том числе по категориям хозяйств					
		сельскохозяйственные организации		крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х)		хозяйства населения (ЛПХ, ИП)	
		тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
1990	3848,7	3823,7	99,4	-	-	25,0	0,6
1991	2877,3	2854,6	99,2	2,6	0,1	20,1	0,7
1995	1456,1	1354,0	93,0	42,3	2,9	59,8	4,1
2000	1695,5	1575,8	92,9	70,8	4,2	48,9	2,9
2007	2178,2	1793,3	82,3	360,5	16,6	24,4	1,1
2008	4528,6	3694,0	81,6	793,4	17,5	41,5	0,9
2009	3473,8	2793,3	80,4	641,0	18,5	39,5	1,1
2010	854,2	719,9	84,3	123,1	14,4	11,2	1,3
2011	3047,5	2399,9	78,7	605,3	19,9	42,3	1,4
2012	3109,4	2389,7	76,9	669,7	21,5	50,0	1,6
2013	3814,6	2901,5	76,1	860,2	22,6	52,8	1,3
2013 г. к 2009 г.	+340,8	+108,2	+3,9	+219,2	+34,2	+13,3	+33,7
2013 г. к 2012 г.	+705,2	+511,8	+21,4	+190,5	+28,4	+2,8	+5,6

Производство зерновых в современных условиях с невысокой культурой земледелия и наличием многих проблем организационного характера напрямую зависит от площади посевов, занятых под ними. Это прослеживается при анализе структуры посевных площадей (табл. 7) и валовых сборов зерновых культур по категориям хозяйств Воронежской области (табл. 6).

Колебания производства зерна в сельскохозяйственных организациях в первую очередь обусловлены изменением площади пашни и уменьшением ее (в отдельные годы) под посевы зерновых. Это отражено в таблице 7 и согласуется с показателями структуры валовых сборов зерна по категориям хозяйств.

Сложившаяся динамика производства зерна – результат перераспределения пашни, а следовательно, и посевных площадей под зерновые культуры по категориям хозяйств. Кроме того, часть площадей в

хозяйствах населения была отведена под технические культуры (подсолнечник), как более рентабельные, а также под овощи и картофель.

Так, в 1990 г. основная часть зерна (99,4%) была произведена в сельскохозяйственных организациях. В дальнейшем, по мере формирования и укрупнения крестьянских (фермерских) хозяйств, их роль в производстве зерна значительно возрастает, а сельскохозяйственных организаций снижается. В 2009 г. доля последних в производстве зерновых культур снизилась до 80,4%, а К(Ф)Х поднялась до 18,5%. В 2011 г. в сельскохозяйственных организациях было собрано 2399,9 тыс. т зерна, или на 1423,8 тыс. т (20,7%) меньше, чем в 1990 г. Произошло это главным образом в результате сокращения площади под зерновыми культурами на 23,6%.

Если проследить динамику сбора зерна по категориям хозяйств в последующие годы, то нетрудно заметить, что с увеличением площади под зерновыми увеличивается и валовое производство зерна. В 2013 г. в сельскохозяйственных организациях при увеличении площади под зерновыми производство зерна выросло на 21,4%, в К(Ф)Х этот показатель за год повысился на 28,4%. Доля сбора зерна в личных подсобных хозяйствах населения невелика, достигнув в 1995 г. максимальных показателей 60,0 тыс. т, что составило всего 4,1%. В последующие годы сбор зерна в этих хозяйствах уменьшался как в абсолютных, так и в относительных показателях.

Изучение динамики посевных площадей зерновых культур показало, что среднегодовая площадь их в 1996 – 2000 гг. составила 1244,2 тыс. га, в 2001 – 2005 гг. этот показатель уменьшился на 59,0 тыс. га, или на 4,7%, и составил 1185,2 тыс. га (табл. 7). Однако этот период не сопровождался уменьшением валового сбора зерна.

Таблица 7 – Структура посевных площадей зерновых и зернобобовых культур (в хозяйствах всех категорий Воронежской области), тыс. га [62 – 67]

Показатели	Годы							2013 г. в % к		
	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011	2012	2013	1996-2000 г.г.	2001-2005 г.г.	2006-2010 г.г.
Зерновые и зернобобовые – всего	1424,0	1244,2	1185,2	1286,8	1313,1	1386,3	1459,3	112,2	117,8	108,5
в т.ч. озимая пшеница	416,5	429,1	450,5	411,7	509,1	600,4	606,6	138,9	132,4	144,9
в %	29,3	34,5	38,0	32,0	38,8	43,3	41,6	-	-	-
ячмень	550,1	420,5	438,8	326,2	400,9	410,4	410,9	95,0	91,1	122,6
в %	38,6	33,8	37,0	25,3	30,5	29,6	28,2	-	-	-
рожь	70,0	75,3	55,6	30,2	18,0	32,8	32,6	42,5	57,6	106,0
в %	4,9	6,1	4,7	2,3	1,4	2,4	2,2	-	-	-
горох	196,0	77,7	44,8	40,1	35,1	70,2	50,5	56,7	98,4	110,0
в %	13,8	6,2	3,8	3,1	2,7	5,1	3,5	-	-	-
кукуруза	31,0	26,3	22,6	50,2	102,3	127,2	215,4	750,5	873,4	393,2
в %	2,2	2,1	1,9	3,9	7,8	9,2	14,8	-	-	-

По данным статистики, увеличение среднегодового производства зерна произошло за счет повышения урожайности. Посевные площади под озимую пшеницу за эти годы увеличились на 5,0%, ячменя – на 4,4%, в то время как посевы ржи, гороха, кукурузы на зерно уменьшились. В последующие годы, начиная с 2006 г., наблюдается устойчивый рост посевных площадей под зерновыми культурами. Этому способствовали увеличение доли обрабатываемой пашни (в 2011 г. она составила 96,4%) и принятая в области нормативно-правовая база, регламентирующая ответственность землепользователей за снижение почвенного плодородия и нерациональное использование пашни. Это особенно важно для региона, располагающего значительным массивом земельных угодий с высоким плодородием.

В результате реформирования сельского хозяйства в растениеводстве наметился спад посевных площадей под зерновыми культурами в сельскохозяйственных предприятиях (табл. 8), сформировался особый хозяйственный уклад – крестьянские фермерские хозяйства (К(Ф)Х). Поэтому если в 1990 г. в производстве зерновых абсолютно преобладали сельскохозяйственные предприятия (99,4%), то в 2013 г. их доля составила

73,4%, К(Ф)Х – 25,6%, а площади этих культур в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) и индивидуальных предприятиях (ИП) оставались незначительными – 1,0%.

Таблица 8 – Посевные площади основных зерновых и зернобобовых культур и уровень их в структуре посевных площадей по категориям хозяйств Воронежской области [62 – 67]

Годы	Посевные площади – всего, тыс. га	В том числе по категориям хозяйств					
		сельскохозяйственные организации		крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х)		хозяйства населения (ЛПХ, ИП)	
		тыс. га	в %	тыс. га	в %	тыс. га	в %
1990	1518,1	1509,7	99,4	-	-	8,4	0,6
1991	1440,0	1428,5	99,2	2,6	0,2	8,9	0,6
1995	1366,7	1263,1	92,4	54,8	4,0	48,8	3,6
2000	1096,9	1004,3	91,6	66,7	6,1	25,9	2,4
2007	1204,8	943,2	78,3	252,0	20,9	9,6	0,8
2008	1357,2	1081,9	79,7	263,5	19,4	11,8	0,9
2009	1390,9	1092,5	78,5	285,3	20,5	13,1	0,9
2010	1085,8	832,5	76,7	239,8	22,1	13,5	1,2
2011	1313,1	995,0	75,8	303,4	23,1	14,7	1,1
2012	1386,2	1023,2	73,8	348,2	25,1	14,8	1,1
2013	1459,3	1070,4	73,4	373,9	25,6	15,0	1,0
2013 в % к							
2009	+68,4	-22,1	-2,0	+88,6	+31,1	+1,9	+14,5
2012	+73,1	+47,2	+4,6	+25,7	+7,4	+0,2	+1,4

Особым фактором, определяющим валовой сбор зерновых культур, является урожайность. Она, кроме того, определяет уровень интенсивности использования пашни. В таблице 9 представлена динамика урожайности зерновых во всех категориях хозяйств Воронежской области за 1951 – 2013 гг.

Таблица 9 – Урожайность зерновых и зернобобовых культур во всех категориях хозяйств Воронежской области (первоначальный вес) , ц/га

Годы	Средняя урожайность за 5-летние периоды, ц/га	Годы	Средняя урожайность за 5-летние периоды, ц/га
1951-1955	9,8	1986-1990	23,9
1956-1960	21,3	1991-1995	20,2

Продолжение таблицы 9

1961-1965	16,2	1996-2000	16,1
1966-1970	18,2	2001-2005	21,4
1971-1975	18,3	2006-2010	20,9
1976-1980	18,7	2009-2013	23,8
1981-1985	14,5		

Источник: Департамента аграрной политики Воронежской области

Урожайность зерновых и зернобобовых культур в целом по Воронежской области имеет некоторую тенденцию к повышению. В 2006 – 2010 гг. этот показатель достиг 20,9 ц/га, что выше, чем в предыдущие годы, и только к уровню 1986 – 1990 гг. он составил 87,4%. Однако в отдельные периоды урожайность резко снижалась. Так, за 1981 – 1985 гг. она составила 77,0% к уровню 1996 – 2000 гг., а к среднему за 2006 – 2010 гг. – только 69,4%.

Наличие удобрений не всегда сказывается на увеличении урожайности зерновых культур. Бессистемное их внесение не дает желаемой прибавки урожая. Так, в 2009 г. на 1 га было внесено 59,0 кг д.в./га пашни, что больше, чем в 2008 г., на 2,0 кг д.в., или на 3,5%, однако урожайность в 2009 г. была на 33,6 % ниже, чем в предшествующем году.

Сохранение урожая, а тем более его рост по годам, трудно представить в современных условиях без применения средств защиты растений. В целом по Воронежской области посевы зерновых и зернобобовых культур обрабатывались в 2008 – 2009 гг. практически на одинаковой площади – 2780 га, однако в 2009 г. площадь посевов, обработанная против вредителей, несколько увеличилась, а против болезней и сорняков уменьшилась, но эта разница незначительна и на сбор зерна в расчете на 1 га не оказала влияния.

Это связано с тем, что на величину урожайности влияют многие факторы. Определение степени их влияния на рост и развитие растений в конкретных условиях имеет первостепенное значение для получения устойчивых урожаев. Следует остановиться на сравнительной урожайности по

основным зерновым культурам, имеющим важное значение для области (табл. 10).

Таблица 10 – Урожайность основных зерновых и зернобобовых культур во всех категориях хозяйств (вес после доработки зерна), ц/га [62 – 67]

Годы	Зерновые и зернобобовые	Озимая пшеница	Ячмень	Рожь	Горох
1990	25,3	31,7	28,4	26,0	19,0
1995	10,6	15,7	9,4	14,0	5,2
1996	14,7	21,2	13,7	14,0	10,7
1997	20,2	26,2	21,7	22,5	10,0
1998	13,2	17,3	12,4	13,4	6,5
1999	12,2	19,9	9,5	13,7	6,2
2000	15,5	19,5	15,5	16,3	13,0
В среднем за 1996-2000гг.	15,2	20,8	14,6	16,0	9,3
2001	21,0	29,7	21,0	21,7	15,7
2002	21,3	28,7	18,7	21,0	13,3
2003	20,3	20,7	22,2	17,7	16,8
2004	19,1	23,6	17,7	20,8	16,1
2005	20,4	24,7	18,3	19,9	14,6
В среднем за 2001-2005гг.	20,4	25,5	19,6	20,2	15,3
2006	17,5	19,7	17,8	16,0	13,7
2007	18,3	24,4	14,6	18,5	5,4
2008	33,4	38,2	33,9	26,1	22,9
2009	25,0	28,0	24,7	21,5	19,1
2010	9,8	11,4	9,1	10,2	10,0
В среднем за 2006-2010гг.	20,8	24,3	20,2	18,5	14,2
2011	20,2	24,4	22,1	19,3	15,0
2012	22,9	24,2	21,2	19,6	12,5
2013	25,5	30,0	22,0	24,3	14,3
В среднем за 2009-2013гг.	22,9	26,2	21,8	21,1	13,9
2013г. в % к 2012 г.	111,4	124,0	103,8	124,0	114,4

Зерновые и зернобобовые культуры, представленные в таблице 10, имеют первостепенное значение для пополнения и накопления хлебных и фуражных запасов и занимают наибольший объем в структуре зернопроизводства. Они имеют высокий потенциал урожайности, однако, как показывают данные

таблицы, используются недостаточно. Это видно на примере озимой пшеницы. По данным [173], потенциал озимой пшеницы в условиях Воронежской области составляет 30,0 – 67,0 ц/га. Урожайность в регионе по годам колеблется в широких пределах. В 1995 г. она составила 15,7 ц/га, в последующие годы имела устойчивые показатели роста: за 1996 – 2000 гг. – на 32,5%; 2001 – 2005 гг. – на 62,3%, и только в 2011 – 2013 гг. произошла стабилизация этого показателя и отмечается рост в 2013 г. в сравнении с 2012 г. на 24,0%.

Озимая пшеница более устойчива к неблагоприятным природно-климатическим условиям региона и по урожайности (1990 г.) превосходит ячмень на 3,3 ц/га (11,6%), рожь – на 5,7 ц/га (21,9%), горох – на 12,7 ц/га (66,8%); за 1996 – 2000 гг. соответственно на 6,3 ц/га (43,0%), 4,8 ц/га (30,3%), 11,5 ц/га (124,4%); в 2013 г. этот показатель в пользу озимой пшеницы составил соответственно 8,0 ц/га (36,4%), 5,7 ц/га (23,5%), 15,7 ц/га (2,1%).

Урожайность ячменя колеблется по годам. В результате улучшения агротехнических мероприятий средний показатель за 2011 – 2013 гг. увеличился в сравнении с данными за 2006 – 2010 гг. на 8,0%.

Анализ данных показал, что урожайность гороха в среднем не поднимается выше 14,0 – 15,0 ц/га, однако в отдельные годы она достигает 19,0 – 22,0 ц/га, а при неблагоприятных условиях снижается до 5,0 – 6,0 ц/га, что указывает на требовательность гороха к агротехнологии возделывания.

Оценкой успешного развития Воронежской области являются экономические показатели работы ее составляющих предприятий. Анализ статистических данных за последние десять лет показывает, что доля прибыльных предприятий увеличилась. Если в 2005 г. их насчитывалось 426 ед., что составляет 67,0%, то к 2012 г. это число выросло до 492 ед., или на 15,5% (табл. 11).

Таблица 11 – Анализ экономических показателей отрасли растениеводства

Показатели	Годы					
	2005	В среднем 2006-2010	2011	2012	2012 в % к	
					2006- 2010	2011
Выручка от реализации продукции – всего, тыс. руб.	13149,0	22603,0	35864,0	48609,0	215,1	135,5
в т.ч. растениеводства, тыс. руб.	7745,3	15257,0	21969,0	30797,0	201,9	140,2
в %	58,9	67,5	61,3	63,4	-4,1	+2,1
Рентабельность растениеводства от реализации продукции, %	14,2	26,0	26,7	36,0	+10,0	+9,3
Результаты от реализации 1 т продукции:						
зерно:						
себестоимость, руб.	2133,0	3363,8	4511,0	4891,0	145,4	108,4
цена реализации, руб.	2204,0	3827,0	4792,0	6636,0	173,4	138,5
рентабельность, %	3,3	15,6	6,2	35,7	+20,1	+29,5
сахарная свекла:						
себестоимость, руб.	896	1252,6	1105,0	1181,0	94,3	106,9
цена реализации, руб.	988,0	1389,0	1494,0	1308,0	94,2	87,6
рентабельность, %	10,0	11,2	35,0	11,0	-0,2	-24,0
подсолнечник:						
себестоимость, руб.	3494,0	5492,8	5877,0	7743,0	141,0	132,0
цена реализации, руб.	4973,0	9603,4	9710,0	14144,0	147,0	145,7
рентабельность, %	42,3	73,5	65,2	82,7	9,2	17,5

Источник: Департамента аграрной политики Воронежской области.

Из таблицы 11 видно, что рост прибыльных хозяйств в области произошел главным образом за счет улучшения экономических показателей отрасли растениеводства. Выручка от реализации продукции в 2005 г. была на уровне 58,9% и, имея определенную тенденцию роста, в 2012 г. составила 30 797 тыс. руб., или 63,4% от общего показателя по области.

Другим показателем, характеризующим эффективность производства, является рентабельность. Это комплексный показатель, включающий в себя и все затраты на продукцию, и оценку ее качества. В целом по Воронежской области рентабельность производства в анализируемые нами годы устойчиво поднималась. Если за 2006 – 2010 годы этот показатель составлял по отрасли

26,0%, то в 2012 году эффективность производства повысилась на 10,0% и достигла уровня 36,0%.

Рентабельность отрасли складывается из данных по отдельным культурам. Если проанализировать этот показатель по основным культурам, то окажется, что по зерновым в отдельные годы (2011 г.) рентабельность падала до очень низкого уровня – 6,2%. Анализ данных показал, что резкое увеличение затрат на производство продукции могло быть связано с последствиями неурожайного 2010 г. Рентабельность сахарной свеклы колебалась в пределах 10,0 – 11,0%. Устойчивой и высокой сложилась рентабельность по подсолнечнику: в 2005 г. – 42,3%, в последующем она поднималась до уровня 82,7% (2012 г.).

В современных условиях развитие бизнеса невозможно без государственной поддержки. Сельскохозяйственным товаропроизводителям необходимо предоставление субсидий на возмещение части затрат на приобретение высокопроизводительной, универсальной техники, удобрений, средств защиты растений, на приобретение и производство высококлассных семян (табл. 12).

Таблица 12 – Уровень государственной поддержки сельхозпроизводителей Воронежской области и валовой сбор основных культур

Показатели	Годы				2012 г. в % к	
	2008	2009	2011	2012	2008г.	2011г.
Выделено средств - всего, тыс. руб.	822066,4	933021,9	734348,4	906461,7	110,3	123,4
в т.ч.: на семена	44254,0	35302,9	84300,0	122808,0	2,8 р.	1,5 р.
минеральные удобрения	637877,2	726393,4	551988,5	487353,7	76,4	88,3
Производство зерновых и зернобобовых культур, тыс. т	4528,6	3473,8	3047,5	3111,3	68,7	102,1
в т.ч.: озимая пшеница	2369,8	1893,2	1242,0	1424,8	60,1	114,7
ячмень	1502,3	1069,2	885,7	829,1	55,2	93,6
горох	49,6	69,0	121,4	85,1	170,0	70,1
сахарная свекла	3505,2	3024,5	6991,6	6167,0	175,0	88,2
подсолнечник	735,5	776,8	1001,6	875,0	119,0	87,4

Источник: Департамента аграрной политики Воронежской области.

Анализ данных таблицы показывает, что государственные субсидии на поддержку сельхозпроизводителей предоставлялись по годам в увеличенных объемах, за исключением 2011 г. В то же время начиная с 2008 г. уменьшается финансирование на покупку минеральных удобрений, сокращение в 2012 г. составило 23,6%. Это, в свою очередь, могло сказаться и на снижении объемов производства зерновых и зернобобовых в 2012 г. по сравнению с 2008 г. на 31,3%, по озимой пшенице – на 39,9%, ячменю – на 44,8%.

Таким образом, агропромышленный комплекс – это один из ключевых секторов экономики Воронежской области, в котором среди основных задач выделяется укрепление продовольственной безопасности региона. Многообразие и изменчивость природно-климатических, почвенных, экономических и агротехнологических факторов обуславливают межгодовые колебания в производстве сельскохозяйственной продукции. Однако при анализе производственных показателей просматриваются определенные закономерности, позволяющие на их основе составлять прогнозные решения в целях определения:

- урожайности, валовых сборов и качества сельскохозяйственных культур;
- оптимизации структуры посевных площадей;
- рынков сбыта и экономических показателей (цена реализации, прибыль, рентабельность);
- мероприятий, направленных на снижение материально – денежных затрат на выращивание, уборку и хранение.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что зернопроизводство в Воронежской области является довольно сложной системой со своими особенностями, связанными с климатическими, агро-экологическими, экономическими условиями, а также с формами ведения хозяйственной деятельности. Для обеспечения области зерном в современных условиях важно планировать необходимые и предвидеть возможные объемы валовых сборов

зерновых культур. Исходя из этого, актуальной задачей является задача прогнозирования урожайности.

Прогноз позволяет, во-первых, заранее определить объемы зернопроизводства, необходимые для обеспечения продовольственной безопасности региона. Во-вторых, Воронежская область является одним из крупнейших производителей зерна в ЦЧР, и прогноз, в свою очередь, позволит определить возможности импорта зерна в другие регионы. В-третьих, развитие животноводства во многом зависит от зерновой отрасли, особенно когда область становится на устойчивый путь развития мясного скотоводства, увеличения производства птицеводческой и свиноводческой продукции. С этим повышается и необходимость прогнозов производства зерновых кормов.

В основе решения перечисленных задач лежит прогнозирование урожайности зерновых, которое позволит заблаговременно спланировать ряд мероприятий и принять необходимые меры по оптимизации зернопроизводства.

2.2 Условия формирования урожайности как способ повышения эффективности зернопроизводства

Площадь территории Воронежской области составляет 52,2 тыс. км², протяжённость области с севера на юг – 277,5 км и с запада на восток – 352,0 км [217]. Столь обширная территория не может быть однородной с любой практической точки зрения. Урожайность зерновых культур в значительной степени зависит от природно-климатических условий, что в конечном итоге сказывается на производстве зерна.

Для проведения анализа структуры землепользования Воронежской области при решении задачи повышения надежности прогнозов нами была разработана процедура типологического районирования, основной целью которой являлось выделение однородных территорий (классов). Вообще говоря, формирование урожайности сельскохозяйственных культур – сложный

процесс. Множественные сочетания и соотношения факторов окружающей среды создают разнообразные условия, которые оказывают различное влияние на величину урожайности. С другой стороны, в одних и тех же условиях урожайность различных культур может существенно отличаться.

Одним из факторов, определяющих урожайность, является плодородие почвы. Различия почвенно-климатических условий значительно влияют на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Это необходимо учитывать при прогнозировании урожаев.

Биохимический, и морфологический состав почвенного покрова во многом определяет рельеф. Западную часть Воронежской области занимает Среднерусская возвышенность. Юго-восточная часть области расположена на Калачской возвышенности. Рельеф территории региона представлен водноэрозийной долинно-балочной и овражно-балочной поверхностью с большим количеством речных долин по реке Дон и ее притокам, способствующих сбору весенних вод с большим содержанием почвенных элементов. В связи с этим на Среднерусской и Калачской возвышенности эродировано около 25,0 процентов почв. В северо-западном почвенно-эрозионном районе ЦЧР, к которому относится Воронежская область, преобладает смыл талыми водами, а в юго-восточном – ливневыми. В результате среднегодовой сток воды составляет 25 – 55 мм с зяби и до 60 – 70 мм – с уплотненной пашни, а смыл почвы достигает 10 т/га [104]. С почвой уносятся тысячи тонн соединений азота, фосфора, калия. Всемерная борьба с водной эрозией является насущной необходимостью в современных условиях.

По данным [104], почвы в ЦЧР образовались на глинах, суглинках, в отдельных местах – на известняке, меле, мергеле, песке. В ЦЧР выделены 12 агропочвенных (почвенно-климатических) районов, из них на территории Воронежской области – 5: Воронежско-Сампурский – район типичных мощных и среднемощных черноземов; Бутурлиновский – район обыкновенных черноземов; Россошанский – район обыкновенных черноземов, Калачеевский –

район обыкновенных черноземов; Богучарско- Кантемировский – район обыкновенных и южных черноземов.

Разные типы и подтипы почв отличаются по агрегатному составу, химическим свойствам, содержанию общего азота и гумуса. Следует остановиться на характерных особенностях черноземов Воронежской области.

Черноземы выщелоченные занимают северную часть Воронежской области, мощность гумусового слоя достигает 65 – 80 см. Преобладают глинистые и суглинистые составные части. Они содержат много поглощенных оснований, гумуса – до 6,0 – 8,0%. Этот тип почвы довольно плодороден, обеспечивает высокую эффективность при внесении азотных и фосфорных удобрений.

Чернозем типичный имеет мощный гумусовый горизонт - 120 – 135 см, при содержании гумуса 7,0 – 9,0% на глубине горизонта 40 – 50 см, хорошо выражена зернистая структура почвы. Обладает хорошим воздухо- и водопроницаемостью в сочетании с высокой водоудерживающей способностью. На этих почвах эффективным является применение азотно – фосфорных удобрений. Это лучшие почвы области.

Чернозем обыкновенный имеет меньшую структурность и гумусовый слой 65-70 см, влагоемкий, богатый микроэлементами, состав его легкосуглинистый, реже – тяжелосуглинистый. Обладает высоким потенциальным плодородием, эффективным является внесение азотно-фосфорных удобрений, особенно при увеличении влагозапасов почвы.

Черноземы южные занимают небольшую, южную часть Воронежской области. Они имеют слабый гумусовый горизонт – 70 – 100 см; плодородие его ниже, чем других подтипов чернозема. Здесь для повышения плодородия необходимо внесение органических и азотно-фосфорных удобрений.

Уровень плодородия почв в Воронежской области в целом высокий, но в разрезе почвенно-климатических зон, административных районов имеются определенные различия. Этому способствовали не только природные условия, но и хозяйственная деятельность человека. Направленное изменение

агрофизических, агрохимических свойств почвы зависит от культуры земледелия, устроенности агроландшафта. Наиболее плодородные почвы отмечены в районах: Панинском – содержание гумуса 7,3%, подвижного фосфора – 113,0 мг/кг, Аннинском – 6,9 и 119,0 мг/кг, Верхнехавском – 7,25% и 119,0 мг/кг, Каширском – 6,57% и 105,0 мг/кг, Воробьевском – 6,26 % и 108,0 мг/кг, Эртильском – 6,69 % и 108,0 мг/кг; менее плодородные – в Богучарском – 4,42% и 68,0 мг/кг, Кантемировском – 4,6% и 89,0 мг/кг, Петропавловском – 4,07% и 70,0 мг/кг [104].

Другим не менее важным фактором, от которого во многом зависит урожайность, являются климатические условия Воронежской области. Климат Центрально-Черноземного региона складывается под влиянием движения воздушных масс со стороны Атлантического океана, Арктики и Евразийского материка. Такая циркуляция воздушных масс оказывает влияние на климатические условия Воронежской области. Так, массы континентального воздуха умеренных широт Атлантики сильнее влияют на ее западные и северо-западные районы, принося более влажные потоки воздуха, сопровождаемые осадками, в то же время в юго-восточном направлении, при уменьшении облачности и осадков, увеличивается солнечная активность. Это влечет за собой в этой зоне определенный дефицит влаги. Изменения циркуляции воздуха со стороны Арктики и южного направления приводят к изменениям циркуляции воздушных масс Атлантики и к колебаниям погоды.

На урожайность и качество продукции более существенную роль оказывает количество осадков и распределение их по территории области, годам и сезонам. Так, годовые показатели осадков по зонам имеют значительные колебания. В отдельные годы сумма осадков может достигать 700 – 800 мм, в других – снижаться до 250 – 300 мм.

Температурные режимы Воронежской области благоприятны для возделывания многих сельскохозяйственных культур. Продолжительность вегетационного периода со среднесуточной температурой воздуха выше +5°C составляет 156 – 163 дня.

Прекращение вегетации озимых наступает с переходом на третью декаду октября при снижении температуры до уровня $+5,8 \dots +5,4^{\circ}\text{C}$ и возобновляется со второй декады апреля, когда температура достигает $+5,6 \dots +7,7^{\circ}\text{C}$.

Осенняя погода благоприятствует подготовке озимых и многолетних растений к перезимовке. Продолжительность осени в ЦЧР около двух месяцев: в северной части - с 1 – 3 сентября по 3 – 7 ноября, в южной – с 7 – 12 сентября по 14 – 16 ноября.

Продолжительность периода снежного покрова в Воронежской области составляет 90 – 111 дней с колебаниями 88 – 114 дней. Слой снега 10 см, необходимый для защиты озимых культур от морозов, образуется в Воронежской области к концу декабря – началу января. Запас воды в снеге составляет в среднем в южной зоне области 44 – 57 мм и в западной - 65 100 мм. В целом при хорошей агротехнике условия для перезимовки озимых и многолетних культур складываются вполне благоприятными.

Осадков весной выпадает немного, но по данным многолетних наблюдений в метровом слое почвы содержится довольно большие запасы продуктивной влаги, и сельскохозяйственные культуры обычно хорошо обеспечены влагой даже в майские засушливые периоды, которые случаются достаточно часто.

Приведенные выше данные говорят о том, что по почвенно-климатическим условиям территория Воронежской области весьма неоднородна. Так, в одних районах области годовое количество осадков составляет более 550 – 570 мм, в других оно не превышает уровня 450 мм. На одних территориях преобладают типичные черноземы с большим запасом гумуса (гумусовый профиль - 90 – 120 см), на других – южные черноземы с меньшим запасом (гумусовый профиль - 45 – 60 см). В то же время одним культурам необходимо большее количество осадков, другим – больше питательных веществ в почве, третьим – определенный температурный режим. Поэтому целесообразно проводить анализ урожайности различных зерновых культур в отдельности.

Среди зерновых злаков можно выделить две основные группы: озимые и яровые.

Озимые хлеба имеют важное значение как продовольственные и кормовые культуры. Их высевают в конце лета – начале осени, а урожай получают после перезимовки, летом следующего года. Озимые зерновые – пшеница и рожь, тритикале и ячмень занимают наибольшие площади. Экономические показатели по этим культурам наиболее высокие.

Площади посева их в России колеблются от 16,0 до 18,5 млн га, в том числе озимой пшеницы - 6,0 – 11,0, ржи – 6,0 – 8,0, ячменя – 0,6 – 0,7 млн га [173]. Занимая около 25,0% площади посевов зерновых культур в стране, озимые хлеба обеспечивают до 30,0% валового сбора зерна. Они дают более высокие урожаи зерна, чем яровые. В среднем за 1991 – 1995 гг. урожайность озимой пшеницы и ржи составила в России 23,9 и 15,6 ц/га, это больше, чем показатели урожайности ярового ячменя, на 61,5 и 5,4 %, и на столько же выше, чем показатели общей урожайности по зерновым культурам.

В условиях госсортоучастков Центрально-Черноземного региона урожайность озимой пшеницы в среднем за последние 12 лет составила 35,6 ц/га, озимой ржи – 29,5 ц/га, в то время как яровой пшеницы - 26,9 ц/га, ярового ячменя – 32,2 ц/га. Современные сорта и технологии возделывания позволяют достигать урожайности озимых культур 60,0 – 70,0 ц/га и более [173].

Озимая пшеница и рожь – основные хлебные культуры. Человек съедает в день 400 г хлеба, при этом получает около трети необходимых ему энергии и белков. Пшеничный хлеб по калорийности и усвояемости, по содержанию белков и витаминов РР и В1 лучше ржаного. Однако белки ржи содержат больше лизина, метионина и других незаменимых аминокислот.

Зерноотходы озимых культур и отходы мукомольной промышленности - ценный концентрированный корм для птицы и скота. Солома озимых зерновых – низкопитательный корм, однако он широко используется как в чистом виде, так и в виде кормосмесей для крупного рогатого скота и овец. Она является хорошим материалом для подстилки животных, увеличивает выход навоза.

Преимущества озимых культур перед яровыми значительны. Используя осеннее время, влагу и тепло, озимые хлеба успевают до зимы раскуститься и укорениться. Они рано весной трогаются в рост, продуктивно используют максимум весенней влаги, меньше яровых страдают от весенней засухи.

Озимые злаки обгоняют в росте сорную растительность и хорошо глушат всходы многих сорняков. Они раньше яровых подходят к уборке и освобождают поля для обработок. Занимая поля около 11 месяцев в году, они значительно лучше яровых предупреждают развитие ветровой и водной эрозии почвы. Осенний посев и более ранняя уборка уменьшают напряженность весенне-полевых и уборочных работ. В Центрально-Черноземном регионе после уборки озимых культур удастся получить еще и урожай зеленого корма пожнивных культур.

Наряду с достоинствами озимые зерновые имеют и существенный недостаток – в годы с неблагоприятными условиями перезимовки они могут погибнуть.

В структуре озимых зерновых культур первостепенное значение имеет озимая пшеница. Это – важнейшая продовольственная культура мира. Лучшие сорта хлеба получают из муки пшеницы, содержащей 14 – 15% белка. Лучшие сорта макарон производятся из высокобелковой (17 – 18%) твердой пшеницы. Из 15 сортов озимой пшеницы, включенных в реестр Центрально-Черноземного региона, семь занесены в список сильных и семь – в число ценных по качеству зерна. Из пяти сортов яровой мягкой пшеницы три – сильные и один – ценный по качеству. Твердая пшеница в Центрально-Черноземном регионе представлена семью яровыми сортами. В государственном реестре России в 1996 году значилось 90 сортов озимой пшеницы, из них 82 сорта мягкой, 7 сортов – твердой и 1 сорт тургидной пшеницы.

Характеризуя биологические особенности озимой пшеницы, следует отметить, что к теплу она малотребовательна, для прорастания зерна минимальная температура составляет плюс 1 – 2°C, для проявления процесса

фотосинтеза – плюс 3°C, ростовых процессов – плюс 5°C. Оптимальная температура для осеннего роста – плюс 10 – 15°C, для летней вегетации достаточно температуры плюс 20 – 25°C. Озимая пшеница в период зимовки выдерживает под слоем снега 12 – 15 см температуру до минус 30°C, а в зоне кущения под снегом – до минус 5°C – 7°C.

Озимая пшеница относительно засухоустойчива, она в меньшей степени страдает от майской засухи. Важно обеспечить культуру влагой осенью в период всходов, кущения и укоренения растений, в летний период – во время формирования соломы, колосьев, а также во время роста и налива зерна.

Очень требовательна озимая пшеница к почве. Она хорошо удаётся на черноземах Центрально-Черноземного региона. Не следует размещать эту культуру на малоплодородных супесях, торфяниках, смытых, засоленных и заболоченных почвах.

Переход на интенсивные технологии возделывания способен обеспечить растения оптимальными факторами жизни и способен защитить зерновые культуры от вредителей. Малозатратные энерго- и ресурсосберегающие технологии в совокупности с природоохранными мероприятиями дают возможность обеспечить устойчивые высокие урожаи экологически чистой продукции [87].

Предшественники озимых зерновых культур в Центрально-Черноземном регионе разнообразны. Озимая пшеница очень требовательна к ним. От предшественников зависят наличие влаги и питательных веществ в почве ко времени посева зерновой культуры, дружность появления всходов, урожайность и качество зерна.

Наиболее совершенная форма посева озимой пшеницы – по чистым парам. При этом внесение органических удобрений, извести, уничтожение сорняков, хорошая подготовка почвенного слоя – все это обеспечивает хорошую всхожесть и высокую урожайность, даже в засушливых условиях. При дефиците удобрений и средств защиты посевов роль чистых паров,

несомненно, возрастает. Площадь их, особенно в степной зоне Центрально-Черноземного региона, может достигать 10,0% пашни.

Устойчивые урожаи зерна дает озимая пшеница при посеве по занятым и сидеральным парам, подготовленным после укоса однолетних и многолетних бобовых культур за 1,5 – 2,0 месяца до посева озимых зерновых.

Современная обработка почвы в соответствии с требованиями технологии обеспечивает прорастание семян сорняков и уничтожение их, сохранение влаги, что способствует повышению урожайности озимой пшеницы.

Удобрения являются крупным резервом повышения урожайности и улучшения качества зерна озимой пшеницы. Она высокотребовательна и очень отзывчива на удобрения. На производство 1 ц зерна озимой пшеницы сильных сортов вместе с соломой в среднем затрачивается около 4,0 кг азота, 1,3 кг фосфора, 2,3 кг калия [151].

В современных условиях повышается значимость и ярового ячменя. В связи с этим следует остановиться на его хозяйственном значении, биологических показателях, особенностях возделывания, эффективности производства.

Ячмень является одной из важных, после пшеницы, широко распространенных зерновых культур. Это ценная продовольственная культура. Зерно его используется для производства крупы, ячменного кофе, для получения мальц-экстракта – продукта, необходимого в хлебопекарной, кондитерской, фармацевтической, текстильной, кожевенной, лакокрасочной промышленности [192].

Зерно ячменя широко используют как концентрированный корм для животных всех видов. Особое значение он имеет для откорма свиней. Ячменная солома – хороший корм для скота, особенно в запаренном виде или в смеси с силосом, измельченными корнеплодами. Ячмень выращивают на зеленый корм и сено в смеси с викой, горохом, другими культурами.

Яровой ячмень используется как страховая культура на случай плохой перезимовки озимых или как покровная культура при посеве многолетних бобово-злаковых травосмесей.

Благодаря биологическим особенностям ячмень является хорошим компонентом в наборе культур полевого севооборота. Он экономно использует влагу на образование сухого вещества, отличается сравнительно коротким периодом вегетации и рано освобождает занятые площади под обработку.

Ячмень – скороспелая культура, длительность его вегетационного периода составляет 60 – 110 дней. Продуктивная кустистость его выше, чем у пшеницы и овса, питательные вещества из почвы он усваивает лучше, чем пшеница, но хуже, чем овес [168].

На формирование величины урожайности ячменя оказывают влияние многие факторы. При этом доля погодных условий составляет в среднем 30,0%, агротехнические мероприятия – 20,0%, сорта и качество сортового материала – 20,0%, минеральные удобрения и химические средства защиты растений – по 15,0%. Учет требований растений ячменя к условиям среды – одно из условий и составляющих высоких производственных показателей.

Ячмень, при относительно малой потребности к теплу и общему количеству влаги, все же достаточно чувствительно реагирует на равномерность распределения этих условий за период вегетации.

При невысокой требовательности к температуре, необходимой для развития ячменя, сумма активных температур по межфазовым периодам колеблется в следующих пределах:

- посев – всходы – 120 – 180°C
- всходы – кущение – 250 – 350°C
- кущение – колошение – 400 – 600°C
- колошение – полная спелость – 550 – 650°C

Таким образом, для роста и развития ячменя суммарная потребность активных температур в зависимости от скороспелости сорта составляет 1300 – 2000°C. Критические моменты при развитии растений отмечаются в периоды

трубкования и налива зерна, когда они в большей степени подвержены рискам губительного действия высокой температуры и засухи. Вместе с тем эта культура достаточно устойчива к высоким температурам.

Ячмень требователен к плодородию почвы. Это связано с коротким периодом вегетации и, соответственно, быстрым прохождением фаз роста. Через три недели после всходов растения содержат почти половину поглощенного фосфора и $2/3$ калия, хотя органической массы к этому времени накапливается менее $1/5$. Высокая требовательность ячменя к почвам обусловлена еще и тем, что он имеет относительно слабо развитую корневую систему с низкой способностью к поглощению питательных веществ.

Наиболее высокие урожаи ячмень дает на плодородных почвах с глубоким пахотным горизонтом и нейтральной реакцией pH. Хорошие почвы для ячменя – черноземы. Плохо растет эта культура на кислых и засоленных почвах, поэтому оптимальной величиной является pH 6,0 – 7,0 [151].

Внесение минеральных удобрений способствует значительному повышению урожайности ячменя. При правильном использовании удобрений возрастает устойчивость растений к засухе, вредителям, болезням, улучшается качество зерна. Из зерновых культур он наиболее требователен к элементам питания. Важно, чтобы растения были обеспечены в полной мере доступными элементами с самого начала их развития. Особенно интенсивно ячмень использует питательные вещества от 15- до 30- дневного возраста.

Эффективность отдельных видов удобрений зависит от климатических условий. Остановимся на влиянии основных элементов удобрений на состояние ячменя.

В азоте ячмень более всего нуждается в период от кущения растений до выхода в трубку. При его недостатке нарушаются обменные процессы, происходит преждевременное пожелтение и отмирание листьев раннего периода развития.

Фосфор необходим посевам ячменя в течение всего периода роста и развития. Это способствует хорошему развитию корневой системы, заложению

крупного колоса. Фосфор повышает устойчивость растений к болезням и засухе, улучшает азотный обмен, при недостатке фосфора задерживается рост и развитие растений.

Максимальное количество калия ячмень потребляет в начальный период роста. Калий регулирует водный и азотный обмен, повышает устойчивость растений к засухе, полеганию, болезням, ускоряет созревание зерна, повышает его качество. При недостатке калия наблюдается отставание в росте растений, края листьев приобретают бурый цвет, в последующем они засыхают, задерживается развитие и созревание зерна, оно бывает плохо выполненным, с пониженным содержанием белка и крахмала.

Органические удобрения положительно влияют на урожайность ячменя. Их вносят непосредственно под ячмень или чаще под предшествующую культуру. При этом в почве повышается содержание гумуса, и ячмень хорошо использует последствие удобрений, поэтому его лучше размещать в севообороте после удобренных навозом культур [151].

Основное отличие среди указанных выше групп заключается в том, что яровые растения высевают в весенний период, и за летние месяцы они проходят весь цикл развития. Озимые зерновые высевают в конце лета – начале осени, а урожай получают лишь после перезимовки, на другой год.

К основным зерновым культурам, возделываемым на территории Воронежской области, среди озимых хлебов можно отнести озимую пшеницу, среди яровых – ячмень (яровой). По области в различные годы валовой сбор этих культур составляет 68,0 – 72,0% от общего объема зерновых. Особую значимость этим культурам придает тот факт, что в условиях ЦЧР они имеют наиболее благоприятные условия для производства зерна, и, как следствие, их возделывание является наиболее эффективным в Воронежской области. Именно поэтому в нашей работе центральное место занимает прогнозирование урожайности этих двух культур: озимой пшеницы и ячменя.

Процедура типологического районирования территории области позволит выделить относительно однородные с точки зрения возделывания конкретной

сельскохозяйственной культуры участка территории, которые в дальнейшем будем называть классами. При этом однородность классов будет формироваться таким образом, что в наиболее типичных представителях класса анализируемый показатель, в нашем случае – урожайность – проявляется в наибольшей степени, т.е. имеет максимальное значение в этом классе, а по мере удаления от этого представителя значение показателя уменьшается.

Сделаем небольшое замечание относительно выбора типичного объекта. Как известно, существуют два принципиально различных подхода к пониманию и описанию типа [33]: во-первых, тип может характеризоваться как предельно обобщенное, чаще всего – среднее по совокупности, а во-вторых, тип может рассматриваться как предельно своеобразное, крайнее проявление анализируемого свойства. В первом случае типичный объект определяется как объект со свойствами, близкими к средним значениям, во втором случае в качестве типичного объекта выступает объект с наиболее полно проявленными свойствами. При этом, если класс рассматривается самостоятельно, без сравнения с другими выделенными классами, то в качестве типичного объекта следует выбрать объект, показатели признаков которого в наибольшей степени наиболее соответствуют среднему значению. А если классы рассматриваются в рамках системного подхода, т.е. с учетом всей совокупности выделенных классов, то в качестве типичного объекта будет выступать объект, признаки которого имеют значения, максимально выражающие свойства выделенного класса. Другими словами, понятие типичного объекта во многом зависит от когнитивной установки исследователя.

Вообще говоря, задача выделения однородных в некотором смысле групп (классов, типов) объектов имеет большое значение при решении любой практической задачи, использующей статистические данные в качестве исходного материала. Установление значимых качественных различий между выделенными совокупностями объектов является необходимым условием для выработки эффективных управленческих решений.

Для достижения однородности статистических данных принято использовать методы многомерной классификации, в частности – методы кластерного анализа. Разработанные методы многомерной классификации используют совокупность признаков, характеризующих исследуемые объекты с точки зрения решаемой задачи. Однако определенные трудности возникают в том случае, когда классифицируемые объекты жестко связаны с территориальным расположением. В этом случае правильнее говорить о районировании, под которым в данном контексте понимается «расчленение единой территории на отдельные районы с относительно одинаковыми характеристиками изучаемого феномена» [175]. В общем случае «районирование связано с актом пространственной, территориальной локализацией групп сходных объектов» [184]. Такое жесткое сопряжение результатов классификации с территориальным аспектом задачи вызывает дополнительные трудности при проведении районирования, которые обусловлены тем, что в рассмотрение включаются континуальные предметные среды, для которых характерна пространственная и временная целостности.

Классификация территориальных объектов, выполненная методами кластерного анализа, в отличие от районирования, часто приводит к образованию территориально расчлененных таксонов (кластеров), что в значительной степени затрудняет интерпретацию полученных результатов.

Для Воронежской области уже разработаны и используются на практике следующие виды районирования [14]:

- агроклиматическое районирование;
- почвенно-эрозионное районирование;
- агроэкологическое районирование;
- адаптивно-ландшафтное районирование.

Практически эти системы районирования рассматривают распределение какого-либо одного достаточно важного агропроизводственного признака на территории области. Эти признаки характеризуют особенности воздействия на агропроцессы каждого отдельно взятого признака. Однако вопрос о

взаимодействии совокупности этих признаков остается на настоящий момент недостаточно полно изученным. Если рассматривать всевозможные комбинации градаций этих признаков – оснований различных схем районирования, то, даже в условиях пассивного эксперимента, практически невозможно оценить влияние всех значимых комбинаций. При этом задача осложняется определенным прогрессом в области земледелия: появлением новых технологий, созданием новых сортов зерновых культур, новых видов удобрений и проч.

Кроме этого, следует принять во внимание, что представленные выше схемы районирования носят в некоторой степени конвенциональный (условный) характер, т.к. границы территорий выделенных районов не являются четко очерченными, а носят скорее условный характер. Отдельно отметим, что проблема построения границ территориальных объектов при современном научном подходе приводит к определенным методическим трудностям – достаточно вспомнить такую, на первый взгляд, простую и хорошо поставленную задачу, как определение длины побережья Великобритании [141] или Норвегии [191]. Эта задача, как известно, послужила отправной точкой для развития новой математической отрасли – геометрической теории фракталов.

Урожайность зерновых культур как некоторый интегральный показатель, аккумулирующий воздействие всех учтенных и неучтенных факторов, представляет собой показатель, значение которого с экономической точки зрения хорошо интерпретируется и является существенным. Распределение этого показателя на территории области не является однородным: колебание урожайности в некоторые годы составляет от 1,45 до 33,29 ц/га. Понятно, что в таких условиях прогнозирование урожайности можно улучшить путем выделения более однородных зон, где все эти факторы оказывают примерно одинаковое влияние.

Рассмотрим подробнее методические аспекты типологического районирования. В качестве объектов районирования в нашем конкретном

случае выступали 32 района Воронежской области. Для проведения районирования нами была принята следующая схема, основанная на выполнении алгоритма многомерной классификации, использующего понятие нечетких множеств [42].

Для реализации этого алгоритма районы области рассматривались как совокупность объектов, которые были обозначены $X = \{X_i\}, (i = 1, 2, \dots, 32)$. Каждому объекту районирования (классификации) ставилась в соответствие некоторая функция, называемая функцией принадлежности $f(X_i)$, определяющая степень (меру) принадлежности данной территории к урожайным районам. На множестве объектов X задавалась некоторая мера близости (функция расстояния). В дальнейшем все множество объектов, подлежащих классификации, упорядочивалось (ранжировалось) по убыванию значений $f(X_i)$. Затем производилось ранжирование всех объектов по степени удаленности от объекта с максимальным значением функции принадлежности. Сопоставление двух ранжированных последовательностей – по значениям функции принадлежности и по расстоянию – позволило выделить в исследуемой совокупности т.н. унимодальные множества, т.е. множества, включающие объект с максимальным значением $f(X_i)$, такой, что у более удаленных от него объектов значение функции принадлежности меньше.

Для того чтобы ввести меру близости между районами области, мы рассматривали совокупность районов как совокупность объектов $X = \{X_i\}$, представляющих вершины конечного симметричного графа $G = (X, V)$. Ребра графа $V_i = V(X_i, X_j)$ определяли в соответствии с правилом

$$V_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если объект } X_i \text{ и } X_j \text{ имеют общую границу,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

На построенном таким образом графе смежности вводилась функция $d(X_i, X_j)$, равная длине минимального маршрута, соединяющего вершины X_i и X_j . В связном графе такая функция удовлетворяет всем аксиомам метрики.

В качестве значений функции принадлежности были взяты средние значения урожайности районов за 1976-2012 гг. Отметим, что требование $f(X_i) \in [0,1]$, накладываемое на значения функции принадлежности в рамках предлагаемого алгоритма, не является существенным, поскольку оно всегда может быть легко выполнено посредством соответствующей нормировки. Очевидно, что при выполнении алгоритма существенным является порядок (ранжирование) значений $f(X_i)$, а не их абсолютная величина. Более подробное описание алгоритма классификации, основанного на нечетких множествах, можно найти в [48185,185].

Использование представленной выше схемы алгоритма позволило получить классы районов, территориально связные, и выделить в них типичные объекты, то есть такие объекты, влияние факторов в которых выражены наиболее ярко, и, соответственно, они имеют наибольшую урожайность. По мере удаления от этих объектов влияние факторов становится не столь выраженным (снижается), в связи с чем падает и среднее значение урожайности.

Отметим, что попытки использования других алгоритмических схем, таких как иерархические алгоритмы, работающие по принципу «единственной связи» (sing linkage), среднегрупповой связи (unweighted pair-group average) с евклидовым расстоянием или на основе коэффициентов корреляции (1-Pearson), не позволили получить удовлетворительных результатов. Еще хуже получались результаты при использовании алгоритма к-средних (k-means) [196]. Основной причиной неудачных результатов, на наш взгляд, явилось то, что все эти алгоритмы проводили построения в признаковом пространстве и не учитывали столь важного момента в построении районирования, как территориальная близость. Именно поэтому в предложенной нами схеме для решения задачи районирования в рассмотрение была введена матрица смежности, позволяющая в значительной степени учитывать территориальную близость классифицируемых объектов.

В результате типологического районирования производства озимой пшеницы территория Воронежской области была разделена на классы. Следует отметить, что данное разделение является достаточно условным, поскольку границы районов не являются четко очерченными, а носят условный характер. В случае с озимой пшеницей было выделено шесть классов. По ячменю в результате типологического районирования все объекты были разнесены по пяти классам. Различия в количестве и составе классов связаны с тем, что представленные культуры имеют свои биологические особенности и по-разному реагируют на одни и те же условия возделывания.

Итоги типологического районирования урожайности озимой пшеницы представлены на рисунке 19. Как видно на этом рисунке, на территории области было выделено 6 классов, каждый из которых имеет свои особенности и в которых влияние различных факторов проявляется по-разному.

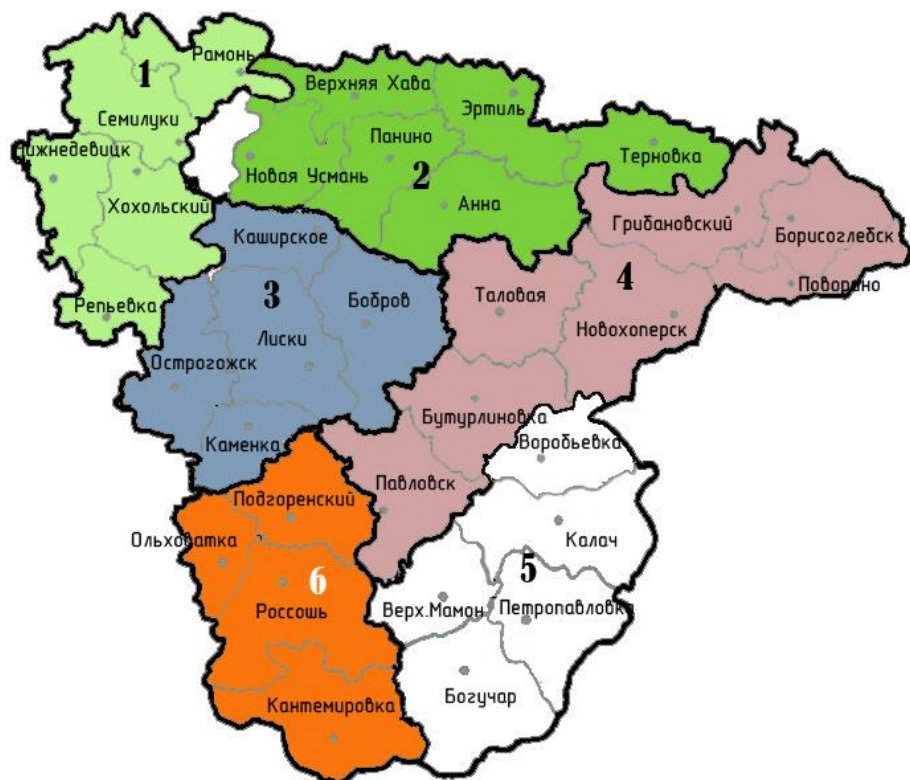


Рисунок 19 - Результаты типологического районирования производства озимой пшеницы

Первый класс составили Рамонский, Семилукский, Нижнедевицкий, Репьевский, Хохольский районы.

Типичным объектом этого класса является Рамонский район. Временные ряды урожайности и тренды урожайности озимой пшеницы по районам первого класса отображены на рисунках 20 и 21. Все тренды в данном классе, за исключением Нижнедевицкого района, имеют схожую форму.

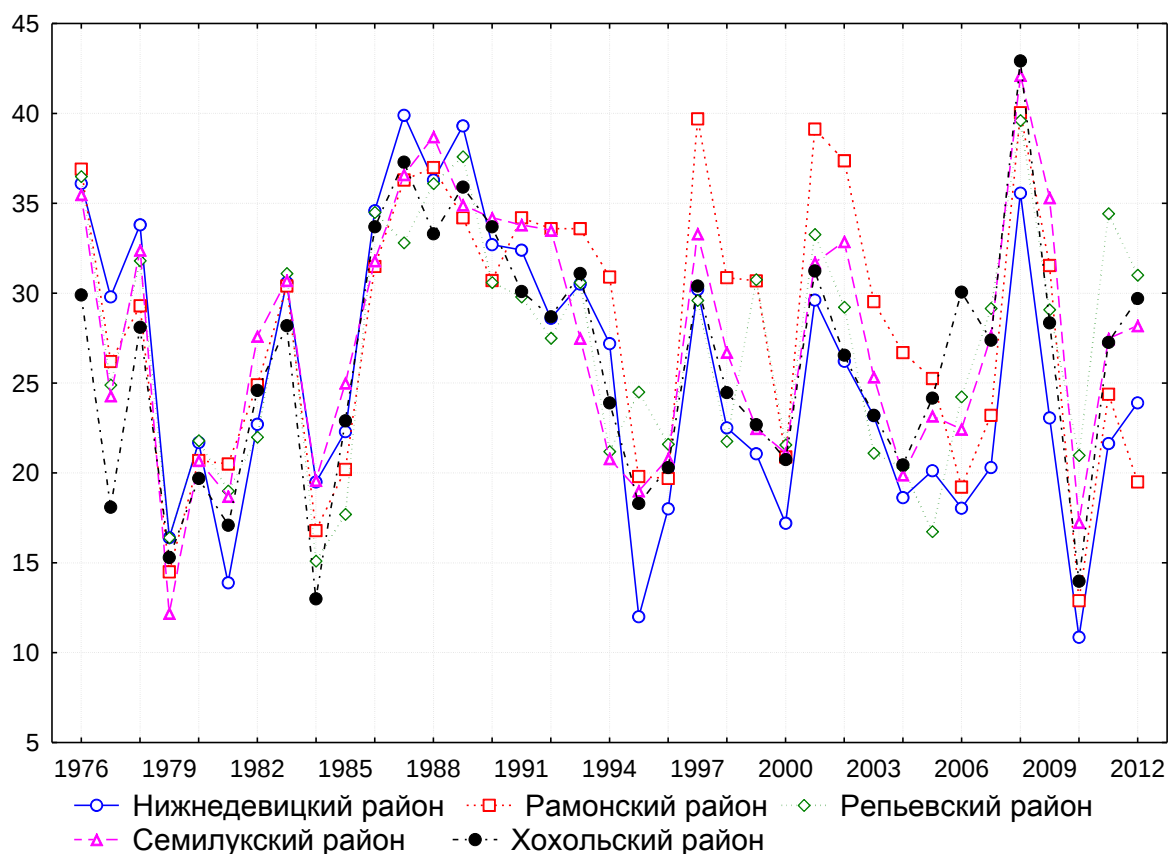


Рисунок 20 – Временные ряды урожайности озимой пшеницы по районам первого класса

Объекты этого класса расположены в лесостепной зоне, западном лесостепном климатическом районе Воронежской области. Годовое количество осадков по данному классу составляет 600 – 700 мм. Наибольшее количество их приходится на летний период (более 175 мм). Среднегодовая температура воздуха колеблется от 5°C (в северной части) до 6°C (в южной). В районах данного класса преобладают выщелоченные и типичные черноземы. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в летний период составляют 50 – 60 мм.

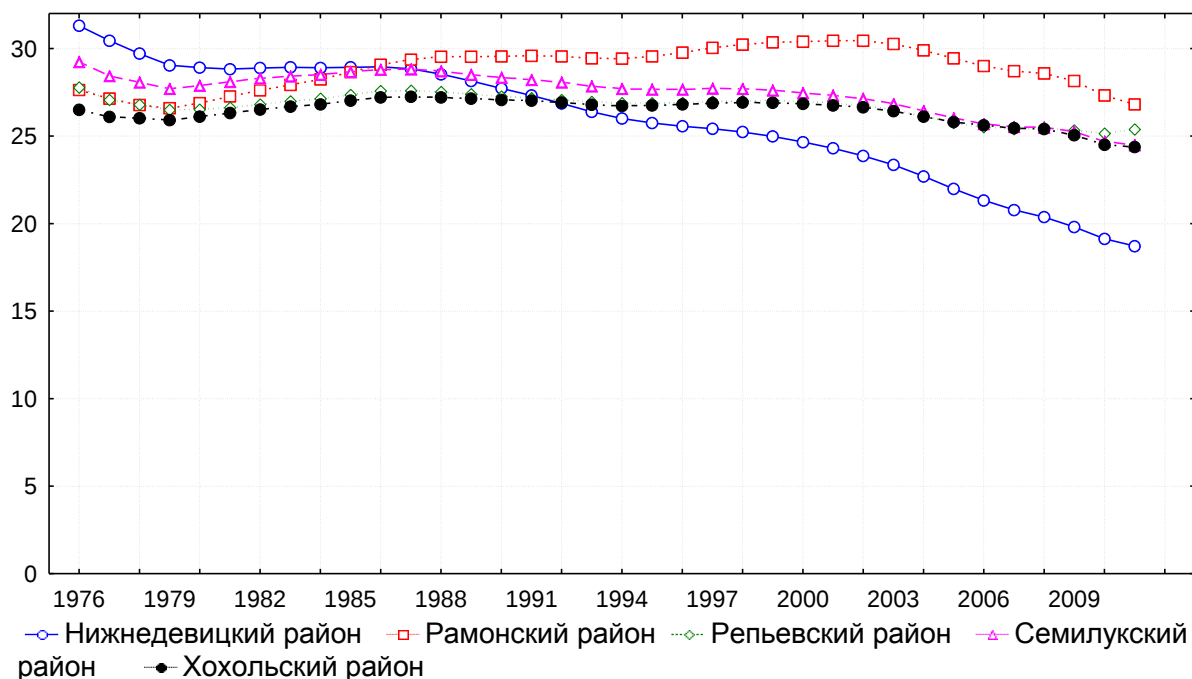


Рисунок 21 – Тренды урожайности озимой пшеницы по районам первого класса

Объекты этого класса расположены в лесостепной зоне, западном лесостепном климатическом районе Воронежской области. Годовое количество осадков по данному классу составляет 600 – 700 мм. Наибольшее количество их приходится на летний период (более 175 мм). Среднегодовая температура воздуха колеблется от 5°C (в северной части) до 6°C (в южной). В районах данного класса преобладают выщелоченные и типичные черноземы. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в летний период составляют 50 – 60 мм.

В районах этой зоны практически совпадают сроки колошения и наступления восковой спелости озимой пшеницы (14.VII). Качество пахотных земель, оцененное по принятой методике, составляет 80-90 баллов. Обработка почвы в этих районах ведется в основном отвальным способом.

Таблица 13 – Показатели урожайности озимой пшеницы по районам первого класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 1				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Рамонский район	37	27,91	12,90	40,04	7,51
Семилукский район	37	27,44	12,20	42,13	6,94
Репьевский район	37	26,92	15,10	39,60	6,60
Хохольский район	37	26,13	13,00	42,93	6,76
Нижнедевицкий район	37	25,42	10,87	39,90	7,68

Урожайность озимой пшеницы в этих районах составляет в среднем 26,0 ц/га и является самой высокой в Воронежской области. В таблице 13 представлены значения показателей, характеризующие класс выделенных районов.

Второй класс представляют северные районы Воронежской области: Панинский, Новоусманский, Эртильский, Аннинский, Терновский, Верхнехавский. Этот класс полностью располагается в лесостепной зоне, в западном и восточном лесостепном климатическом районе.

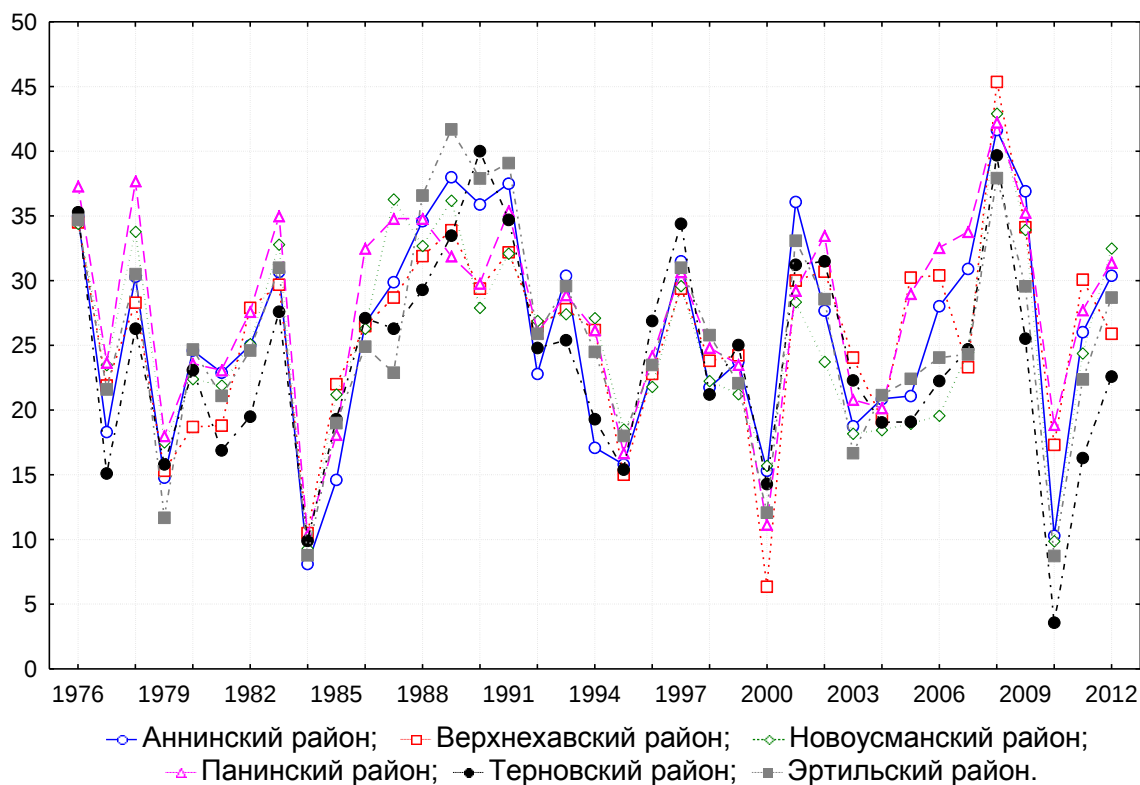


Рисунок 22 – Временные ряды урожайности озимой пшеницы по районам второго класса

По качеству пахотных земель этот класс превосходит все остальные. Этот показатель превышает отметку в 90 баллов. Наступление восковой спелости озимой пшеницы приходится на середину июля.

Средняя урожайность озимой пшеницы по данному классу составляет 25,6 ц/га. Это связано с тем, что здесь преобладают черноземы типичные и лугово-черноземные почвы. По запасу гумуса и количеству осадков данный класс занимает лидирующие позиции в области.

Годовое количество осадков уменьшается с запада на восток. Так, если в Верхнехавском и Новоусманском районах количество осадков составляет 500 – 500 мм, то в Терновском районе оно не превышает отметки в 450 – 500 мм. Количество осадков, приходящееся на данные районы, весной составляет около 100 мм, летом – 150 – 175 мм, осенью – 100 – 125 мм, зимой – 75 – 125 мм. Среднегодовая температура воздуха – 4,5 – 5,0°C.

Об однородности второго класса можно судить по временным рядам, характеризующим урожайность озимой пшеницы в районах этого класса (рис.22), и выделенным трендам (рис.23).

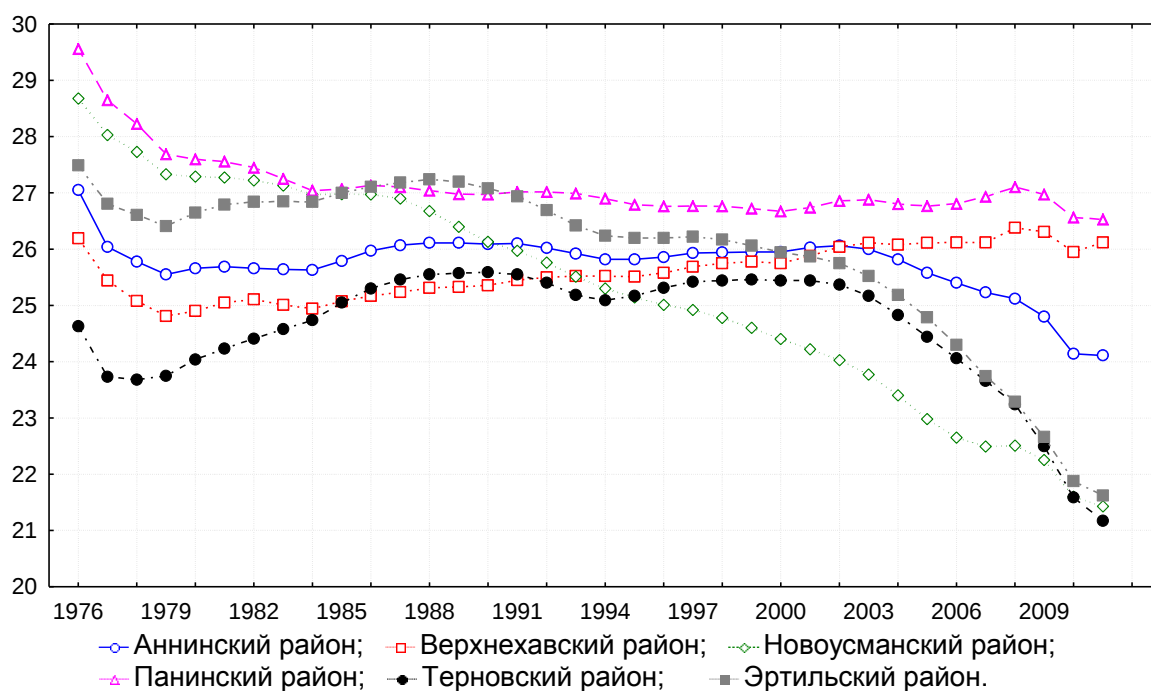


Рисунок 23 – Тренды временных рядов урожайности озимой пшеницы по районам второго класса

Минимальные, максимальные, а также средние значения урожайности в период с 1976 по 2012 год представлены в таблице 14. Как видно из этой таблицы, среди указанных районов наиболее благоприятные условия для возделывания озимой пшеницы складываются в Панинском районе. Здесь средняя урожайность, вычисленная за тридцатисемилетний период, колеблется у отметки 27,5 ц/га. Наименее урожайным является Терновский район со средней урожайностью 23,9 ц/га.

Таблица 14 – Показатели урожайности озимой пшеницы по районам второго класса

Variable	Descriptive Statistics Knacc 2				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Панинский район	37	27,58	10,40	42,25	7,45
Аннинский район	37	25,86	8,10	41,65	8,31
Верхнехавский район	37	25,76	6,36	45,35	7,35
Эртильский район	37	25,43	8,74	41,70	8,11
Новоусманский район	37	25,39	9,30	42,91	7,42
Терновский район	37	23,90	3,57	40,00	7,99

Третий класс составили районы: Лискинский, Бобровский, Каширский, Острогожский, Каменский, расположенные в лесостепной зоне, в двух климатических районах: западном лесостепном и северном степном.

Сроки колошения и наступления восковой спелости озимой пшеницы колеблются от 4.VII до 10.VII. . В районах данного класса преобладают черноземы типичные. В Бобровском, Каменском и Острогожском районах встречаются черноземы обыкновенные. Качество пахотных земель оценивается от 70 до 90 баллов. Преобладающие технологии обработки почвы - отвальная и безотвальная.

Результаты средних, минимальных и максимальных значений урожайности районов, входящих в состав третьего класса, представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Показатели урожайности озимой пшеницы по районам третьего класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 3				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Лискинский район	37	27,29	9,70	44,80	7,83
Острогожский район	37	25,73	10,80	40,76	6,82
Бобровский район	37	25,29	8,90	41,11	7,40
Каширский район	37	24,59	8,90	39,67	7,30
Каменский район	37	24,14	7,74	39,50	7,21

Типичным объектом данного класса является Лискинский район. Хотя на рисунках 24 и 25 видны отличия этого района от остальной группы, но анализ данных и результаты исследования показали, что Лискинский район относится именно к третьему классу. А различия, в частности «растущий» тренд, можно объяснить тем, что данный район является наиболее развитым среди остальных объектов класса.

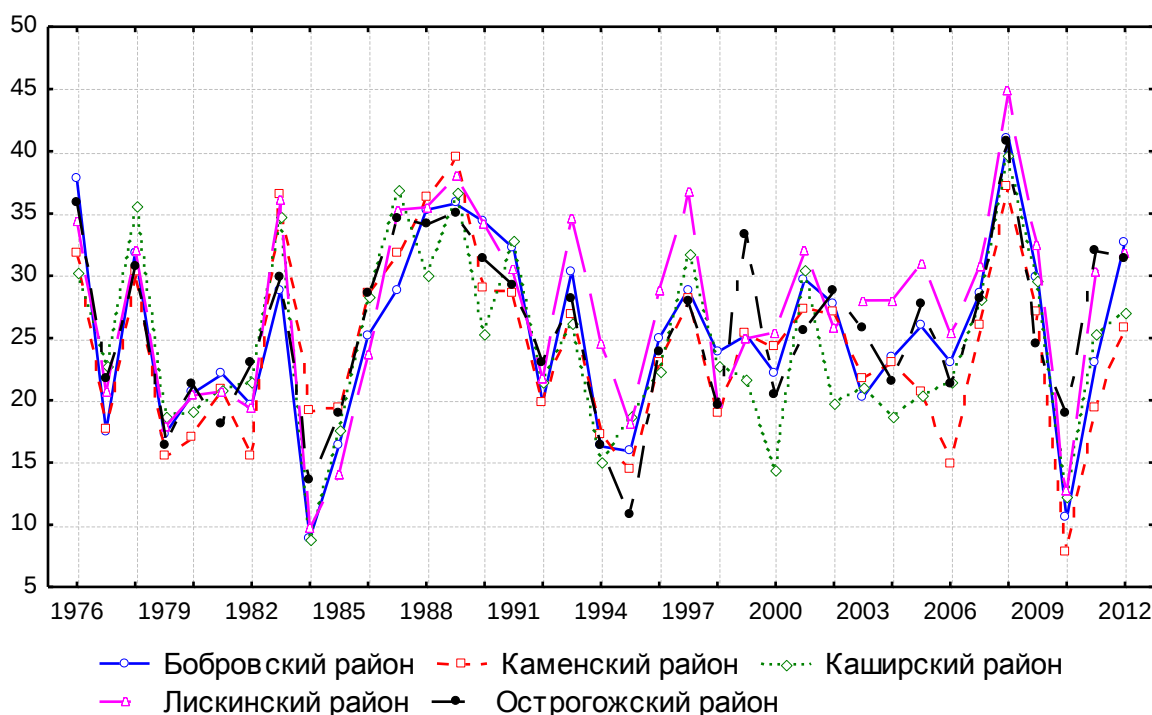


Рисунок 24 – Временные ряды урожайности озимой пшеницы по районам третьего класса

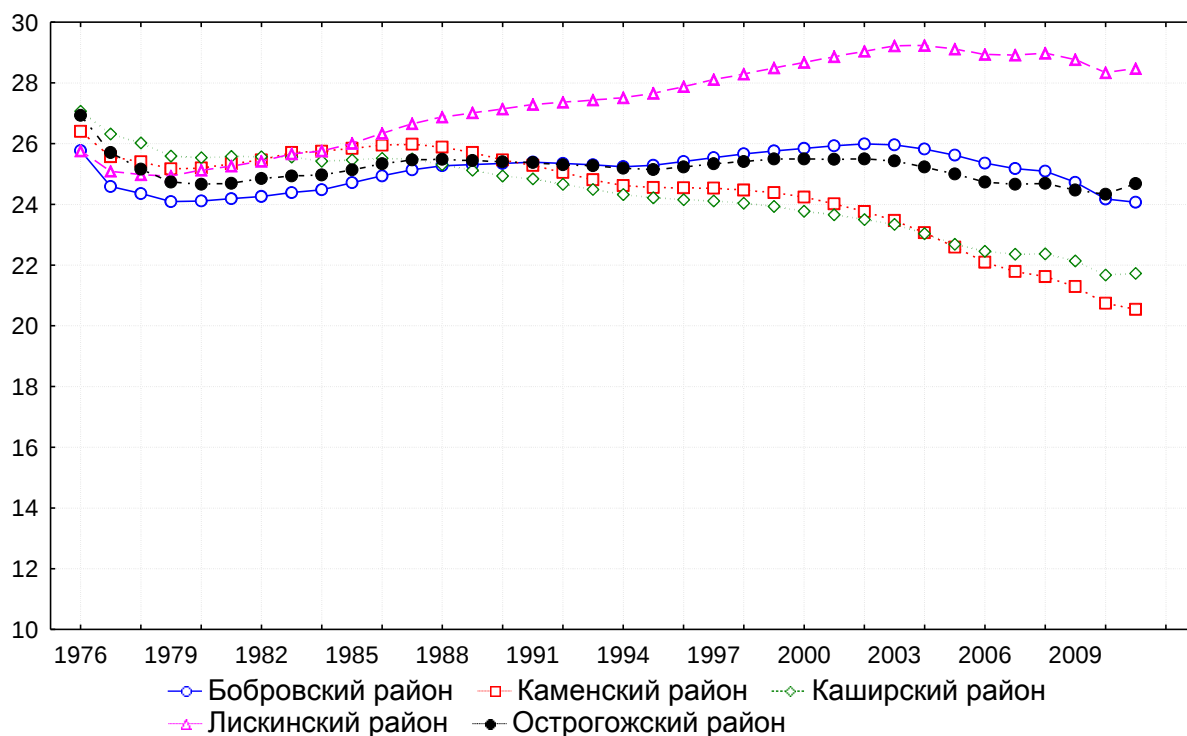


Рисунок 25 – Тренды временных рядов урожайности озимой пшеницы по районам третьего класса

Четвертый класс образуют районы: Таловский, Бутурлиновский, Павловский, Новохоперский, Грибановский, Борисоглебский, Поворинский. Этот класс получился наиболее разнообразным по ряду показателей. Прежде всего, урожайность озимой пшеницы в этом классе изменяется от 25,5 ц/га (Таловский) до 18,3 ц/га (Борисоглебский) – это самый низкий показатель в Воронежской области. Этот класс располагается в лесостепной зоне и имеет значительную протяженность в северо-восточном направлении по сравнению с другими классами.

Районы четвертого класса отличаются большим разнообразием качества пахотных земель и количеством содержания гумуса в почве. Качество пахотных земель оценивается от 70 до 90 баллов. Такое колебание может объясняться тем, что в одних районах преобладают черноземы с большим запасом гумуса (черноземы типичные), а в других – с меньшим (черноземы обыкновенные).

Сроки наступления восковой спелости озимой пшеницы также различны. На юго-западе – это 3.VII – 4.VII, на северо-востоке – 10.VII – 11.VII.

Годовое количество осадков в среднем по классу составляет 450 – 500 мм. На весенний период приходится 100 – 130 мм, летний – 150 – 175 мм, осенний – 100 – 125 мм, зимний – 75 – 100 мм.

Результаты средних, минимальных и максимальных значений урожайности районов, входящих в состав четвертого класса, представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели урожайности озимой пшеницы по районам четвертого класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 4				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Таловский район	37	26,54	3,15	41,50	9,06
Бутурлиновский район	37	25,41	4,89	40,42	7,68
Павловский район	37	24,90	11,84	41,45	7,61
Грибановский район	37	23,40	6,40	41,19	7,99
Новохоперский район	37	20,67	0,72	33,80	7,12
Поворинский район	37	20,56	3,19	34,30	7,68
Борисоглебский район	37	18,32	0,31	33,60	8,61

Пятый класс образуют районы: Воробьевский, Калачеевский, Верхнемамонский, Петропавловский, Богучарский, которые расположены в степной и лесостепной зонах. Эти районы характеризуются самой высокой теплообеспеченностью вегетационного периода роста растений в Воронежской области – особенно Богучарский и Петропавловский. Среднегодовая температура воздуха 6,5 – 7,0°C. Годовое количество осадков по классу не превышает 500 мм. Исключение составляет Воробьевский район. Здесь годовое количество осадков может достигать 550 мм и более. В данном классе преобладают два типа черноземов – черноземы обыкновенные и южные, уступающие по запасу гумуса черноземам типичным и выщелочным.

Средняя урожайность озимой пшеницы в этих районах колеблется от 20,1 ц/га (Петропавловский) до 25,5 ц/га (Воробьевский). Во многом это объясняется качеством пахотных земель: от 60 до 70 баллов. Исключение составляет Воробьевский район, в котором качество земель оценивается в 80-90 баллов. В районах этого класса в равной мере используются все виды

обработки почвы: отвальная и безотвальная, поверхностная и противоэрозионная.

На рисунке 26 приведены исходные данные временных рядов урожайности районов, входящих в состав пятого класса. На этом графике хорошо просматривается характер поведения временных рядов, отличительной особенностью которых является значительная вариабельность. Более четко динамику рядов характеризуют тренды, выделенные методом сингулярно-спектрального анализа, которые представлены на рисунке 27. На этом графике можно отчетливо видеть, что характер динамики временных рядов районов этого класса примерно одинаков. При этом абсолютные значения выделенных трендов различаются.

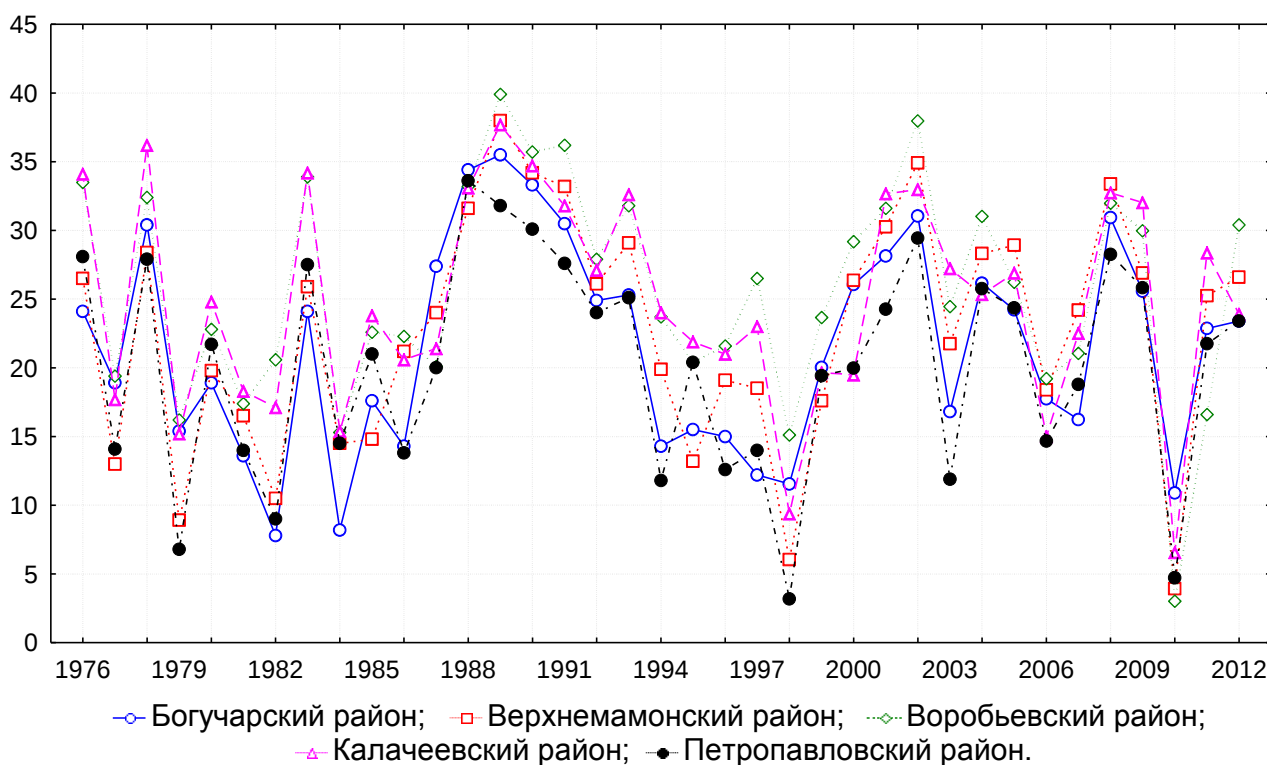


Рисунок 26 – Временные ряды урожайности озимой пшеницы по районам пятого класса

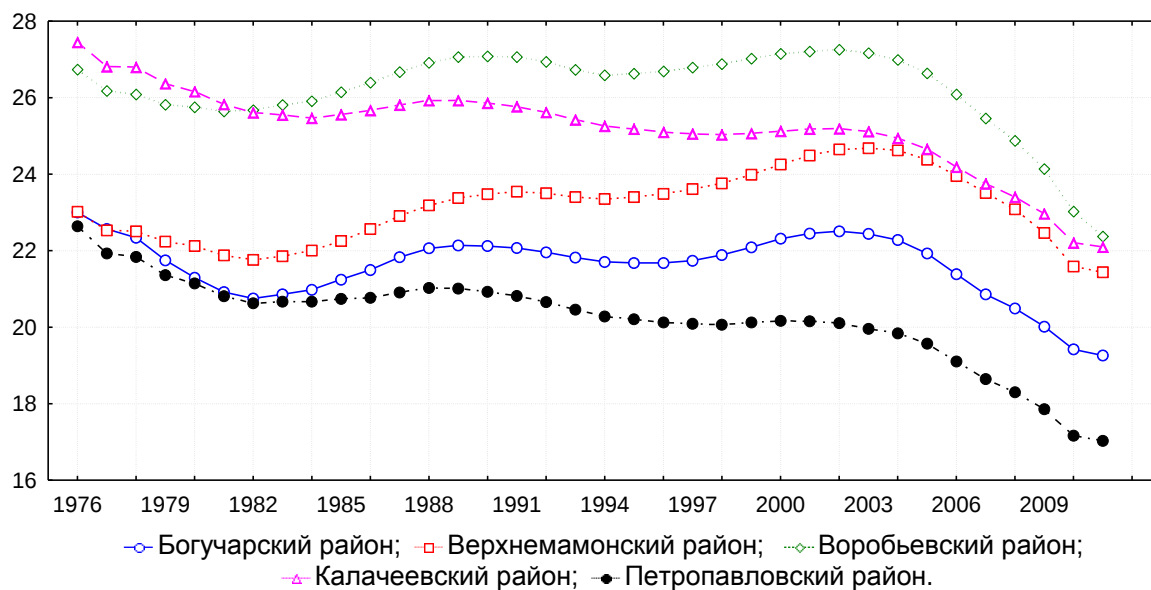


Рисунок 27 – Тренды временных рядов урожайности озимой пшеницы по районам пятого класса

По показателю средней урожайности лидирующую позицию в этом классе занимает Воробьевский район – 25,5 ц/га. За ним следуют Калачеевский, Верхнеамонский и Богучарский районы с соответствующими значениями: 24,9 ц/га, 22,7 и 21,4 ц/га. Замыкает эту пятерку Петропавловский район – 20,1 ц/га (таблица 17).

Таблица 17 – Показатели урожайности озимой пшеницы по районам пятого класса

Variable	Descriptive Statistics Knacc 5				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Воробьевский район	37	25,54	3,02	39,90	7,84
Калачеевский район	37	24,88	6,56	37,70	7,70
Верхнеамонский район	37	22,70	3,94	38,00	8,38
Богучарский район	37	21,44	7,80	35,50	7,58
Петропавловский район	37	20,14	3,19	33,60	7,81

Сравнение динамики временных рядов классов 2 и 5 (рис. 22 и рис. 26) позволяет говорить о большей однородности класса 2 с точки зрения средних значений урожайности, в то время как класс 5 характеризуется сходными динамическими характеристиками. Сделать такой вывод только на основании сравнения графиков исходных данных весьма затруднительно.

В шестой класс вошли Россошанский, Подгоренский, Ольховатский, Кантемировский районы. Эти районы расположены в степной и лесостепной зонах, что соответствует агроклиматическим зонам IIa и III.

Годовое количество осадков составляет 450 – 500 мм. Весной, осенью, и зимой этот показатель колеблется у отметки 100 мм, летом – 150 – 175 мм.

По величине снежного покрова данный класс занимает последнее место. Его высота не превышает 15,0 см. Средняя температура воздуха составляет 6,5°C. Районы этого класса наиболее подвержены эрозии. В основном здесь имеет место водная эрозия (порядка 80,0 – 90,0%). Удельный вес эродированных земель значительно превышает отметку в 50,0%. Так же, как и в пятом классе, здесь преобладают обыкновенные и южные черноземы.

Колошение озимой пшеницы в этих районах наступает ранее 2.VII. Качество пахотных земель оценивается от 70 до 80 баллов.

Очевидно, что почвы и агроклиматические условия класса не являются идеальными для озимой пшеницы. Графики, отображающие урожайность в районах шестого класса, представлены на рисунке 28.

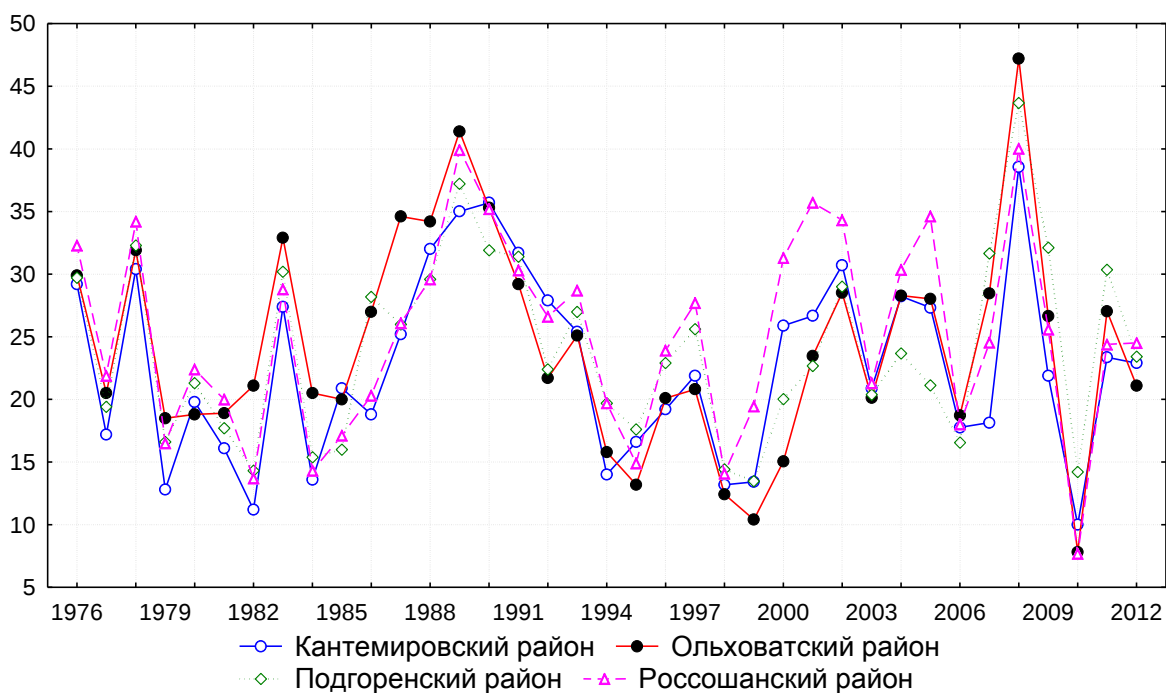


Рисунок 28 – Временные ряды урожайности озимой пшеницы по районам шестого класса

Средняя урожайность по классу составляет 24,0 ц/га. По удельному весу посевов зерновых данный класс занимает одно из последних мест в области.

Результаты средних, минимальных и максимальных значений урожайности районов, входящих в состав шестого класса, представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели урожайности озимой пшеницы по районам шестого класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 6				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Россошанский район	37	25,13	7,69	40,02	7,86
Ольховатский район	37	24,18	7,82	47,20	8,41
Подгоренский район	37	24,03	13,46	43,67	7,23
Кантемировский район	37	22,73	10,01	38,56	7,40

Процедура типологического районирования, использующая понятие нечетких множеств, также была использована нами для проведения районирования производства ячменя в Воронежской области. В результате по показателю средней урожайности ячменя Воронежская область была разделена на пять классов. Объектами с наиболее ярко выраженным набором факторов, влияющих на урожайность, стали Рамонский, Лискинский, Панинский, Россошанский и Калачеевский районы.

Результаты типологического районирования производства ячменя представлены на рисунке 29.

Для оценки статистической значимости результатов типологического районирования были использованы регрессионные модели с фиктивными переменными (dummy variables) [Яновский, Буховец, 2013]. Первоначально нами было построено регрессионное уравнение по всей совокупности упорядоченных данных, которое является значимым на стандартном 5% уровне и имеет следующий вид:

$$Y = 22,500 - 0,253X; \quad R^2 = 0,491. \quad (11)$$

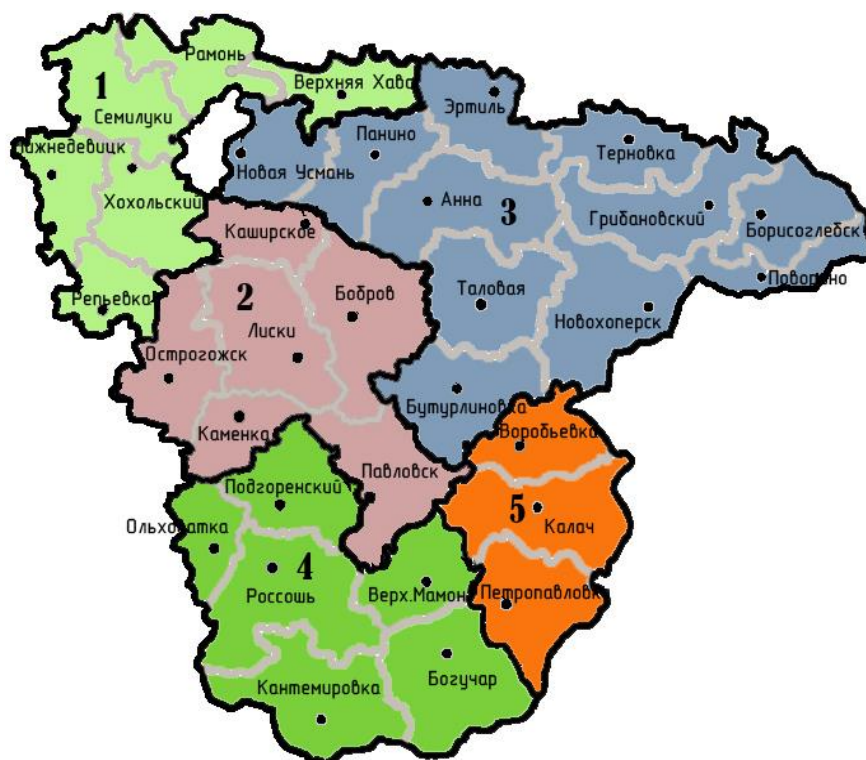


Рисунок 29 – Результаты типологического районирования производства ячменя

После этого в уравнение были введены фиктивные переменные, выступающие в роли индикаторных переменных и отражающие качественную характеристику проведенного районирования. В качестве эталонной категории был выбран первый класс; и в дальнейшем сравнение остальных классов проводилось относительно этого класса. Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Результаты оценки коэффициентов уравнения регрессии с фиктивными переменными

Regression Summary for Dependent Variable: Урожайность (Фикт переменные Эталон_1) R= ,96836078 R²= ,93772260 Adjusted R²= ,92574618 F(5,26)=78,297 p<,00000 Std.Error of estimate: ,92349						
N=32	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(26)	p-level
Intercept			25,55198	0,453483	56,3460	0,000000
X	-2,98980	0,199305	-1,08012	0,072003	-15,0012	0,000000
d2	0,48828	0,080298	4,17282	0,686232	6,0808	0,000002
d3	1,68485	0,162953	11,83265	1,144414	10,3395	0,000000
d4	2,21135	0,203576	18,89831	1,739774	10,8625	0,000000
d5	2,04801	0,182193	23,43693	2,084970	11,2409	0,000000

Построенное уравнение регрессии с dummy-переменными, выступающими в роли индикаторов выделенных в ходе районирования классов, является значимым на стандартном 5% уровне, и более того, значимы все dummy-переменные. О качестве полученного уравнения регрессии можно судить по величине коэффициента детерминации $R^2 = 0,94$. Этот результат служит подтверждением, наряду с приведенными ниже описаниями выделенных классов, статистической значимости построенной системы типологического районирования.

Целесообразность использования фиктивных переменных в нашем случае объясняется тем, что статистическая надежность оценок коэффициентов построенной эконометрической модели выше той, которая была бы получена при оценке параметров модели, построенной по каждой однородной выборке, взятой отдельно. Кроме того, полученный результат позволяет одновременно с построением модели проверить статистическую значимость влияния введенных индикаторных переменных на структуру рассматриваемой модели.

Подтверждением адекватности построенной нами типологии могут служить приводимые ниже описания классов, выделенных в ходе выполнения алгоритма районирования, которые в достаточной степени характеризуют условия производства ячменя.

Первый класс. Он объединяет Рамонский, Семилукский, Верхнехавский, Нижнедевицкий, Хохольский и Репьевский районы (рис. 30). Класс расположен в лесостепной зоне. Годовое количество осадков, за исключением Хохольского и части Семилукского районов (450 – 500 мм), составляет 500 – 550 мм. Основная масса осадков приходится на летний период – более 175 мм. Высота снежного покрова в южных районах класса составляет 15 – 20 см, в северных – 25 см и более. Среднегодовая температура – 5,0 – 5,5°C.

В районах этого класса преобладают черноземы выщелоченные и типичные. По качеству пахотных земель данный класс занимает второе место. Среднее значение данного показателя здесь составляет 85 баллов. Наступление восковой спелости ячменя приходится на двадцатые числа июля.

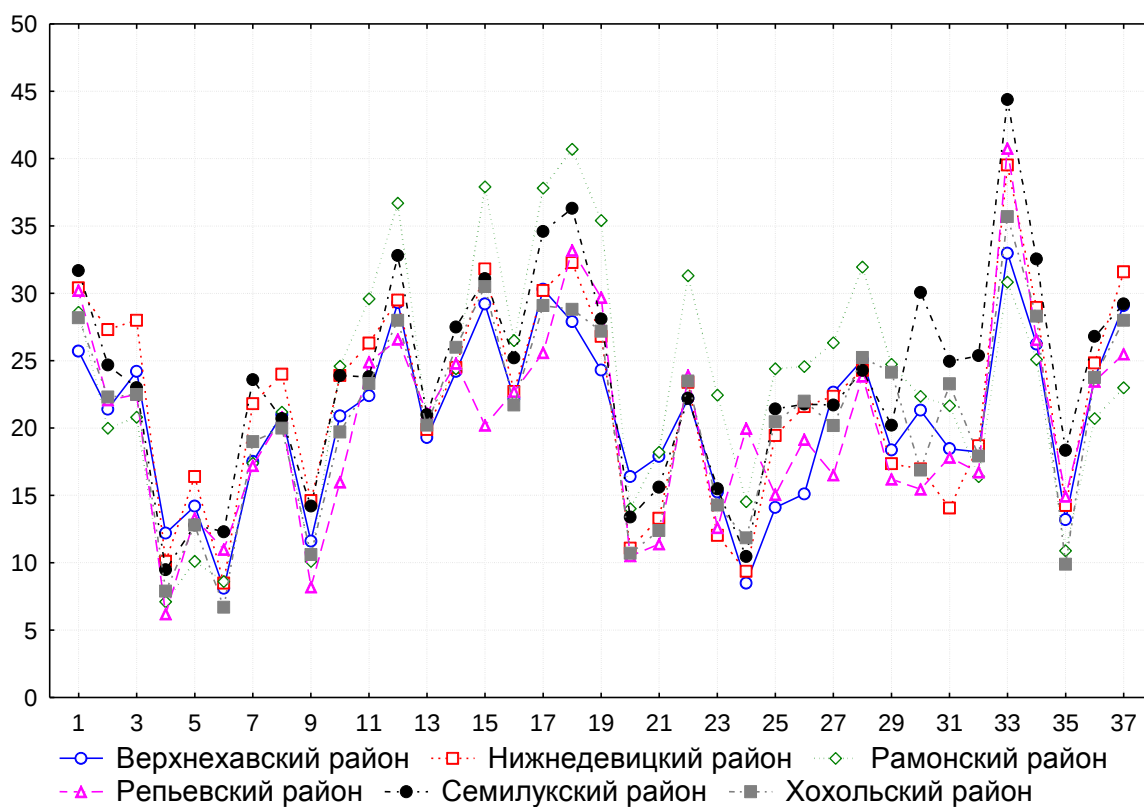


Рисунок 30 – Временные ряды урожайности ячменя по районам первого класса

Средняя урожайность по районам класса составляет 21,8 ц/га. Наибольшая урожайность с 1976 по 2012 год была зафиксирована в Семилукском районе (44,4 ц/га), наименьшая – в Репьевском (6,2 ц/га). В таблице 19 представлены данные о значениях урожайности по районам первого класса.

Таблица 19 – Показатели урожайности ячменя по районам первого класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 1				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Верхнехавский район	37	20,67	8,10	32,98	6,16
Нижнедевицкий район	37	21,95	8,50	39,54	7,52
Рамонский район	37	23,29	7,10	40,70	8,56
Репьевский район	37	20,18	6,20	40,77	7,21
Семилукский район	37	23,65	9,50	44,39	7,70
Хохольский район	37	20,89	6,70	35,69	7,02

Второй класс. В этот класс вошли 6 районов: Лискинский, Каширский, Острогожский, Бобровский, Каменский и Павловский. Все они расположены в

лесостепной зоне. Количество осадков в Бобровском, северо-восточной части Павловского и западной части Острогожского районов колеблется у отметки 550 мм. В остальных районах – 450 – 500 мм. Почти 2/3 осадков приходится на весенне-летний период. Величина снежного покрова не превышает 20 сантиметров. Среднегодовая температура воздуха составляет 6,0°С.

Как и в районах первого класса, в северной части второго класса преобладают черноземы типичные и выщелоченные. В южной части в большей степени распространены черноземы обыкновенные. Качество пахотных земель здесь оценивается от 70 баллов в юго-западной части (Острогожский, Каменский районы) до 90 баллов в северо-восточной (Каширский, Бобровский районы). Восковая спелость ячменя приходится на первую половину июля.

На рисунке 31 отражены временные ряды урожайности ячменя в районах второго класса. На основе представленной информации можно сделать вывод, что среди всех районов этого класса наиболее благоприятным для возделывания ячменя является Лискинский район.

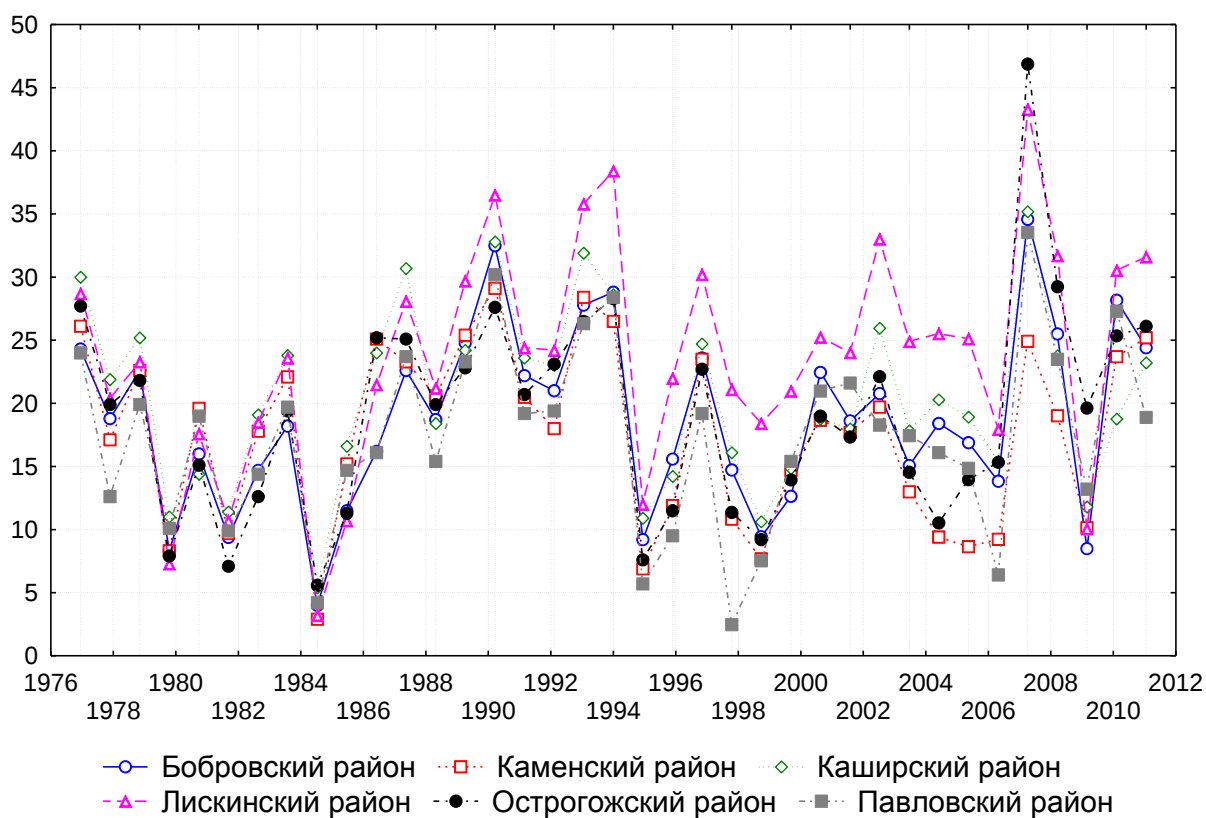


Рисунок 31 – Временные ряды урожайности ячменя по районам второго класса

Средняя урожайность в этом классе не превышает 20 ц/га (19,5 ц/га). Средние, минимальные и максимальные показатели урожайности отражены в таблице 20.

Таблица 20 – Показатели урожайности ячменя по районам второго класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 2				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Лискинский район	37	23,55	3,20	43,31	8,85
Каширский район	37	20,41	5,40	35,17	7,00
Острогожский район	37	19,03	5,60	46,87	8,28
Бобровский район	37	18,78	4,00	34,58	7,13
Каменский район	37	17,65	2,90	29,10	7,02
Павловский район	37	17,36	2,49	33,52	7,33

Третий класс. В него вошли северо-восточные районы Воронежской области: Панинский, Новоусманский, Эртильский, Аннинский, Бутурлиновский, Таловский, Новохоперский, Грибановский, Терновский, Борисоглебский и Поворинский. Это самый большой из пяти классов. Он расположен в трех климатических районах: западном лесостепном, восточном лесостепном, северном степном.

Наименьшее годовое количество осадков приходится на Терновский, Эртильский и Новохоперский районы. В среднем за год здесь выпадает не более 450 мм осадков. В остальных районах годовое количество осадков колеблется от 450 до 550 мм. Величина снежного покрова в южных районах класса (Таловский, Новохоперский, Бутурлиновский) составляет 15 – 20 см, в северных районах – 25 см и выше. Среднегодовая температура повышается в направлении с севера на юг (с 5,0 до 6,0°C).

Большую часть территории третьего класса занимают черноземы типичные и выщелоченные. Однако в Бутурлиновском, Борисоглебском, Новохоперском и Поворинском районах встречаются черноземы обыкновенные. Качество пахотных земель северо-западных районов класса

(Аннинского, Панинского, Эртильского) оценивается в 90 баллов и выше. Качество юго-восточных районов ниже – 70 баллов.

Восковая спелость ячменя наступает в середине июля. Средняя урожайность по классу составляет 18 ц/га (табл. 21).

Таблица 21 – Показатели урожайности ячменя по районам третьего класса.

Variable	Descriptive Statistics Класс 3				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Панинский район	37	22,41	6,90	36,06	7,23
Аннинский район	37	21,77	3,30	36,92	7,54
Новоусманский район	37	21,45	9,11	35,09	7,11
Таловский район	37	20,89	3,00	35,40	7,42
Эртильский район	37	19,84	3,70	33,80	7,13
Терновский район	37	18,55	2,00	33,62	6,85
Бутурлиновский район	37	17,78	2,30	30,50	7,00
Грибановский район	37	15,74	1,10	28,30	6,72
Новохоперский район	37	13,84	0,26	24,30	6,12
Поворинский район	37	13,50	0,80	25,32	6,47
Борисоглебский район	37	11,59	0,56	22,20	6,19

Графики временных рядов урожайности ячменя районов третьего класса отражены на рисунке 32. Тренды этих рядов представлены на рисунке 33.

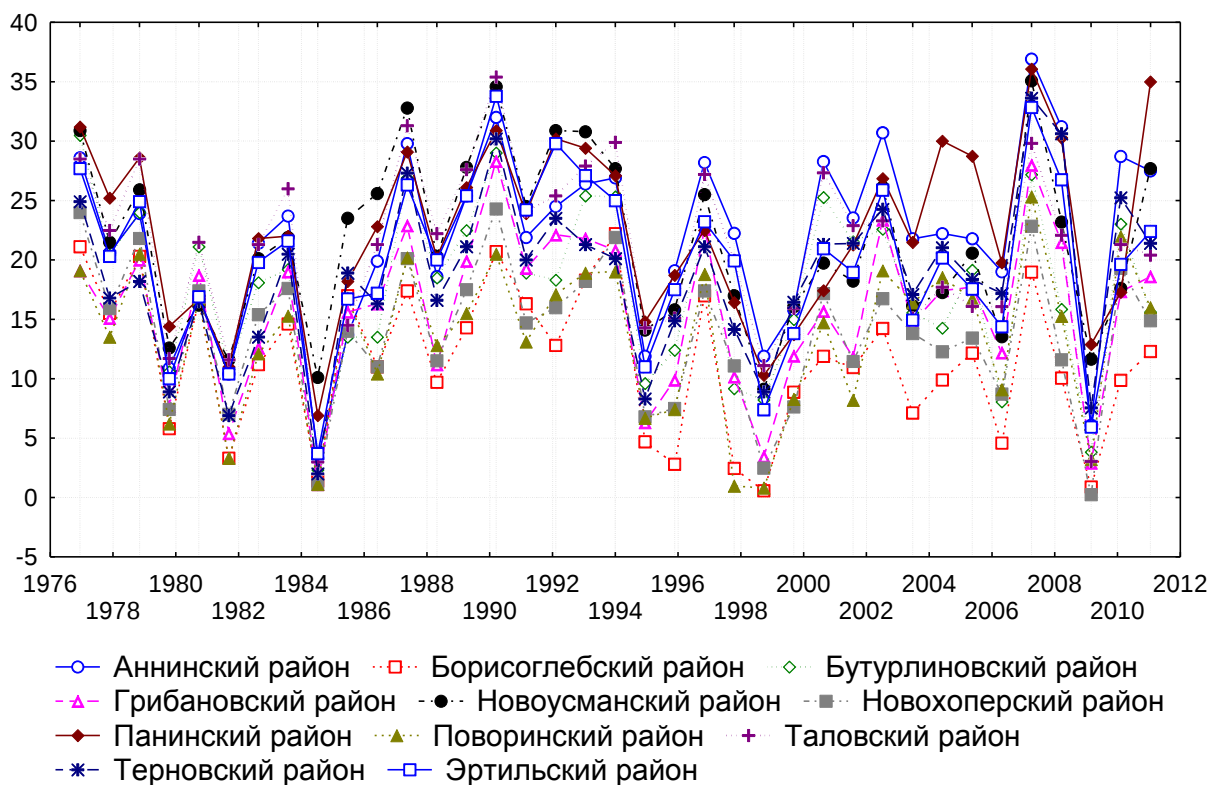


Рисунок 32 – Временные ряды урожайности ячменя по районам третьего класса

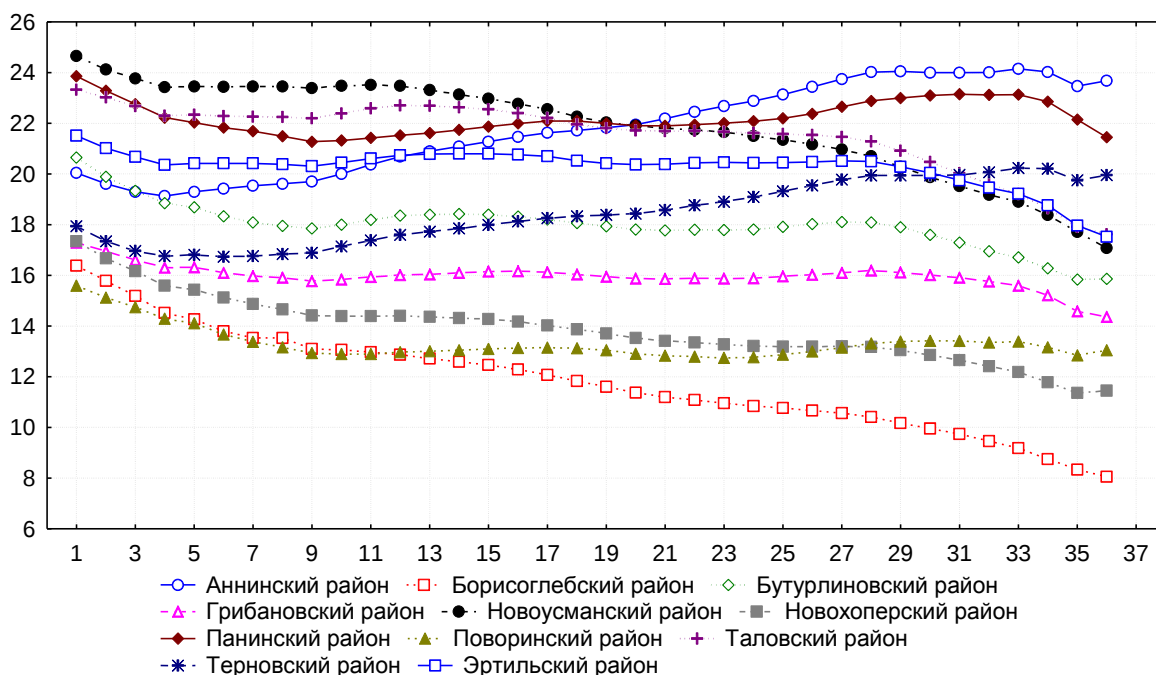


Рисунок 33 – Тренды временных рядов урожайности ячменя по районам третьего класса

Четвертый класс. Это Россошанский, Ольховатский, Подгоренский, Верхнемамонский, Кантемировский и Богучарский районы. Класс расположен частично в лесостепной и степной зонах. Годовое количество осадков – 450 – 500 мм. Высота снежного покрова здесь не превышает 10 – 15 см. По этому показателю четвертый класс занимает последнее место. Среднегодовая температура составляет 6,0 – 6,5°C.

Почти всю территорию класса занимают черноземы обыкновенные и южные. По запасам гумуса они уступают выщелоченным и типичным черноземам, расположенным в северной части области. Качество пахотных земель оценивается не выше чем 70 баллов. По данному показателю класс занимает последнее место.

Наступление восковой спелости приходится на 10.VII. Очевидно, что почвы и агроклиматические условия класса не являются идеальными для возделывания ячменя. Поэтому средняя урожайность по классу составляет 15,8 ц/га (табл. 22).

Таблица 22 – Показатели урожайности ячменя по районам четвертого класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 4				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Россошанский район	37	18,05	5,49	30,60	7,06
Ольховатский район	37	16,99	3,60	40,24	7,94
Подгоренский район	37	16,56	3,09	32,08	7,11
Верхнемамонский район	37	16,01	2,40	31,80	7,69
Кантемировский район	37	14,71	3,91	27,90	6,56
Богучарский район	37	12,64	1,30	27,90	6,52

В структуре посевных площадей зерновых данный класс занимает одно из последних мест в области. Тренды временных рядов урожайности ячменя районов четвертого класса отражены на рисунке 34.

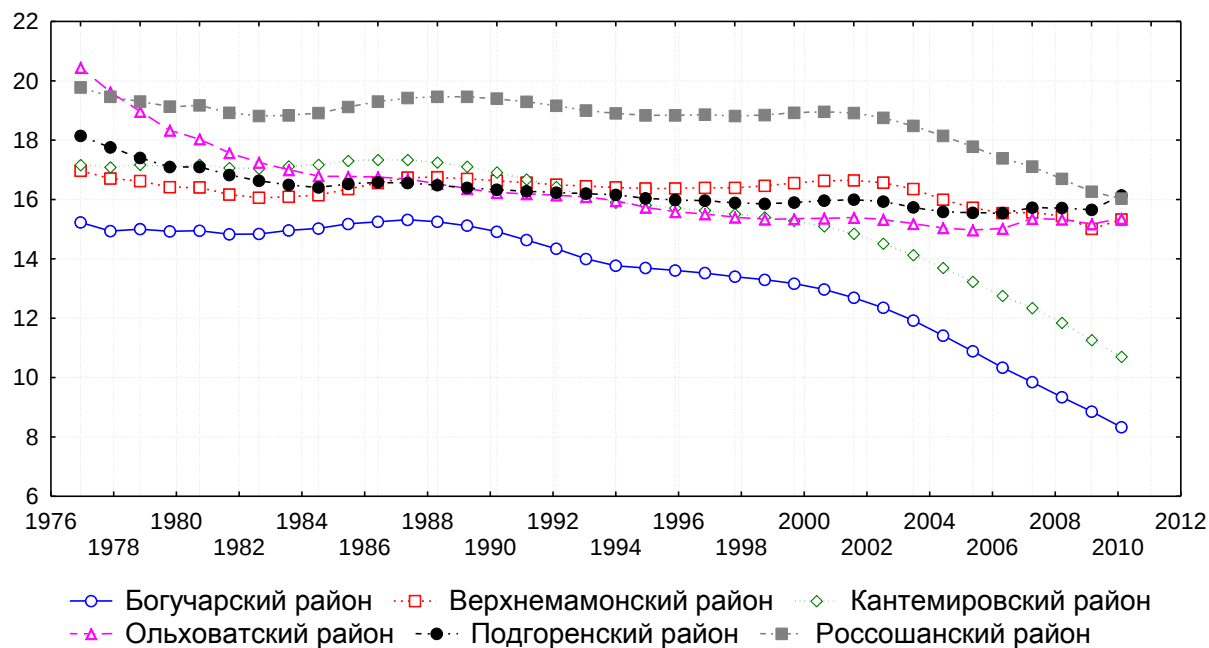


Рисунок 34 – Тренды урожайности ячменя по районам четвертого класса

Пятый класс. В этот класс вошли три района: Калачеевский, Воробьевский, Петропавловский. Класс располагается в северном и южном климатических районах Воронежской области. В Калачеевском и Петропавловском районах годовое количество осадков составляет 450 – 500 мм, в Воробьевском – 500 – 550 мм. Величина снежного покрова достигает отметки 15 – 20 см. Среднегодовая температура - 6,5°C.

Как и в четвертом классе, основную часть территории занимают обыкновенные и южные черноземы. Качество пахотных земель повышается с юга на север. Так, в Петропавловском районе качество земель оценивается в 70 баллов, а в Воробьевском – порядка 90 баллов.

Урожайность в данном классе также сравнительно невысокая – 15,5 ц/га. Ее показатели отражены в таблице 23.

Таблица 23 – Показатели урожайности ячменя по районам пятого класса

Variable	Descriptive Statistics Класс 5				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Калачеевский район	37	17,27	3,49	30,10	6,87
Воробьевский район	37	17,22	2,20	29,50	7,37
Петропавловский район	37	12,03	1,57	22,80	5,61

На рисунке 35 показаны временные ряды урожайности, а на рисунке 36 – тренды временных рядов урожайности ячменя по районам пятого класса.

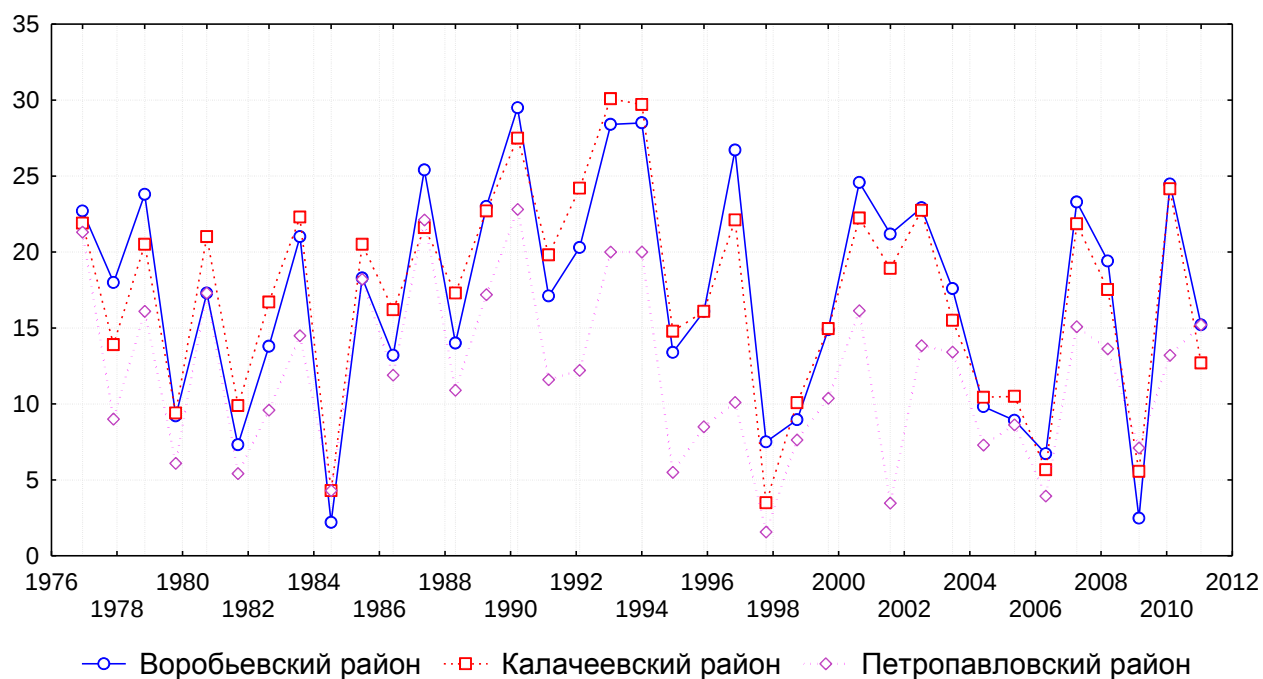


Рисунок 35 – Временные ряды урожайности ячменя по районам пятого класса

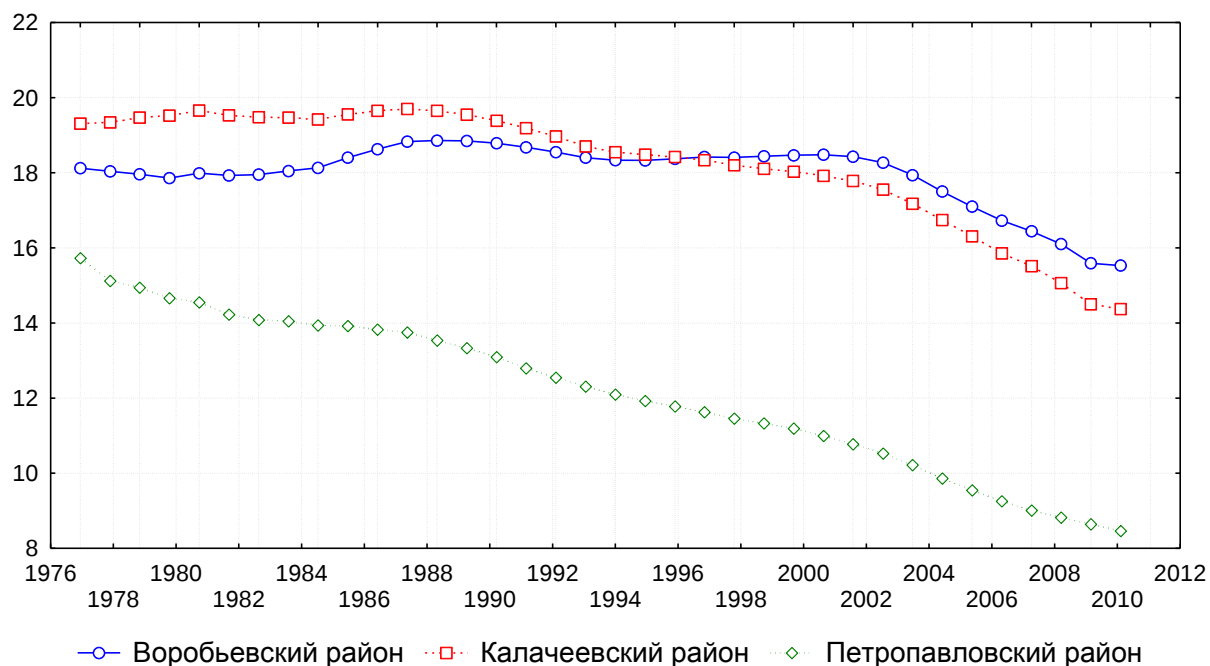


Рисунок 36 – Тренды временных рядов урожайности ячменя по районам пятого класса

Анализируя данные таблицы 23, а также временные ряды урожайности и их тренды (рис. 35, 36), можно сказать, что в Калачеевском и Воробьевском районах условия, влияющие на урожайность ячменя, практически идентичные. В Петропавловском районе они менее благоприятные.

*

*

*

В результате проведенных расчетов удалось провести разделение Воронежской области и выделить соответственно шесть и пять различных классов районов, взяв за основу данные урожайности озимой пшеницы и ячменя. Такое районирование будет способствовать повышению надежности прогнозирования урожайности этих культур.

Полученные в результате использования методов многомерной классификации районы характеризуются примерно одинаковыми агротехническими приемами возделывания указанных сельскохозяйственных культур, что позволяет рассматривать их как находящиеся в сравнительно однородных агроэкологических условиях. Выделенные при этом районы с наиболее высоким уровнем урожайности, являющиеся типичными

представителями своего класса, характеризуют условия и результаты зернового производства наиболее полно. Другие районы, входящие в состав этого же класса, в силу менее благоприятных условий для возделывания, демонстрируют схожие тенденции, но при этом отличаются меньшей продуктивностью зерновой культуры.

3. РОЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВА

3.1 Сценарии прогнозирования урожайности зерновых культур в Воронежской области

Рассмотренная ранее в п.1.2 методика прогнозирования с использованием рандомизированных систем итерированных функций (*RIFS*) была реализована нами в построении прогноза для зерновых культур – озимой пшеницы и ячменя в Воронежской области. Предварительно выполненное типологическое районирование для этих культур было представлено в п.2.2 (рис.19 и 29). Как показывает приведенный анализ результатов типологического районирования, рассмотренные зерновые культуры в целом дают схожие картины выделенных классов, что, на наш взгляд, обусловлено их морфологической близостью. В то же время в условиях, близких к экстремальным, отмечается существенное различие. Это особенно хорошо заметно на границах выделенных классов, а также в зонах неблагоприятных погодных условий земледелия, например в засушливых районах юга Воронежской области. Особо отметим, что построенное типологическое районирование не совпадает в чистом виде ни с одним из зональных или агроэкологических районирований, поскольку в значительной степени отражает реакцию указанных зерновых культур на внешние условия, т. е. в значительной мере отражает генотипическую отзывчивость сортов озимой пшеницы и ячменя на конкретные агроэкологические комбинации факторов среды.

Построение прогноза урожайности озимой пшеницы для Воронежской области на 2013 г. с дальнейшим сравнением полученных результатов с реальными выполним на данных об урожайности этой зерновой культуры за 1976 – 2012 гг. Выбор такого отрезка временного ряда объясняется тем, что данные за более длительный временной интервал не являются гомодинамичными [50].

Результаты предварительно выполненного типологического районирования представлены в п. 2.2. Первый класс составили Рамонский, Семилукский, Нижнедевицкий, Репьевский, Хохольский районы. В таблице 24 представлены значения статистических показателей урожайности, характеризующие класс выделенных районов.

Таблица 24 – Статистические показатели урожайности озимой пшеницы районов первого класса

Variable	Descriptive Statistics (O_пш1 кл 2013) Include cases: 1:38				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Рамонский район	38	28,16	12,90	40,04	7,555
Семилукский район	38	27,63	12,20	42,13	6,947
Нижнедевицкий район	38	25,95	10,87	45,60	8,254
Репьевский район	38	27,28	15,10	40,70	6,883
Хохольский район	38	26,52	13,00	42,93	7,078

Урожайность озимой пшеницы в этих районах составляет в среднем 27 ц/га – самая высокая в Воронежской области. Как видно из таблицы 24, для этих данных характерна высокая степень колеблемости урожайности. Этот вывод подтверждается и представленными на рисунке 37 графиками.

Матрицу исходных данных размера 38×5 для построения прогноза будет представлять совокупность 38 точек в евклидовом пространстве R^5 , что позволяет провести кластеризацию этих данных с помощью алгоритма k-средних [4]. Результаты разбиения данных на 4 кластера дают возможность провести сравнение средних значений в каждом из полученных кластеров. На рисунке 39 изображены средние значения характеристик кластеров, что подтверждает их хорошую линейную отделимость.

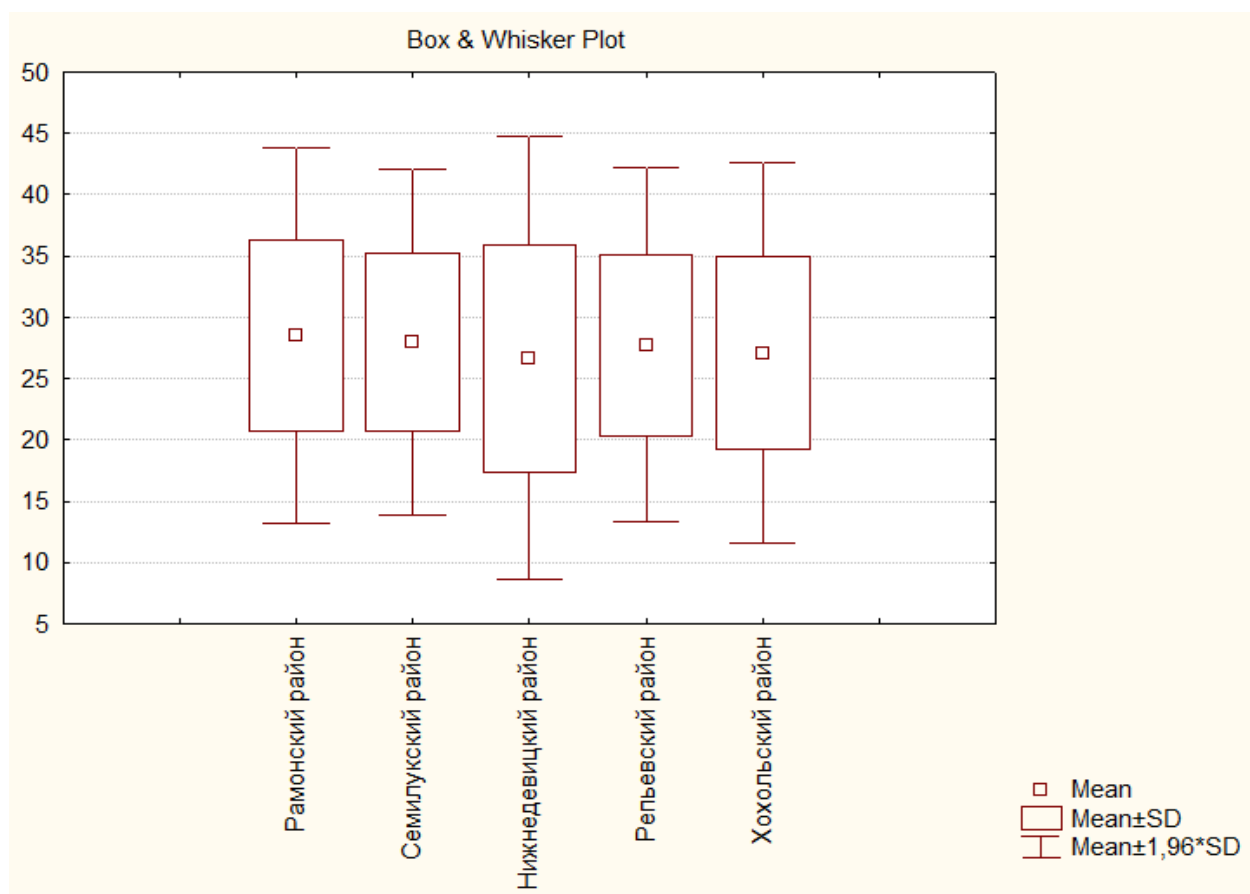


Рисунок 37 – Средние значения и характеристики варьированности урожайности озимой пшеницы

Таблица 25 – Статистические различия средних в каждом районе

Variable	Test of means against reference constant (value) (O_пш1 кл)							
	Include cases: 1:38							
	Mean	Std.Dv.	N	Std.Err.	Reference Constant	t-value	df	p
Рамонский район	28,16	7,555438	38	1,225654	27,00	0,944537	37	0,351023
Семилукский район	27,63	6,947284	38	1,126998	27,00	0,563401	37	0,576561
Нижнедевицкий район	25,95	8,253746	38	1,338934	27,00	-0,784842	37	0,437543
Репьевский район	27,28	6,883417	38	1,116638	27,00	0,250746	37	0,803397
Хохольский район	26,52	7,078047	38	1,148211	27,00	-0,420779	37	0,676351

На рисунке 38 представлены результаты иерархического кластерного анализа в виде дендрограммы. На этом рисунке хорошо видно, что на уровне среднего значения урожайности 27 ц/га выделяются 4 кластера. Поэтому в дальнейшем при использовании алгоритма k-средних значение входного параметра – числа получаемых кластеров – было выбрано равным четырем (рис. 39).

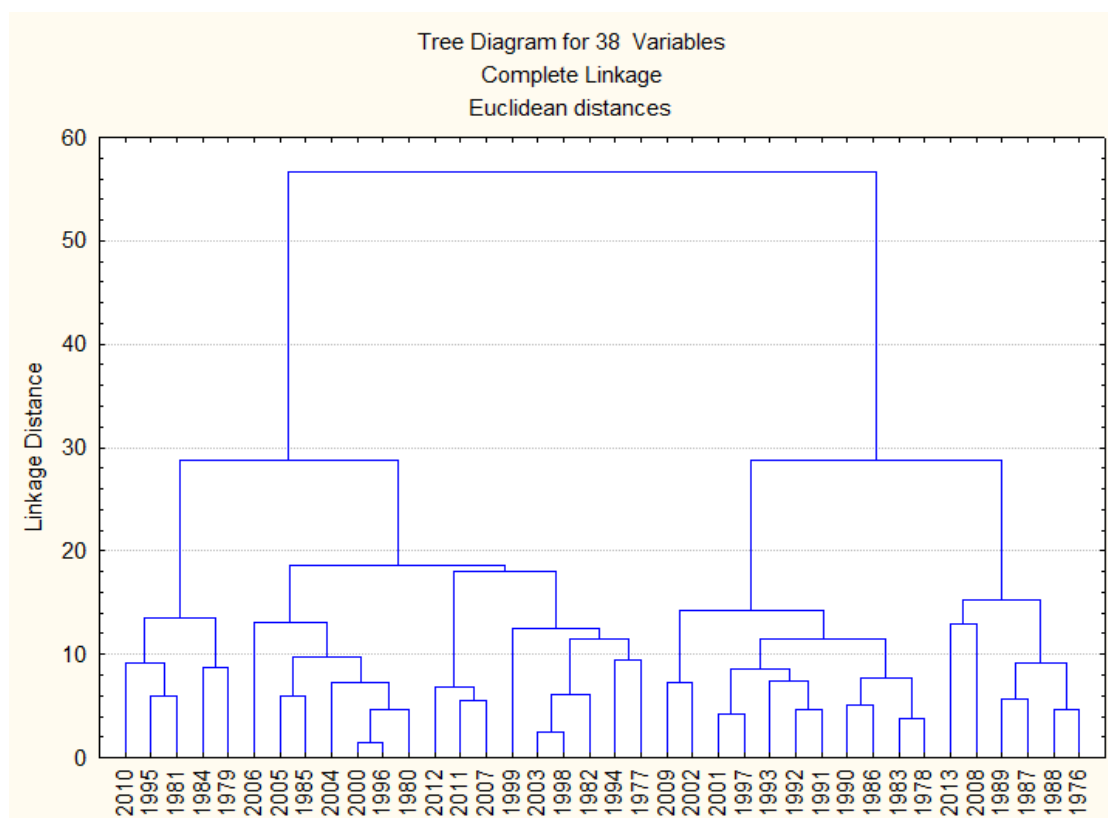


Рисунок 38 – Дендрограмма исходных данных 1-го класса

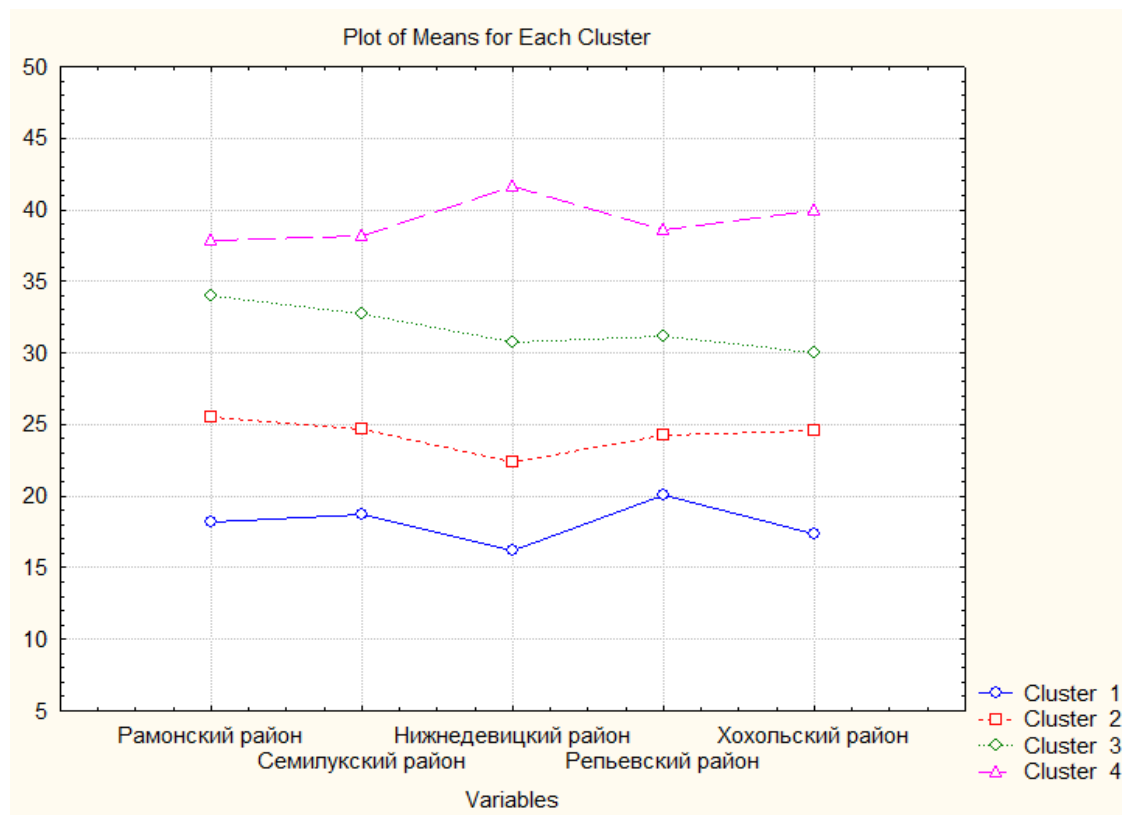


Рисунок 39 – Значения средних в каждом из четырех кластеров

Таблица 26 – Статистические характеристики 1, 2, 3 и 4 кластеров

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 4 (Озимая пшеница 1 кл)							
	Mean 1 ц/га	Standart Deviation n	Mean 2 ц/га	Standart Deviation n	Mean 3 ц/га	Standart Deviation n	Mean 4 ц/га	Standard Deviation
Рамонский район	18,22	3,10	25,50	4,22	33,99	3,53	37,84	2,88
Семилукский район	18,67	2,91	24,70	2,77	32,72	2,18	38,14	3,25
Нижедевицкий район	16,20	3,72	22,42	3,24	30,70	3,63	41,60	6,58
Репьевский район	20,12	3,10	24,25	5,48	31,13	2,54	38,65	4,21
Хохольский район	17,30	2,95	24,53	3,41	30,01	2,20	39,94	5,77

Оценки вероятностей появления кластера T_l ($l=1, 2, 3, 4$) соответственно равны 21, 33, 31 и 15%. Эти значения в дальнейшем будут использованы для построения матрицы A в алгоритме *RIFS* и получения прогнозных значений.

Величина параметра ξ выбиралась из условия близости оценки параметра, полученной по методу моментов [159], к первоначальному значению. В нашем случае эта величина была взята равной 0,328 ($\mu=2,05$).

Расчетные значения типичных величин Z_j ($j = 1,2,3,4$) для каждого кластера вычислялись согласно (11) и приведены в таблице 27. Это позволяет интерпретировать выделенные кластеры следующим образом. Первый кластер характеризуется низким уровнем урожайности – от 13 до 17 ц/га. Вероятность (частота) появления значений урожайности такого кластера составляет 21%. Второй кластер составили годы, урожайность которых можно охарактеризовать как среднюю: от 21 до 25 ц/га. Вероятность появления урожайности такого уровня составляет 33%. Третий кластер характеризуется довольно высокими значениями урожайности – от 31 до 35 ц/га и вероятностью – 31%. В четвертый кластер были отнесены показатели урожайности, превышающие 39 ц/га. Появление этого кластера урожайности характерно для последних лет, когда уровень инвестиций в зерновую подотрасль был увеличен.

Таблица 27 – Характеристики типичных значений урожайности для каждого кластера

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 4 Cluster contains 5 cases (ц/га)			
	Кластер 1 (ц/га)	Кластер 2 (ц/га)	Кластер 3 (ц/га)	Кластер 4 (ц/га)
Рамонский район	14,58	24,91	35,28	40,56
Семилукский район	15,35	23,99	33,82	41,49
Нижнедевицкий район	12,76	21,59	31,37	42,35
Репьевский район	17,27	23,55	31,77	40,3
Хохольский район	13,97	24,06	31,12	39,87

Для получения прогнозных значений урожайности на 2013 г. были взяты соответствующие указанным выше районам данные за 2012 г. В соответствии с предложенной выше методикой были произведены расчеты, результаты которых приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Результаты прогнозирования урожайности озимой пшеницы на 2013 г. для районов первого класса, ц/га

Районы	Факт 2013г.	Вар. 1	Ошиб- ка (%)	Вар. 2	Ошиб- ка (%)	Вар. 3	Ошиб- ка (%)	Вар.4	Ошибка (%)	Среднее	Ошиб- ка (%)
Рамонский	37,2	23,7	36,4	31,2	16,0	40,2	8,1	44,4	19,5	34,3	7,7
Семилукский	34,8	23,4	32,8	29,7	14,7	38,4	10,3	44,2	27,0	33,2	4,7
Нижнедевицкий	45,6	24,5	46,2	30,8	32,5	39,6	13,2	49,9	9,4	35,0	23,2
Репьевский	40,7	26,9	33,8	31,2	23,4	38,1	6,3	46,1	13,3	34,7	14,9
Хохольский	40,8	24,2	40,8	31,5	22,8	37,8	7,3	45,8	12,4	34,1	16,5

Анализ данных этой таблицы показывает, что в 2013 г можно было ожидать с вероятностью 22% урожайность на уровне 25÷33 ц/га, с вероятностью 35% – урожайность на уровне 33÷38 ц/га и с вероятностью 43% – урожайность на уровне 47÷50 ц/га. Средневзвешенные прогнозные значения составили 37÷42 ц/га при реальных значениях 37÷45 ц/га. Относительная ошибка прогноза для этого класса районов колеблется в пределах от 1,4 до 19%. При этом отметим, что три района из пяти прогнозируются довольно хорошо: точность прогноза – от 1,4 до 6,3 %, а два района – значительно хуже. На наш

В целом результаты ретропрогноза для озимой пшеницы по Воронежской области на 2013г. и оценки качества его выполнения приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Результаты ретропрогноза урожайности озимой пшеницы
на 2013 год, ц/га

Районы	Факт 2013г.	Вар. 1	Ошиб- ка (%)	Вар. 2	Ошиб- ка (%)	Вар. 3	Ошиб- ка (%)	Вар. 4	Ошиб- ка (%)	Среднее	Ошиб- ка (%)
Рамонский	37,2	23,7	36,4	31,2	16,0	40,2	8,1	44,4	19,5	34,3	7,7
Семилукский	34,8	23,4	32,8	29,7	14,7	38,4	10,3	44,2	27,0	33,2	4,7
Нижедевицкий	45,6	24,5	46,2	30,8	32,5	39,6	13,2	49,9	9,4	35,0	23,2
Репьевский	40,7	26,9	33,8	31,2	23,4	38,1	6,3	46,1	13,3	34,7	14,9
Хохольский	40,8	24,2	40,8	31,5	22,8	37,8	7,3	45,8	12,4	34,1	16,5
Панинский	41,8	21,2	49,3	29,6	29,2	36,8	11,9	39,6	5,3	32,6	22,0
Новоусманский	38,3	20,0	47,7	27,2	28,9	32,7	14,5	37,7	1,5	30,0	21,8
Эртильский	37,7	17,6	53,4	27,2	27,9	31,9	15,5	40,1	6,5	29,8	21,0
Аннинский	39,8	19,0	52,3	27,0	32,3	34,7	12,9	40,3	1,2	30,8	22,6
Терновский	33,8	16,7	50,7	24,6	27,3	29,8	12,0	36,7	8,5	27,4	19,0
Верхнехавский	37,8	18,3	51,7	28,5	24,5	32,2	14,9	37,7	0,1	30,0	20,5
Лискинский	39,1	19,4	50,3	29,7	24,0	34,7	11,2	41,2	5,4	30,2	22,8
Бобровский	36,4	18,5	49,2	26,0	28,6	33,3	8,4	38,3	5,3	28,0	23,0
Каширский	33,2	19,3	41,8	22,4	32,5	32,1	3,2	37,6	13,2	26,9	19,0
Острогожский	37,4	19,5	48,0	28,5	23,8	31,3	16,4	39,0	4,4	28,6	23,7
Каменский	29,3	17,1	41,8	23,5	19,8	29,6	0,9	37,1	26,7	25,7	12,2
Таловский	30,0	17,3	42,3	25,9	13,5	30,9	3,1	43,6	45,3	30,0	0,1
Бутурлиновский	26,8	17,2	35,7	24,5	8,7	29,3	9,4	40,1	49,7	28,2	5,4
Павловский	26,3	15,5	40,9	24,4	7,4	30,8	17,2	37,4	42,1	27,7	5,3
Новохоперский	26,9	12,4	53,9	22,1	17,7	26,1	3,2	33,6	25,1	24,2	10,0
Грибановский	32,4	15,6	51,9	24,3	25,1	30,6	5,5	38,6	19,1	27,9	13,9
Борисоглебский	22,8	6,7	70,6	17,7	22,6	24,8	8,8	32,4	42,3	21,2	7,0
Поворинский	28,6	10,8	62,3	21,3	25,5	28,9	1,1	33,8	18,2	24,5	14,2
Воробьевский	24,4	20,4	16,5	21,9	10,3	25,0	2,4	30,1	23,4	24,9	1,9
Калачеевский	17,4	13,5	22,4	15,7	10,0	18,6	7,0	24,1	38,3	18,6	6,7
Верхнеаманский	21,5	16,3	24,3	18,7	13,2	23,5	9,5	27,1	26,0	21,9	1,9
Петропавловский	13,8	9,8	29,2	11,5	16,7	16,0	16,0	19,9	44,0	14,7	6,8
Богучарский	18,8	15,1	19,6	15,8	15,7	21,0	11,7	24,1	28,3	19,3	2,7

Продолжение таблицы 29

Россошанский	20,2	15,4	23,6	18,4	9,0	22,8	13,0	25,4	25,6	21,0	4,0
Подгоренский	26,9	22,1	17,9	23,9	11,3	27,7	2,9	31,4	16,6	26,6	1,0
Ольховатский	24,0	19,4	19,2	21,4	11,0	24,6	2,7	29,7	23,8	24,1	0,4
Кантемировский	15,6	11,7	24,9	14,2	9,1	17,7	13,2	21,5	38,0	16,7	6,8

Полученные результаты показывают, что средние значения прогнозов отклоняются от реалистичных значений в большей мере, чем прогнозы по четвертому кластеру, что в значительной степени связано с улучшением положения растениеводства, наметившимся в последние годы в Воронежской области. Так, за пять лет (2009 -2013гг.) инвестиции в аграрный сектор выросли с 5,5 млрд руб. (2009 г.) до 18,2 млрд руб. (2012 г.) и 15 млрд руб. (2013 г.). За период с 2009 по 2013 г. общая сумма инвестиций в основной капитал составила почти 40 млрд руб.. Кроме этого, в последние годы все чаще для уборки урожая привлекается зарубежная техника, например, зерноуборочные комбайны «John Deere», «HOLMER», «Claas», «Challenger», позволяющие сократить потери зерна примерно на 10 ÷ 12%. Все это свидетельствует о том, что для построения реалистичного прогноза, позволяющего учитывать не только сложившиеся тенденции в зерновом подкомплексе, но и инновационные изменения, особенности погодно-климатических условий и ряд других экзогенных факторов, следует обратиться к мнению экспертов по данной проблеме – высококвалифицированным специалистам Департамента аграрной политики Воронежской области и Воронежского государственного аграрного университета.

Аналогичные вычисления были проведены нами по данным урожайности ячменя в Воронежской области.

Для первого класса, в состав которого входят Рамонский, Семилукский, Верхнехавский, Нижнедевицкий, Хохольский и Репьевский районы, результаты кластерного анализа представлены в таблице 30.

Как показывает анализ результатов, средние значения урожайности по каждому кластеру достаточно хорошо различимы (на стандартном уровне

значимости), а стандартные отклонения имеют схожие значения и они значительно меньше, чем во всей совокупности в целом.

На рисунке 40 представлен график, подтверждающий четкую разделимость средних значений урожайности между кластерами для первого класса типологического районирования.

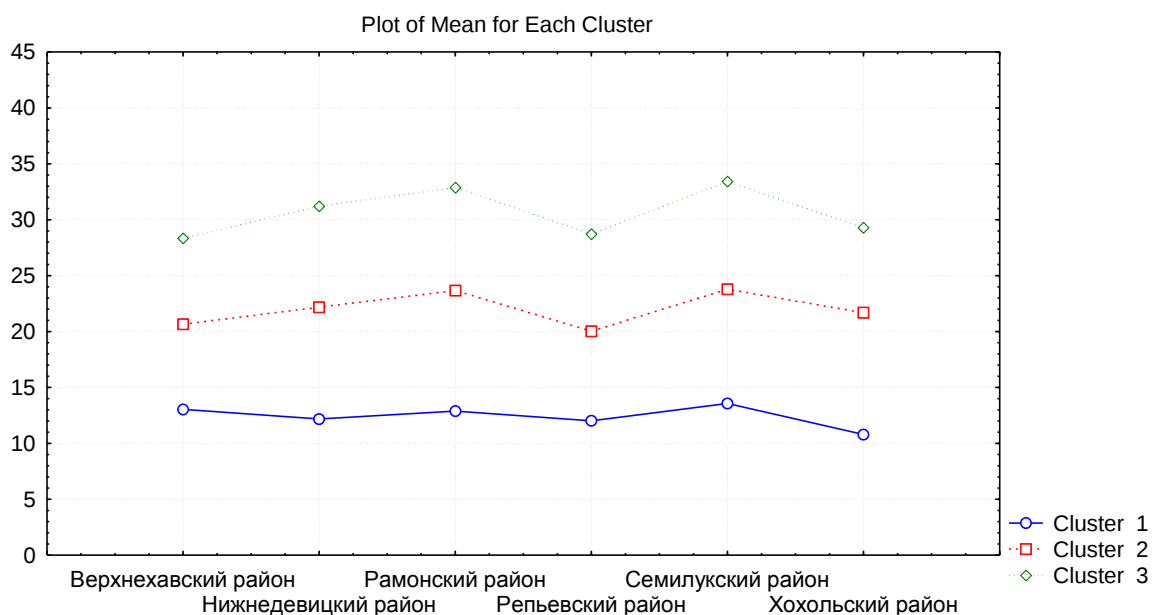


Рисунок 40 – График средних значений урожайности ячменя для трех кластеров первого класса

Таблица 30 – Основные характеристики районов первого класса по ячменю

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 4 (Ячмень 1 кл)					
	Mean 1 ц/га	Standart Deviation	Mean 2 ц/га	Standart Deviation	Mean 3 ц/га	Standart Deviation
Рамонский район	12,89	4,94	23,67	4,25	32,89	6,25
Семилукский район	13,57	2,73	23,8	2,54	33,41	4,82
Нижнедевицкий район	12,19	2,65	22,17	3,68	31,23	3,54
Верхнехавский район	13,04	3,33	20,65	3,06	28,33	2,64
Репьевский район	12,01	3,97	20,02	3,5	28,7	5,81
Хохольский район	10,79	2,39	21,69	2,45	29,31	2,56

Результаты ретроспективного прогноза урожайности ячменя на 2013 г. в районах Воронежской области представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Результаты ретропрогноза урожайности ячменя на 2013 год, ц/га

Район	Факт 2013г.	Вар. 1	Ошибка (%)	Вар. 2	Ошибка (%)	Вар. 3	Ошибка (%)	Среднее	Ошибка (%)
Верхнехавский	27,8	27,5	1,1	24,5	12,0	30,3	9,1	27,5	1,2
Нижедевицкий	27,6	29,9	8,3	25,9	6,2	33,2	20,3	29,7	7,7
Рамонский	22,7	23,2	2,2	18,9	16,5	26,9	18,5	23,1	1,6
Репьевский	17,4	24,3	39,5	21,4	23,2	27,7	59,0	24,4	40,2
Семилукский	25,4	28,2	10,9	24,4	4,1	31,7	24,8	28,1	10,6
Хохольский	29,3	27,1	7,5	22,6	22,8	29,8	1,6	26,7	8,9
Бобровский	22,0	18,5	15,7	24,7	12,1	28,2	28,1	22,5	2,1
Каменский	20,1	18,6	7,7	25,2	25,5	27,3	35,6	22,6	12,6
Каширский	25,0	18,4	26,3	24,3	2,8	27,9	11,8	22,2	11,2
Лискинский	29,4	24,5	16,8	31,2	6,0	35,9	22,2	28,8	1,9
Острогожский	25,0	19,1	23,5	26,3	5,3	30,0	20,2	23,7	5,3
Павловский	15,9	14,8	7,2	20,2	26,7	23,9	50,2	18,3	14,9
Аннинский	24,7	21,1	14,5	25,6	3,4	29,6	19,8	25,8	4,3
Борисоглебский	8,1	7,7	4,8	12,6	55,1	15,2	87,6	12,2	50,5
Бутурлиновский	13,3	11,8	11,5	16,8	26,0	19,7	48,0	16,4	23,7
Грибановский	16,6	13,0	21,5	17,8	7,2	21,5	29,6	17,8	7,3
Новоусманский	25,0	21,2	15,0	25,0	0,1	30,2	20,7	25,8	3,2
Новохоперский	18,8	10,4	44,5	15,2	19,4	17,6	6,6	14,7	21,6
Панинский	27,8	26,2	5,9	30,8	10,7	35,0	26,0	31,0	11,6
Поворинский	15,1	10,3	31,5	16,1	6,3	18,4	21,9	15,4	1,7
Таловский	20,7	16,1	22,1	20,6	0,4	24,4	17,7	20,7	0,1
Терновский	24,8	16,1	34,9	20,9	15,6	23,8	3,9	20,7	16,7
Эртильский	22,8	17,1	24,9	21,4	6,3	25,7	12,7	21,7	4,7
Богучарский	17,8	12,9	27,5	7,9	55,4	21,7	21,7	13,2	26,1
Верхнемамонский	17,1	18,0	5,2	8,9	47,8	25,1	46,8	16,3	4,5
Кантемировский	12,5	15,4	22,9	8,6	31,2	22,8	82,3	14,6	17,0
Ольховатский	17,8	21,9	23,1	12,9	27,7	27,1	52,0	19,8	11,2
Подгоренский	20,9	21,3	2,1	11,7	44,0	24,6	17,5	18,5	11,2
Россошанский	17,0	18,8	10,7	10,9	35,6	25,8	51,9	17,6	3,4
Воробьевский	15,7	15,8	0,6	22,6	44,0	6,8	56,4	16,5	5,3
Калачеевский	16,8	15,3	9,0	21,7	29,0	6,8	59,3	16,0	4,9
Петропавловский	13,8	11,5	16,7	17,2	24,9	6,6	52,2	12,8	7,6

3.2 Оценка прогнозных сценариев урожайности на основе моделей экспертных предпочтений

Получение прогноза в виде распределения дискретной случайной величины нередко вызывает затруднения в принятии управленческих решений. Очень часто требуется определить только одно, наиболее вероятное значение, на которое затем ориентируются административные органы.

Аналогичная ситуация возникает и при получении прогнозных значений в виде доверительных интервалов. Множество ожидаемых значений в этом случае является бесконечным (континуальным), и каждая точка этого множества в принципе может служить оценкой прогнозного значения. На практике в этом случае принято ориентироваться только на среднее значение – на середину доверительного интервала, а ширину интервала использовать в качестве оценки точности и надежности прогнозного значения. Хотя на самом деле любая точка доверительного интервала имеет такой же смысл, как и выбираемая точка центра интервала. Это утверждение является следствием хорошо известного принципа двойственности доверительного оценивания и проверки гипотез о значении оцениваемых параметров, согласно которому множество значений доверительного интервала составляют те значения параметра, которые совместимы с гипотезой о выбранном значении на данном уровне значимости [203].

Полученные в результате вычислений *RIFS* значения относятся к разным кластерам урожайности, но при этом распределение полученных значений отражает историю и имеет смысл в плане оценки средних значений только при условии сохранения всех выявленных тенденций. Но при принятии решений, в данном случае – выборе конкретного значения, на которое следует ориентироваться, например, административным органам, следует учитывать и возможные изменения внешних (экзогенных) факторов, их влияние на возможные значения результирующих (эндогенных) переменных. Так, например, при наличии инвестиций в сельскохозяйственную технику, как это было показано в работе [152], средняя урожайность увеличивается на 2 – 7

ц/га. Использование новых сортов посевного материала также может дать существенную прибавку урожайности. Результаты, полученные на опытных станциях, свидетельствуют, что «...из факторов, определяющих стабильное производство зерна яровой пшеницы, сорта и технологические агроприемы обуславливают в лесостепной зоне Средневолжского региона 50% изменчивости урожайности, а доля влияния сортов на ее величину более чем в 2 раза выше агротехнических факторов» [69] .

Значительный эффект дает использование минеральных удобрений и орошения. По понятным причинам эти факторы не могли быть активно задействованы в 2000-х годах. Однако уже после 2012 г. они стали широко вовлекаться в производства зерновых в передовых хозяйствах Воронежской области.

Наоборот, отсутствие минеральных удобрений в должном объеме, невозможность использования современных сельскохозяйственных машин и агрегатов, отсутствие ресурсов для приобретения качественного семенного материала не только снижают вероятность получения высоких урожаев, но и делают подчас неэффективной вообще зернопроизводственную отрасль. Следует добавить, что эффект взаимодействия негативных значений указанных факторов может в целом значительно усиливаться неблагоприятными для вегетации метеорологическими условиями.

Учет всех перечисленных факторов по отдельности, как уже отмечалось нами ранее, является крайне сложным ввиду недостаточной их формализации и, как следствие, невозможности изучения воздействия этих факторов на урожайность в целом. Все эти моменты следует учитывать при выборе конкретного прогнозного значения.

Проблема значительно осложняется комплексным взаимодействием отдельных факторов. Поэтому единственно возможным подходом к принятию решений в сложившейся ситуации, на наш взгляд, является использование методов экспертного анализа.

Необходимость в привлечении экспертов возникает практически всегда, когда отсутствует необходимый объем качественной информации, который позволял бы гарантировать однозначность выбора управленческого решения [80]. С такого рода ситуациями приходится сталкиваться в тех случаях, когда нет возможности изучить всю совокупность обстоятельств, в которых протекает анализируемый процесс, – как например при проектировании еще несуществующих объектов, или в ситуациях, которые порождаются концептуальной неопределенностью.

В нашем конкретном случае для выбора наиболее вероятного прогнозного значения с точки зрения экспертного оценивания предлагается использовать модифицированный метод парных сравнений. Очевидно, что парное сравнение, как и ранжирование, есть измерение в ранговой шкале [186]. Метод парных сравнений можно отнести и к методу (теории) измерений – построению одномерной ранговой шкалы, и к методу анализа данных – обработке результатов матрицы парных сравнений, содержащей результаты экспертного опроса.

Метод парных сравнений, как известно, является более предпочтительным по сравнению с методами построения прямых числовых оценок или, другими словами, – ранжировок, когда эксперту предлагается провести упорядочение всех объектов [188]. Этот метод заключается в том, что эксперту из всего множества объектов последовательно предлагаются все возможные пары объектов. Результаты парных сравнений вариантов прогноза представляются в виде квадратной матрицы, порядок которой совпадает с числом рассматриваемых вариантов. Элементы матрицы определяются следующим правилом:

$$s_{ij} = \begin{cases} 0, \text{ если } S_i < S_j, \\ 1, \text{ если } S_i \sim S_j, \\ 2, \text{ если } S_i > S_j. \end{cases} \quad (12)$$

В данной записи введены символьные обозначения:

$S_i < S_j$ – вариант прогноза S_j предпочтительнее, т.е. более вероятен, чем вариант S_i ;

$S_i \sim S_j$ – варианты S_i и S_j эквивалентны (равноценны) с точки зрения проводимого сравнения.

Контроль за выполнением свойств асимметричности и транзитивности матрицы парных сравнений выполняется проверкой соотношений:

$$s_{ii} = 1 \text{ и } s_{ij} + s_{ji} = 2.$$

Таким образом, если эксперт, сравнивая сценарии S_i и S_j , высказался, что исход S_i более вероятен, чем исход S_j , т.е. $S_j < S_i$, то полагают $s_{ij} = 2$. Логично считать, что при этом выполняется соотношение $S_i > S_j$, т.е. S_j менее вероятен, чем S_i , и, следовательно, $s_{ji} = 0$.

Отметим, что в случае парных сравнений от эксперта не требуется указать процентное соотношение вероятностей осуществления исходов S_i и S_j , ограничиваясь только установлением факта предпочтения реализации одной из альтернатив.

Так, например, если у нас было четыре возможных варианта развития событий: S_1, S_2, S_3 и S_4 , а эксперт в ходе оценивания сценариев развития ситуации высказал следующие утверждения: $S_1 < S_2, S_1 < S_3, S_1 < S_4, S_2 < S_3, S_3 < S_4, S_2 \sim S_4, S_3 \sim S_4$, то матрица парных сравнений будет иметь следующий вид:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (13)$$

Нормируя столбцы матрицы на сумму элементов, получим матрицу

$$S^* = \begin{pmatrix} 0,143 & 0 & 0 & 0 \\ 0,286 & 0,25 & 0 & 0,333 \\ 0,286 & 0,50 & 0,50 & 0,333 \\ 0,286 & 0,252 & 0,50 & 0,333 \end{pmatrix} \quad (14)$$

Нетрудно показать (см. например [180]), что такая матрица имеет собственный вектор с неотрицательными координатами, соответствующий

единичному собственному числу, т.е. для матрицы выполняется соотношение $S^*P = P$. Вычисления, выполненные для матрицы (14), позволяют получить $P^T = (0; 0,285; 0,712; 0,641)$. После нормирования вектора P на сумму элементов, равную 1,639, окончательно получаем

$$P^* = \begin{pmatrix} 0 \\ 0,174 \\ 0,435 \\ 0,391 \end{pmatrix} \quad (15)$$

Полученный результат интерпретируется следующим образом. Практически невероятно, что будет реализован сценарий S_1 , т.к. $P_1^* = 0$. Наиболее вероятным в данной ситуации, по мнению эксперта, будет реализация сценария S_3 ($P_3^* = 0,435$). Близок к нему, но все же менее вероятен, сценарий S_4 ($P_4^* = 0,391$). А вероятность реализации сценария S_2 ($P_2^* = 0,174$) почти в два раза меньше, чем сценариев S_3 и S_4 .

Получить столь развернутый ответ от эксперта при ответе на вопрос: «Оцените (численно) вероятности реализации сценариев S_1, S_2, S_3 и S_4 », на наш взгляд, не представляется возможным. Очевидно, что этот результат является следствием математической обработки данных, полученных парным сравнением всех возможных альтернатив для данного сценария.

Матрице $S = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ будет соответствовать ситуация, при которой из всех

четырех сценариев, с равной вероятностью могут быть реализованы только сценарии S_3 и S_4 , т.к. $(P^*)^T = (0; 0; 0,5; 0,5)$.

Матрице $S = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ соответствует собственный вектор $(P^*)^T =$

$(0,137; 0,202; 0,317; 0,344)$, что говорит о предпочтительной реализации сценариев S_3 и S_4 , но при этом остаются существенными и вероятности реализации сценариев S_1 и S_2 .

Матрица $S = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ свидетельствует о практически достоверной

уверенности эксперта в реализации сценария S_4 , которому отдается безусловное предпочтение перед другими сценариями: $(P^*)^T = (0; 0; 0; 1)$.

Таким образом, использование методов экспертных оценок позволяет улучшить качество прогноза – получить более точные прогнозные значения по сравнению с прогнозом, ориентированным на средние значения. Последние хорошо зарекомендовали себя в случае сохранения условий хозяйствования, практически на меняющихся в течение длительного периода. И, наоборот, в случае инноваций, вложения больших денежных средств, например бюджетной поддержки, значения прогноза должны быть скорректированы с учетом изменившихся обстоятельств. Оценить статистически предполагаемый эффект не представляется возможным в силу новизны ситуации и из-за отсутствия соответствующего опыта и данных. В таких ситуациях практически полезным способом, позволяющим хоть как-то оценить возможный результат изменения условий хозяйствования, является метод экспертных оценок, подкрепленный статистическим анализом прежнего опыта.

Расчеты, выполненные на основе *RIFS*, позволили получить следующие результаты.

Таблица 32 – Прогнозные значения урожайности озимой пшеницы по районам Воронежской области на 2015 г., ц/га

Районы	Урожайность за 2014 г.	Варианты прогнозов на 2015 г.			
		I	II	III	IV
Рамонский	42,3	23,8	31,6	40,1	44,0
Семилукский	41,7	24,3	30,8	38,8	44,2
Нижнедевицкий	52,9	25,7	32,6	40,7	51,3
Репьевский	45,1	26,9	31,5	38,4	45,9
Хохольский	49,4	25,6	33,3	38,9	48,8
Панинский	42,4	23,3	32,0	39,4	43,1

Продолжение таблицы 32

Новоусманский	48,0	25,2	32,5	39,2	45,7
Эртильский	43,1	21,1	31,0	36,5	45,4
Аннинский	48,6	24,1	32,3	40,5	47,9
Терновский	38,9	19,5	28,0	34,0	42,2
Верхнехавский	36,5	19,3	30,0	33,5	40,1
Лискинский	45,1	22,7	30,9	36,7	43,4
Бобровский	42,0	21,4	27,7	33,7	41,7
Каширский	37,9	21,3	24,2	33,2	37,2
Острогожский	43,4	22,6	30,6	32,6	41,6
Каменский	39,7	20,1	27,1	31,8	39,0
Таловский	36,1	20,2	27,6	35,7	46,2
Бутурлиновский	35,1	20,6	26,9	33,9	43,4
Павловский	40,5	20,7	28,2	36,1	43,6
Новохоперский	29,7	14,7	23,1	27,9	37,0
Грибановский	34,7	17,8	25,2	32,9	42,0
Борисоглебский	27,5	9,5	19,7	26,3	36,2
Поворинский	28,9	12,7	22,1	29,7	36,2
Воробьевский	35,4	14,9	22,2	25,4	32,7
Калачеевский	34,8	11,7	19,2	22,5	30,5
Верхнемамонский	32,1	10,0	18,7	25,5	29,7
Петропавловский	26,8	6,9	14,3	20,6	25,3
Богучарский	33,2	11,1	16,1	23,7	27,9
Россошанский	40,4	23,4	31,1	37,7	44,1
Подгоренский	36,4	22,2	30,2	33,1	42,1
Ольховатский	40,3	23,7	29,3	36,6	47,1
Кантемировский	35,8	21,0	27,1	34,3	39,9

В таблице 32 результаты прогнозирования урожайности озимой пшеницы представлены для четырех кластеров. Проведенный опрос экспертов, являющихся высококвалифицированными специалистами Департамента аграрной политики Воронежской области и Воронежского аграрного университета, показывает, что эксперты практически единогласно отдают предпочтение варианту I. Согласно этому прогнозу 2015 г. будет довольно трудным для озимой пшеницы. В значительной мере эксперты связывают это с

неблагоприятными условиями для зимовки озимых посевов, сложившимися в конце осени – начале зимы в Воронежской области. Часть озимых, особенно в южных районах области, пошли в зимовку ослабленными, недостаточно раскустившимися, что, возможно, потребует их пересева.

Варианты прогнозов II ÷ IV менее вероятны, в таблице эти варианты затемнены. Для сравнения в таблице также приведены значения урожайности 2014 г., который в целом был довольно удачным для озимой пшеницы.

Таблица 33 – Прогнозные значения урожайности ячменя по районам Воронежской области на 2015 г., ц/га

Районы	Урожайность за 2014г.	Варианты прогнозов на 2015г.		
		I	II	III
Верхнехавский	29,6	16,2	23,6	30,7
Нижедевицкий	37,5	17,5	27,0	35,9
Рамонский	33,5	16,7	26,7	35,3
Репьевский	33,1	16,3	23,9	32,4
Семилукский	32,7	16,9	26,6	35,5
Хохольский	36,0	15,9	26,4	34,0
Бобровский	35,5	12,5	19,7	28,1
Каменский	34,9	11,1	18,8	26,0
Каширский	31,1	14,7	22,3	28,8
Лискинский	36,1	16,4	25,7	34,6
Острогожский	33,6	13,3	20,7	29,9
Павловский	29,6	8,9	17,0	25,0
Аннинский	35,3	20,8	38,7	50,0
Борисоглебский	22,5	5,1	21,2	32,7
Бутурлиновский	23,9	13,4	29,8	42,6
Грибановский	24,7	10,5	28,1	39,3
Новоусманский	31,5	20,0	35,7	51,3
Новохоперский	18,5	8,1	24,6	34,1
Панинский	28,9	20,5	39,4	48,5
Поворинский	23,8	7,1	25,8	34,6
Таловский	28,0	18,3	34,9	48,6
Терновский	27,0	16,1	33,8	41,3
Эртильский	32,8	17,8	34,4	48,3

Продолжение таблицы 33

Богучарский	19,6	7,8	14,1	23,7
Верхнемамонский	28,2	9,5	19,9	29,8
Кантемировский	26,6	9,5	18,0	26,9
Ольховатский	29,1	10,9	21,5	29,4
Подгоренский	28,6	10,5	21,8	28,1
Россошанский	27,8	11,9	21,6	30,2
Воробьевский	23,8	7,6	15,9	22,6
Калачеевский	22,1	8,4	16,4	22,6
Петропавловский	19,0	6,9	11,4	17,0

В таблице 33 представлены результаты прогнозирования урожайности ячменя для трёх кластеров. В данном случае, по мнению экспертов, 2015 г. ожидается для ячменя в большинстве классов средним – ожидаемая урожайность будет находиться на уровне, близком к средним значениям за рассматриваемый период. И только в 3-м классе из-за неблагоприятных погодных условий урожайность не достигнет даже средних значений показателей.

Варианты менее вероятных прогнозов урожайности в этой таблице затемнены. Для сравнения в таблице также представлены значения урожайности 2014г., который в целом был довольно удачным для урожая ячменя.

Ранее отмечалось, что определение устойчивых объемов производства продукции отрасли зернопроизводства на сегодняшний день невозможно без таких элементов, как прогнозирование и планирование на перспективу. Одной из составляющих планирования является баланс зерна.

Урожайность и площадь посевов – определяющие факторы при расчете валового сбора зерна, который, в свою очередь, является отправной точкой при составлении баланса зерна.

При составлении баланса зерна на 2015 г. были использованы те прогнозные значения урожайности, которым был отдан приоритет (табл. 32, 33).

Предварительная структура посевных площадей по озимой пшенице и ячменю на 2015 г. определена по данным Департамента аграрной политики Воронежской области (табл. 34).

Таблица 34 – Предварительные размеры посевных площадей в Воронежской области на 2015 г. (данные на 25.11.2014 г.), га

Районы	Озимые	в т.ч. пшеница озимая		Яровые	в т.ч. ячмень	
		2015 г.	% к 2014 г.		2015 г.	% к 2014г.
Аннинский	26512	26387	143,3	37884	25186	102,0
Бобровский	28515	26679	152,7	25981	14812	81,1
Богучарский	26697	24527	95,9	31537	10628	85,5
Борисоглебский	21988	14904	170,3	23008	3751	121,9
Бутурлиновский	29241	28901	149,8	26870	11109	100,4
Верхнемамонский	22758	21039	141,5	18046	8010	77,7
Верхнехавский	15775	15775	146,1	23988	12018	84,2
Воробьевский	20304	20261	135,7	21287	10277	95,4
Грибановский	25874	22994	154,3	25746	6554	66,3
Калачеевский	38037	37009	148,6	27229	17380	98,3
Каменский	10974	10429	158,7	10068	7089	110,4
Кантемировский	40007	39120	118,1	30419	10399	90,3
Каширский	21962	21962	167,7	21107	12967	68,1
Лискинский	14398	14148	141,7	15332	4284	52,9
Нижнедевицкий	21605	21605	149,1	20996	10030	74,6
Новоусманский	17763	17583	185,6	22658	12887	101,3
Новохоперский	26299	24239	124,4	36334	13634	111,4
Ольховатский	15346	15218	121,9	10790	5264	84,9
Острогожский	26443	24657	157,9	20977	10694	68,5
Павловский	31769	30704	144,4	21304	8268	86,7
Панинский	18786	18762	145,0	35207	18013	94,1
Петропавловский	28482	27424	138,2	23947	4278	69,9
Поворинский	18016	14376	138,1	19228	7000	79,9
Подгоренский	26376	25900	139,6	13204	8488	106,0
Рамонский	12333	12067	188,0	18534	10601	113,0
Репьевский	15521	15477	128,8	13049	6915	67,3
Россошанский	30072	29315	178,4	37758	19885	88,0
Семилукский	29337	29117	143,3	25273	17034	76,4
Таловский	32678	31202	146,8	34392	21733	88,7
Терновский	22250	18710	139,4	29801	16264	97,0
Хохольский	17740	17740	156,1	19955	12171	89,0
Эртильский	23357	23330	145,5	26956	15811	72,8
Итого	757215	721561		768865	373434	

Анализ данных таблицы 34 показывает, что в перспективе площадь, отводимая под возделывание озимой пшеницы, почти во всех районах (за исключением Богучарского) увеличивается. В некоторых районах эта разница достигает 85,0 – 88,0% (Новоусманский, Рамонский районы). Общая посевная площадь под озимой пшеницей по области в сравнении с 2014 г. возросла на 217,6 тыс. га. По другой культуре – ячменю, наоборот, намечается сокращение земель. Лишь в нескольких районах этот показатель будет на уровне 2014 г. (или немного выше).

Однако принимая во внимание тот факт, что, в связи с негативными природно-климатическими условиями (в частности, недостатком влаги) в осенний период, часть посевов озимых (в том числе и озимой пшеницы) урожая 2015 г. может погибнуть, появится необходимость пересевать часть площадей. В результате этого количество земель, отводимых под посев ячменя, может увеличиться.

Как и в предыдущие годы, в прогнозируемом году урожайность озимой пшеницы имеет значительные колебания по районам области. Так, при среднеобластном показателе по озимой пшенице 19,4 ц/га наименьшая урожайность ожидается в восточных и юго-восточных районах: по Богучарскому району – 11,1 ц/га, Петропавловскому – 6,9 ц/га, Борисоглебскому – 9,5 ц/га. Лучшие результаты прогнозируются в Репьевском – 26,9 ц/га, Хохольском – 25,6 ц/га и Новоусманском – 25,2 ц/га районах.

Несмотря на существенное увеличение посевных площадей, по ряду районов прогнозируется снижение (в сравнении с 2014 г.) валовых сборов зерна (табл. 35). С учетом площадей, отводимых под посевы озимой пшеницы, и прогнозируемой урожайности сбор зерна по данной культуре в Воронежской области в 2015 г. должен составить 1402,6 тыс. т, что почти на 30,0% меньше, чем в 2014 г. (1959,9 тыс. т).

Таблица 35 – Прогнозируемый валовой сбор озимой пшеницы в Воронежской области, т

Районы	Валовой сбор			
	2014 г.		2015 г.	
	в первоначально оприход. весе	после доработки	в первоначально оприход. весе	после доработки
Аннинский	89507	85032	63593	60471
Бобровский	73327	69656	57093	54291
Богучарский	83012	79901	27225	26344
Борисоглебский	24046	23084	14159	13573
Бутурлиновский	67734	64949	59536	57171
Верхнемамонский	47506	45843	21039	20652
Верхнехавский	37942	35665	30446	28678
Воробьевский	52537	50957	30189	29512
Грибановский	50461	47938	40929	38922
Калачеевский	85732	83384	43301	41690
Каменский	26069	24766	20962	19887
Кантемировский	118242	112402	82152	78243
Каширский	49673	47190	46779	44990
Лискинский	45000	42750	32116	30452
Нижедевицкий	76676	72842	55525	52806
Новоусманский	45011	42788	44309	42107
Новохоперский	56972	54461	35631	34134
Ольховатский	50276	48516	36067	34845
Острогожский	67635	64930	55725	55240
Павловский	83896	81967	63557	62030
Панинский	54922	52176	43715	41455
Петропавловский	53285	50845	18923	18148
Поворинский	29720	28234	18258	17293
Подгоренский	66500	63159	57498	54617
Рамонский	27134	26626	28719	28242
Репьевский	54213	51988	41633	40768
Россошанский	106790	104880	68597	67347
Семилукский	83065	79892	70754	68110
Таловский	76701	72866	63028	59871
Терновский	49757	47767	36485	35451
Хохольский	56117	53961	45414	44594
Эртильский	66073	64030	49226	47711
Итого	1959922	1885789	1402583	1349643

Составляя баланс зерна по озимой пшенице на 2015 г., отметим, что на семена в целом по области (исходя из нормы высева 3,0 ц/га) на будущий год следует оставить 216,5 тыс. т (полагая, что в 2016 г. площадь посева под эту культуру существенно не изменится).

Для расчета объемов зерна озимой пшеницы на фуражные цели необходимо определить планируемое условное поголовье по видам животных и птицы и нормы расхода на одну условную голову.

Численность условного поголовья скота, содержащегося в сельскохозяйственных организациях, К(Ф)Х и ЛПХ, определялась на основе произведения планируемого поголовья и коэффициентов перевода по соответствующим видам сельскохозяйственных животных [7].

Численность условного поголовья по видам животных и птицы представлена в таблице 36.

Таблица 36 – Численность условного поголовья различных видов животных и птицы в Воронежской области, усл. гол.

	Коровы	Молодняк КРС	Свиньи	Овцы	Лошади	Птица	Условные головы - всего
Аннинский	10049,0	8886,6	306,6	509,4	73,0	2500,0	22324,6
Бобровский	13470,0	7429,8	7703,7	747,6	538,0	26652,7	56541,8
Богучарский	3798,0	3863,4	0,0	868,5	11,0	1060,0	9600,9
Борисоглебский	1995,0	879,0	750,0	677,1	0,0	580,0	4881,1
Бутурлиновский	4887,0	4955,4	406,5	548,2	1,0	625,9	11424,0
Верхнемамонский	5591,0	5320,2	0,0	1488,0	71,0	1670,8	14141,0
Верхнехавский	1285,0	1065,6	24262,5	362,8	18,0	900,0	27893,9
Воробьевский	4803,0	3892,8	611,4	904,7	29,0	594,5	10835,4
Грибановский	3896,0	3924,0	600,0	2360,9	5,0	1300,0	12085,9
Калачеевский	5635,0	5745,6	19956,3	1138,1	136,0	7070,1	39681,1
Каменский	8058,0	5890,8	302,7	240,0	50,0	780,0	15321,5
Кантемировский	9833,0	8358,6	0,0	629,3	104,0	2451,5	21376,4
Каширский	2771,0	2386,8	493,5	151,9	4,0	600,0	6407,2
Лискинский	17292,0	23169,0	7714,8	489,0	0,0	123996,8	172661,6
Нижнедевицкий	3121,0	2688,0	24486,6	385,8	6,0	896,5	31583,9
Новоусманский	2138,0	1807,2	958,2	583,3	7,0	687,1	6180,8
Новохоперский	4035,0	1318,2	21375,3	1297,3	3,0	422,0	28450,8
Ольховатский	6127,0	3708,0	315,9	447,7	19,0	1063,5	11681,1
Острогожский	4407,0	3807,6	5742,9	897,3	15,0	1510,0	16379,8
Павловский	7014,0	6890,4	20850,6	380,0	89,0	1340,0	36564,0
Панинский	2703,0	2209,8	500,4	1017,3	31,0	2120,0	8581,5
Петропавловский	4706,0	3138,6	0,0	808,5	1,0	3060,0	11714,1
Поворинский	1485,0	1116,0	660,0	487,0	0,0	320,0	4068,0
Подгоренский	4793,0	3887,4	618,3	557,7	4,0	1600,0	11460,4
Рамонский	3686,0	8857,2	250,8	258,3	47,0	592,1	13691,4
Репьевский	3027,0	2106,0	566,1	558,6	3,0	1040,0	7300,7

Продолжение таблицы 36

Россошанский	11069,0	8188,2	6310,2	720,8	128,0	2068,6	28484,8
Семилукский	3005,0	1782,6	347,7	625,6	18,0	1360,0	7138,9
Таловский	6515,0	6267,0	3237,0	925,4	118,0	1300,0	18362,4
Терновский	4487,0	3252,0	1020,0	603,8	6,0	2401,1	11769,9
Хохольский	7893,0	9551,4	490,2	220,2	36,0	9880,0	28070,8
Эртильский	5400,0	4848,0	510,0	1127,3	33,0	1440,0	13358,3
Итого	178974,0	161191,2	151348,2	23017,4	1604,0	203883,2	720018,0

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики [214] по Воронежской области расход кормов в расчете на одну условную голову составляет порядка 30 ц корм. ед. Если предположить, что в структуре кормовой базы доля зерновых и зернобобовых культур будет составлять 30,0 – 31,0%, и при этом 23,0% от всех концентрированных кормов приходится на озимую пшеницу, то с учетом численности условного поголовья (табл. 36) на фуражные цели в 2015 г. по области необходимо выделить 128,3 тыс. т зерна озимой пшеницы (табл. 37).

Таблица 37 – Расчет количества зерна озимой пшеницы и ячменя на фуражные цели в Воронежской области на 2015 г.

Районы	Условные головы, гол.	Количество кормов всего, т корм. ед.	в т. ч. концентрированных кормов, т корм.ед.	Из них	
				озимая пшеница, т	ячмень, т
Аннинский	22324,6	66973,8	20761,9	3979,4	4632,8
Бобровский	56541,8	169625,4	52583,9	10078,6	11733,6
Богучарский	9600,9	28802,7	8928,8	1711,4	1992,4
Борисоглебский	4881,1	14643,3	4539,4	870,1	1012,9
Бутурлиновский	11424,0	34271,9	10624,3	2036,3	2370,7
Верхнемамонский	14141,0	42423,0	13151,1	2520,6	2934,5
Верхнехавский	27893,9	83681,7	25941,3	4972,1	5788,6
Воробьевский	10835,4	32506,1	10076,9	1931,4	2248,6
Грибановский	12085,9	36257,7	11239,9	2154,3	2508,1
Калачеевский	39681,1	119043,4	36903,4	7073,2	8234,7
Каменский	15321,5	45964,5	14249,0	2731,1	3179,5
Кантемировский	21376,4	64129,1	19880,0	3810,3	4436,0
Каширский	6407,2	19221,6	5958,7	1142,1	1329,6
Лискинский	172661,6	517984,9	160575,3	30776,9	35830,9
Нижедевицкий	31583,9	94751,7	29373,0	5629,8	6554,3
Новоусманский	6180,8	18542,4	5748,1	1101,7	1282,6
Новохоперский	28450,8	85352,4	26459,2	5071,4	5904,1
Ольховатский	11681,1	35043,2	10863,4	2082,1	2424,1

Продолжение таблицы 37

Острогожский	16379,8	49139,4	15233,2	2919,7	3399,1
Павловский	36564,0	109692,0	34004,5	6517,5	7587,8
Панинский	8581,5	25744,5	7980,8	1529,7	1780,8
Петропавловский	11714,1	35142,3	10894,1	2088,0	2430,9
Поворинский	4068,0	12204,0	3783,2	725,1	844,2
Подгоренский	11460,4	34381,2	10658,2	2042,8	2378,3
Рамонский	13691,4	41074,3	12733,0	2440,5	2841,3
Репьевский	7300,7	21902,1	6789,7	1301,3	1515,0
Россошанский	28484,8	85454,3	26490,8	5077,4	5911,2
Семилукский	7138,9	21416,7	6639,2	1272,5	1481,5
Таловский	18362,4	55087,2	17077,0	3273,1	3810,6
Терновский	11769,9	35309,7	10946,0	2098,0	2442,5
Хохольский	28070,8	84212,4	26105,8	5003,6	5825,3
Эртильский	13358,3	40074,9	12423,2	2381,1	2772,1
Итого	720018,0	2160053,9	669616,7	128343,2	149418,6

Прогнозируемый баланс зерна озимой пшеницы (табл. 38) позволит оценить будущую ситуацию и заранее выработать план дальнейших действий. Так, например, в Лискинском районе в связи с большим расходом зерна на фуражные цели, а также прогнозируемым снижением валового сбора озимой пшеницы практически на треть (в сравнении с 2014 г.), потребность может превысить объемы производства. Располагая такого рода информацией, можно заблаговременно позаботиться о дополнительных источниках поставки зерна или же скорректировать расходы, например, заменив зерно озимой пшеницы в кормовом рационе другими зерновыми или зернобобовыми культурами (ячмень, горох и др.).

Таблица 38 – Баланс зерна озимой пшеницы по Воронежской области на 2015 г., т

Районы	Наличие на начало периода	Валовой сбор		Приобретено	Расход			Подлежит реализации
		в первоначал. весе	после доработки		на семена	на корм скоту	работникам хозяйств	
Аннинский	22351,0	63592,7	60470,9	0,0	7916,1	3979,4	3179,6	67746,8
Бобровский	35696,0	57093,1	54290,5	0,0	8003,7	10078,6	2854,7	69049,6
Богучарский	53875,0	27225,0	26344,3	0,0	7358,1	1711,4	1361,2	69788,6
Борисоглебский	11175,0	14158,8	13573,2	0,0	4471,2	870,1	707,9	18699,1
Бутурлиновский	18912,0	59536,1	57171,3	0,0	8670,3	2036,3	2976,8	62399,8

Продолжение таблицы 38

Верхнемамонский	28179,0	21039,0	20651,9	0,0	6311,7	2520,6	1052,0	38946,6
Верхнехавский	29338,0	30445,8	28677,9	0,0	4732,5	4972,1	1522,3	46789,1
Воробьевский	14747,0	30188,9	29511,6	0,0	6078,3	1931,4	1509,4	34739,4
Грибановский	38452,0	40929,3	38922,2	0,0	6898,2	2154,3	2046,5	66275,2
Калачеевский	73866,0	43300,5	41689,5	0,0	11102,7	7073,2	2165,0	95214,7
Каменский	22786,0	20962,3	19886,8	0,0	3128,7	2731,1	1048,1	35764,9
Кантемировский	71322,0	82152,0	78243,2	0,0	11736,0	3810,3	4107,6	129911,3
Каширский	32928,0	46779,1	44989,6	0,0	6588,6	1142,1	2339,0	67848,0
Лискинский	641,0	32116,0	30452,4	5533,8	4244,4	30776,9	1605,8	0,0
Нижедевицкий	61899,0	55524,9	52805,9	0,0	6481,5	5629,8	2776,2	99817,4
Новоусманский	40166,0	44309,2	42107,5	0,0	5274,9	1101,7	2215,5	73681,4
Новохоперский	38776,0	35631,3	34134,3	0,0	7271,7	5071,4	1781,6	58785,7
Ольховатский	23855,0	36066,7	34845,2	0,0	4565,4	2082,1	1803,3	50249,3
Острогожский	46042,0	55724,8	55239,6	0,0	7397,1	2919,7	2786,2	88178,6
Павловский	53015,0	63557,3	62029,9	0,0	9211,2	6517,5	3177,9	96138,3
Панинский	47045,0	43715,5	41454,7	0,0	5628,6	1529,7	2185,8	79155,7
Петропавловский	27095,0	18922,6	18147,7	0,0	8227,2	2088,0	946,1	33981,3
Поворинский	24262,0	18257,5	17292,7	0,0	4312,8	725,1	912,9	35603,9
Подгоренский	58187,0	57498,0	54616,6	0,0	7770,0	2042,8	2874,9	100115,9
Рамонский	15274,0	28719,5	28242,2	0,0	3620,1	2440,5	1436,0	36019,7
Репьевский	49993,0	41633,1	40767,8	0,0	4643,1	1301,3	2081,7	82734,6
Россошанский	71420,0	68597,1	67347,2	0,0	8794,5	5077,4	3429,9	121465,4
Семилукский	19037,0	70754,3	68110,4	0,0	8735,1	1272,5	3537,7	73602,1
Таловский	48661,0	63028,0	59870,8	0,0	9360,6	3273,1	3151,4	92746,7
Терновский	51470,0	36484,5	35450,6	0,0	5613,0	2098,0	1824,2	77385,4
Хохольский	44334,0	45414,4	44593,8	0,0	5322,0	5003,6	2270,7	76331,5
Эртильский	28120,0	49226,3	47711,0	0,0	6999,0	2381,1	2461,3	63989,6
Итого	1202919,0	1402583,2	1349643,4	5533,8	216468,3	128343,2	70129,2	2143155,5

Расчет баланса по ячменю проводился аналогичным образом. Общая по области посевная площадь под ячмень на 2015 г. планируется на уровне 373,4 тыс. га., что на 57,0 тыс. га меньше, чем в предыдущем году. Прогнозируемая средняя урожайность его составит 19,2 ц/га. При этом валовой сбор зерна достигнет 717,4 тыс. т (табл. 39).

Таблица 39 – Баланс зерна ячменя по Воронежской области на 2015 г., т

Районы	Наличие на начало периода	Валовой сбор		Приобретено	Расход			Подлежит реализации
		в перво-начал. весе	после доработки		на семена	на корм скоту	работникам хозяйств	
Аннинский	25497,0	52386,9	49846,5	0,0	6296,5	4632,8	2619,3	61794,8
Бобровский	35539,0	29179,6	27837,4	0,0	3703,0	11733,6	1459,0	46480,8
Богучарский	4747,0	14985,5	14319,5	0,0	2657,0	1992,4	749,3	13667,9
Борисоглебский	3323,0	1913,0	1834,8	0,0	937,8	1012,9	95,7	3111,4
Бутурлиновский	13380,0	14886,1	14102,3	0,0	2777,3	2370,7	744,3	21590,0
Верхнемамонский	11465,0	15939,9	15548,1	0,0	2002,5	2934,5	797,0	21279,1
Верхнехавский	29511,0	28362,5	26675,2	0,0	3004,5	5788,6	1418,1	45975,0
Воробьевский	5164,0	16340,4	15915,6	0,0	2569,3	2248,6	817,0	15444,7
Грибановский	16638,0	6881,7	6507,0	0,0	1638,5	2508,1	344,1	18654,4
Калачеевский	34553,0	28503,2	27021,1	0,0	4345,0	8234,7	1425,2	47569,3
Каменский	21308,0	13327,3	12690,2	0,0	1772,3	3179,5	666,4	28380,0
Кантемировский	17005,0	18718,2	17769,9	0,0	2599,8	4436,0	935,9	26803,2
Каширский	34652,0	28916,4	27607,2	0,0	3241,8	1329,6	1445,8	56242,0
Лискинский	1,0	11009,9	10460,6	26990,8	1071,0	35830,9	550,5	0,0
Нижедевицкий	38015,0	27081,0	25739,3	0,0	2507,5	6554,3	1354,1	53338,4
Новоусманский	36003,0	25774,0	24502,2	0,0	3221,8	1282,6	1288,7	54712,1
Новохоперский	24339,0	11043,5	10775,8	0,0	3408,5	5904,1	552,2	25250,0
Ольховатский	13694,0	11317,6	10856,4	0,0	1316,0	2424,1	565,9	20244,5
Острогожский	30086,0	22136,6	21766,2	0,0	2673,5	3399,1	1106,8	44672,8
Павловский	14638,0	14055,6	13486,0	0,0	2067,0	7587,8	702,8	17766,4
Панинский	55389,0	36926,7	35068,1	0,0	4503,3	1780,8	1846,3	82326,7
Петропавловский	6068,0	4876,9	4674,1	0,0	1069,5	2430,9	243,8	6997,8
Поворинский	19345,0	4970,0	4688,2	0,0	1750,0	844,2	248,5	21190,5
Подгоренский	19791,0	18503,8	17591,2	0,0	2122,0	2378,3	925,2	31956,8
Рамонский	23749,0	28304,7	27474,1	0,0	2650,3	2841,3	1415,2	44316,4
Репьевский	31233,0	16526,9	16054,7	0,0	1728,8	1515,0	826,3	43217,6
Россошанский	34757,0	42951,6	42023,0	0,0	4971,3	5911,2	2147,6	63750,0
Семилукский	23899,0	45310,4	43436,9	0,0	4258,5	1481,5	2265,5	59330,4
Таловский	40519,0	39771,4	37729,2	0,0	5433,3	3810,6	1988,6	67015,8
Терновский	47291,0	26185,0	25266,2	0,0	4066,0	2442,5	1309,3	64739,5
Хохольский	33576,0	32131,4	31399,7	0,0	3042,8	5825,3	1606,6	54501,1
Эртильский	18296,0	28143,6	26928,7	0,0	3952,8	2772,1	1407,2	37092,7
Итого	763471,0	717361,3	687595,6	26990,8	93358,5	149418,6	35868,1	1199412,2

Объем семенного фонда по ячменю определялся исходя из нормы высева 2,5 ц/га и планируемых посевных площадей. По нашим расчетам он составит около 93,4 тыс. т зерна. Учитывая, что в структуре концентрированных кормов

ячмень занимает порядка 27,0%, из общего объема валового сбора на фуражные цели необходимо выделить 149,4 тыс. т.

Так же, как и по озимой пшенице, по зерну ячменя существует вероятность того, что объем произведенной продукции окажется ниже объемов потребления. В Лискинском районе, например, потребность в дополнительных объемах ячменя обусловлена наличием крупных скотоводческих и свиноводческих комплексов, а также птицефабрик.

*

*

*

На основе прогнозируемых данных по урожайности нами был определен объем зернопроизводства на 2015 г. по основным зерновым культурам – озимой пшенице и ячменю. По расчетным данным валовой сбор озимой пшеницы (по хозяйствам всех категорий) достигнет 1349,6 тыс. т, ячменя – 687,4 тыс. т (после доработки). К уровню 2014 г. это составит соответственно 71,6 и 57,4%.

Заблаговременное определение валовых сборов дает возможность оптимизировать материальные и трудовые затраты на уборку, транспортировку и хранение урожая.

Разработка перспективного баланса позволит: во-первых, определить внутрихозяйственные потребности и объемы зерна на реализацию и при необходимости перераспределить зернопродукцию внутри области, создать резервные фонды и запасы на разных уровнях хозяйствования; во-вторых, скорректировать структуру стада, внести изменения в плановое поголовье, определяя более выгодные варианты использования зернофуражной продукции; в-третьих, планировать и осуществлять покупку недостающих видов зерна и его продажу (в случае избытка) заблаговременно, по наиболее выгодным ценам.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Исследования вопросов совершенствования способов прогнозирования урожайности зерновых культур позволяют сделать следующие выводы и предложения:

1. Одной из ключевых задач прогнозирования является снижение степени неопределенности будущих событий. Предвидение результатов практической деятельности способствует принятию более эффективных управленческих решений и дает возможность снизить проявления негативных исходов. Особую роль прогнозные исследования играют в аграрной сфере, где степень неопределенности и риска крайне высока.

2. Качественный прогноз урожайности зерновых культур невозможно построить без научного определения теоретико-методологической основы прогнозирования. Выбор эффективных методов прогнозирования, оценка достоверности результатов прогноза и их экономическая интерпретация требуют знания основных положений методологии прогнозирования, возможностей и особенностей реализаций конкретных алгоритмов построения прогнозов. В диссертационной работе рассмотрены различные методы прогнозирования урожайности, основанные на анализе временных рядов: экспоненциального сглаживания, авторегрессионные модели, сингулярно-спектральный анализ, метод с применением рандомизированных систем итерированных функций. Проведены расчеты ретропрогноза урожайности на 2013 г., которые позволили провести сравнительный анализ алгоритмов, оценить точность и надежность прогнозов.

3. Разработка и совершенствование методов прогнозирования является актуальной задачей управления АПК и служит предметом современных исследований, поскольку традиционные методы прогнозирования не всегда способны обеспечить получение в полной мере адекватных результатов. Предложенный в работе подход базируется на предположении, что уровни ряда представляют собой некоторую проекцию динамической системы,

«продуцирующей» данный временной ряд, а синхронное рассмотрение временных рядов, имеющих одинаковые или достаточно близкие динамические модели формирования рядов, позволяет получить более надежный вариант прогноза и улучшить прогнозные расчеты.

4. Структура нестационарных временных рядов, в частности рядов урожайности, достаточно сложна, и ее определение является основным моментом в построении модели ряда и возможности ее дальнейшего использования в разработке прогноза. При корректной идентификации модели данных процессов можно добиться качественных результатов. Анализ временных рядов урожайности отдельных зерновых культур позволил сделать вывод о фрактальном характере их поведения. Это определило выбор соответствующего алгоритма –рандомизированных систем итерированных функций, который использовался для получения прогнозных значений.

5. Одной из особенностей использования этого метода является многовариантность получаемого результата. Для определения конечного прогнозного варианта был предложен метод экспертных оценок, использование которого в работе позволяет корректировать окончательный прогноз с учетом вновь открывшихся обстоятельств.

6. Прогнозирование урожайности зерновых культур имеет определенные особенности. Значительная зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от природно-климатических условий, различий в плодородии почв приводит к тому, что анализируемые временные ряды, как правило, обладают большой колеблемостью. Оценка территориального фактора оказывает значительное влияние на величину урожайности. Для проведения анализа структуры землепользования Воронежской области при решении задачи повышения надежности прогнозов была проведена процедура типологического районирования, основной целью которой являлось выделение однородных с точки зрения возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры участков.

7. Анализ динамики зернопроизводства Воронежской области показал, что снижение производства зерна в 90-е годы обусловлено трансформацией производственных и земельных отношений. Наметившийся с 2001 г. рост производства зерновых культур достиг максимального уровня 4033,0 тыс. т в 2013 г., в том числе по озимой пшенице 1791,9 тыс. т (44,4%). Этому способствовала положительная динамика развития АПК. Анализ производства отдельных зерновых культур показал, что существуют различия в агротехнологических приемах и сроках возделывания. Поэтому целесообразно проводить прогнозирование и экономические расчеты по этим культурам в отдельности.

8. Разработка сценарного подхода прогнозирования связана с элементом неопределенности. Учет всех факторов, влияющих на урожайность, является крайне сложным ввиду недостаточной их формализации и невозможности изучения воздействия этих факторов на урожайность в целом. При выборе окончательного решения необходимо учитывать возможные изменения внешних факторов. Возможным подходом к принятию такого решения является использование методов экспертного анализа.

9. Разработка перспективного баланса на основе прогнозирования зернопроизводства позволит определять внутрихозяйственные потребности, объемы зерна на реализацию, при необходимости – перераспределять зернопродукцию, создать резервные фонды, а также скорректировать структуру стада и внести изменения в плановое поголовье, определяя более выгодные варианты использования зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулаев М.А. Статистический метод выявления причины колебания урожайности/ М.А.Абдулаев // Вопросы статистики. – 2003. – №9. – С. 82-86.
2. Агаев Б.В. Организационно-экономический механизм обеспечения продовольственной безопасности / Б.В.Агаев. – М.: МСХА, 2000.
3. Агропродовольственный сектор России: на пути к рынку: Пер. с англ. / Под ред. П. Верхайма, Е. Серовой, К. Фроберга, Й. Фон Брауна. – М.: ИЭПП, 2001. – 560 с.
4. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян . – М.: ЮНИТИ, 1998. – 102 с.
5. Айзенштадт А.Л. Погода и урожай / А.Л. Айзенштадт // Зерновые культуры. – 1990. – №2. – С. 43-44.
6. Айзатов Ф.А. Устойчивое развитие: состояние, модель, стратегия / Ф.А. Айзатов. – Саранск, 1998. – 296 с.
7. Алемайкин И.Д. Справочник по планированию в животноводстве и ветеринарии / И.Д. Алемайкин, В.Т. Громов, А.А. Никитенко. – СПб: Лань, 2005. – 232 с.
8. Алтухов А. Продовольственная безопасность России: состояние и меры обеспечения / А.Алтухов, Д.Вермель, А.Гордеев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий . – 1998. – №10. – С. 6.
9. Алтухов А.И. Обеспечение продовольственной безопасности России при ее вступлении в ВТО / А.И.Алтухов // Аграрная Россия. – 2003. – № 1. – С. 9-14.
- 10.Алтухова Ю.В. Учетно-аналитическое обеспечение управления устойчивым развитием сельскохозяйственных предприятий: монография / Ю.В. Алтухова, В.Г.Широбоков. – Воронеж: Истоки, 2010. – 221 с.

- 11.Аничин В.Л. Прогнозирование урожайности / В.Л. Аничин, В.А.Жуков // Зерновые культуры. – 1994. – №3. – С. 7.
- 12.Арженовский С.В. Статистические методы прогнозирования / С.В. Арженовский, И.Н.Молчанов: учебное пособие / Ростов гос. эконом. ун-т. – Ростов – н/Д.: РГЭУ, 2001. – 74 с.
- 13.Асмус В.Ф. Античная философия / В.Ф.Асмус . – М.: Высшая школа, 1999. – 371 с.
- 14.Атлас Воронежской области / Н. Н. Ермоленко, авт. проекта, гл. редактор. – Киев: Укргеодезкартография, 1993.
- 15.Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
- 16.Афанасьев В.Н. Многомерный статистический анализ факторов уровня и устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур / В.Н. Афанасьев. – СПб. : СПбГАУ, 1995. – 83 с.
- 17.Афанасьев В.Н. Статистическое обеспечение проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства / В.Н.Афанасьев. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
- 18.Балабанов В.С. Продовольственная безопасность (международные и внутренние аспекты) / В.С.Балабанов, Е.Н. Борисенко / Российская академия предпринимательства . – М.: Экономика, 2001. – 544 с.
- 19.Бараш С.И. История неурожая и погоды в Европе (по XVI в. н. э.) / С.И. Бараш. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 237 с.
- 20.Белозерцев А.Г. Зерновое хозяйство России (1865 - 1997гг.): историко-экономический очерк / А.Г. Белозерцев . – М. ,1998. – 224 с.
- 21.Бестужев–Лада И.В. Окно в будущее. Современные проблемы социального прогнозирования / И.В. Бестужев– Лада. – М.: Мысль, 1970.
- 22.Бойко И.П. Проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства / И.П.Бойко. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1986. – 169 с.

23. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г.М.Дженкинс. – М. : Мир, 1974. – Вып. 1-2. – 406 с.
24. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows / В.П.Боровиков, Г.И. Ивченко. – М.: ФиС, 2000. – 384 с.
25. Борхунов Н. Региональные особенности государственной поддержки сельского хозяйства / Н. Борхунов // АПК: экономика и управление. – 2005. – №5. – С. 47-54.
26. Брагинский С.В. Политическая экономия: дискуссионные проблемы, пути обновления / С.В. Брагинский, Я.А.Певзнер. – М.: Мысль, 1991. – 299 с.
27. Бредих А.А. Гомодинамичность финансовых временных рядов / А.А. Бредих, А.Ю. Лоскутов // Эконофизика. Современная физика в поисках экономической теории. – М.: МИФИ, 2007. – С. 307-315.
28. Буздалов И.Н. Стратегия продовольственной безопасности России в переходных условиях / И.Н.Буздалов //Аграрная Россия. – 2003. – №5. – С. 3-6.
29. Булатов Д. Проблемы взаимоотношений США и других экономически развитых стран в сфере АПК / Д. Булатов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1996. – № 4. – С. 27-30.
30. Булатов Д. Система организации экспорта продовольствия США / Д.Булатов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1995. – №3. – С. 20-24.
31. Буховец А. Г. Использование нечетких алгоритмов классификации в задачах районирования/ А. Г. Буховец, Е. А. Семин // Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XIV Международной научно-методической конференции. Воронеж, 6 – 8 февраля 2014 г. – Том 2. – Воронеж: ВГУ. – 2014. – С. 349-352.
32. Буховец А.Г. Анализ и прогнозирование отдельных зерновых культур / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, Г.Г. Голева // Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы IX Международной научно – практической конференции 26 апреля 2013 г. – Воронеж: ВГУ, 2013. – С. 107 – 110.

33. Буховец А.Г. Выбор типичных объектов в классификационных задачах / А.Г. Буховец, Т.Я. Бирючинская, Е.О. Лаврова // Социологические методы в современной исследовательской практике. НИУ ВШЭ. – 2011. – С. 13-19.
34. Буховец А.Г. Выявление закономерностей во временном ряде температуры воздуха на основе выборочных главных компонент скользящего отрезка и оценка их полезности в долгосрочных прогнозах / А.Г. Буховец, Т.Н. Задорожная, Е.А. Семин // Методологические аспекты развития метеорологии специального назначения, экологии и систем аэрокосмического мониторинга/ Сб. научных статей по материалам I Всероссийской научно-практической конференции 27-28 мая 2014 г. – Воронеж, 2014. - С. 20 – 25.
35. Буховец А.Г. Использование метода сингулярно-спектрального анализа для прогнозирования урожайности зерновых культур / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, М.В. Горелова // Системное моделирование социально-экономических процессов. Труды 36-й Международной научной школы - семинара, Воронеж, 29 сентября - 4 октября 2013г. - Воронеж: ВГУ, 2014. - С. 369 – 372.
36. Буховец А.Г. Использование районирования зерновых культур в задачах прогнозирования урожайности / А.Г. Буховец, Е.А. Семин// Перспективы развития науки и образования/ Сб. научных трудов по материалам Международной конференции 31 января 2014г. М-во обр. и науки РФ. - Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2014. - С. 17 – 18.
37. Буховец А.Г. Использование рандомизированных систем итерированных функций в прогнозировании / А.Г. Буховец, Т.Н. Задорожная, Е.А. Семин // Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы X Международной научно-практической конференции. Воронеж, 5-7 июня 2014 г. – Воронеж: Новая книга, 2014. – С. 6-10.
38. Буховец А.Г. Использование фрактальных моделей в задачах классификации / А.Г. Буховец, Т.Я. Бирючинская, Е.А. Буховец // Системы управления и информационные технологии. – 2009. – 3.1(37). – С. 117-121.

39. Буховец А.Г. Исследование логистического уравнения: переход от порядка к хаосу / А.Г. Буховец, Т.С. Ярмонова // Финансовый вестник, ФГБОУ ВГАУ, №1(27), 2013, с. 125-129.
40. Буховец А.Г. Классификационная задача как задача системного анализа / А.Г. Буховец. // Вестник ВГУ. Серия «Системный анализ и информационные технологии». – 2006. – № 1. – С. 23 -31.
41. Буховец А.Г. Математические модели прогнозирования урожайности зерновых культур / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, Т.Я. Бирючинская, М.В. Горелова // Перспективы развития национальных агропродовольственных систем в условиях ВТО / Сборник научных трудов по материалам международной научно – практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 262 – 266.
42. Буховец А.Г. Моделирование структур данных в задачах классификации. – Palmarium Academic Publishing, Германия. – 2012. – 247 с., ISBN:978-3-659-98107-4.
43. Буховец А.Г. Моделирование фрактальных структур данных / А.Г. Буховец, Е.А. Буховец // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 3(33). – С. 4-7.
44. Буховец А.Г. О разрешимости множеств, генерируемых рандомизированной системой итеративных функций / А.Г. Буховец, Т.Я.Бирючинская // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов международной конференции. Воронеж, 26-28 сентября 2011 г.. – Воронеж: ВГУ, 2011 . – С. 90-93.
45. Буховец А.Г. О районировании урожайности ячменя Воронежской области / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, М.В. Горелова, М.В. Кучеренко // Теоретические и практические аспекты науки и образования/ Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 10 февраля 2014 г. – Волгоград: СМИ «Научный руководитель», 2014. – С. 55 – 60.
46. Буховец А.Г. О структурированности данных, моделируемых РСИФ / А.Г.

- Буховец, Е.А. Семин // Математика, компьютер, образование. Тезисы международной конференции 28 января – 2 февраля 2013 г. – Пущино - Москва-Ижевск, 2013. - С. 131.
47. Буховец А.Г. Оценка устойчивости аппроксимации структур многомерных данных рандомизированными системами итерированных функций / А.Г. Буховец, К.К. Горностаев, Е.А. Семин // Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XIII Международной научно-методической конференции, 7-8 февраля 2013 г. - Воронеж, 2013. - Т.1. - С. 263-266.
48. Буховец А.Г. Последовательное применение алгоритмов многомерной классификации/ А.Г. Буховец // Многомерный анализ социологических данных (методические указания, алгоритмы и описания программ). – М.: ИСИ АН СССР, 1981. – С. 24 – 73.
49. Буховец А.Г. Прогнозирование урожайности зерновых культур с использованием рандомизированных систем итерированных функций / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, М.В. Горелова // Вестник Воронежского ГАУ. – 2014. – № 4. – С. 303-313.
50. Буховец А.Г. Прогнозирование устойчивого производства зерна методом сингулярно-спектрального анализа / А.Г. Буховец, Ю.В. Некрасов, М.В. Горелова, Н.А. Кораблина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – №1(32). – С.138-147.
51. Буховец А.Г. Типологическое районирование производства ячменя Воронежской области / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, М.В. Кучеренко // Современная экономика: проблемы и решения. – 2014. – №4 (52). – С.139-151.
52. Буховец А.Г. Типологическое районирование урожайности озимой пшеницы Воронежской области / А.Г. Буховец, Е.А. Семин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – №1-2(41-42). – С. 279-288.

53. Васильева Н.К. Анализ устойчивости продовольственной безопасности в регионах юга России / Н.К. Васильева, С.М.Разниченко, В.П.Васильев // Тр. Куб. ГАУ. – 2012. – В.2 (35). – С. 15-21.
54. Векленко В.И. Экономические проблемы устойчивости и повышения эффективности земледелия / В.И.Векленко. – Курск: КСХА, 1999. – 216 с.
55. Вермель Д. Проблемы продовольственной безопасности России. Международные и внутренние аспекты / Д. Вермель, Ю. Хромов // АПК: экономика и управление. – 1997. – № 1. – С. 5.
56. Вермель Д. Продовольственная безопасность России: региональные проблемы / Д. Вермель // Никоновские чтения. – 1998: Аграрные доктрины двадцатого столетия: уроки на будущее / Всероссийский институт аграрных проблем и информатики. – М.: Энциклопедия сел и деревень, 1998. – С. 51.
57. Владимирова Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка / Л.П.Владимирова: учебное пособие. – М. – Дашков и К, 2000. – 308 с.
58. Власов Д.В. Повышение эффективности АПК на основе совершенствования налоговых отношений: автореф. дис.... канд. эконом. наук / Д.В.Власов. – Воронеж, 2001. – 20 с.
59. Власова Л.С. Прикладной потенциал прогнозов урожая / Л.С. Власова. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – 137с.
60. Влияние неурожая на народное хозяйство. – 4.1. – М., 1927. – 163с.
61. Воеводин В.В. Энциклопедия линейной алгебры. Электронная система ЛИНЕАЛ / В.В.Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 544 с.
62. Воронежская область. Статистический бюллетень 2010: стат. бюл. / Воронежстат. – Воронеж, 2011. – 76 с.
63. Воронежская область. Статистический бюллетень 2011: стат. бюл. / Воронежстат. – Воронеж, 2012. – 76 с.
64. Воронежская область. Статистический бюллетень 2012: стат. бюл. / Воронежстат. – Воронеж, 2013. – 76 с.

65. Воронежская область. Статистический бюллетень 2013: стат. бюл. / Воронежстат. – Воронеж, 2014. – 76 с.
66. Воронежская область. Статистический сборник 2011: стат. сбор. / Воронежстат. – Воронеж, 2012. – 82 с.
67. Воронежская область. Статистический сборник 2012: стат. сбор. / Воронежстат. – Воронеж, 2013. – 82 с.
68. Гайсин Р.С. Механизм формирования и развития конъюнктуры рынка продовольствия (вопросы теории и методологии) / Р.С. Гайсин. – М.: Таурис Альфа, 1998. – 128 с.
69. Глуховцев В.В. Роль сортов и внешней среды в управлении урожайностью и качеством зерна яровой пшеницы В.В. Глуховцев, А.П. Головоченко, Н.А. Головоченко // Известия Оренбургский ГАУ. – 2006. - №11 – 1(Т.3). – С. 7 – 9.
70. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов: учебное пособие / Н. Э. Голяндина. – СПб.: СПбГУ, 2004. – 76 с.
71. Гордеев А. Обеспечение продовольственной безопасности России – задача стратегическая / А. Гордеев // АПК: экономика и управление. – 1998. – № 8. – С. 3.
72. Горичева Л. Естественно – природные условия развития национальных хозяйств России и Западной Европы / Л. Горичева // МЭиМО. – 2004. – № 3. – С. 27-28.
73. Государственное регулирование земельных отношений / Под ред. А.А. Варламова, В.С. Шаманаева. – М.: Колос, 2000. – 264 с.
74. Грей К. Государственное регулирование сельскохозяйственного производства СССР и США: сравнительный анализ / К. Грей // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – № 1.
75. Гринева И.В. Об одном способе классификации данных урожайности. / И.В. Гринева, С.Н. Дементьев, В.Г. Раскин, Л.П. Яновский. – Воронеж: ВГАУ, 1994. – 30 с. – Деп. во ВНИИТЭИагропром. – № 63 ВС – 94.
76. Губайдуллина В.И. Государственная поддержка сельского хозяйства в

- США и России / В.И. Губайдуллина // Американский опыт развития сферы агробизнеса и экономического развития: сборник науч. статей участников «Программы обмена профессорско-преподавательскими составами». – Вашингтон, 2005 . – С. 11-14.
77. Гумеров Р.Р. Концепция продовольственной безопасности – основа современной аграрной политики (вопросы методологии и практики) / Р.Р. Гумеров // Аграрная Россия. – 2003. – № 5 . – С. 12-17.
78. Гусманов И. Место и роль России на мировом рынке продовольствия /И. Гусманов // Международный государственный журнал. – 2000. – № 6. – С. 30-31.
79. Гусманов И.У. Продовольственная безопасность региона (на материалах Республики Башкортостан / И.У. Гусманов. – Уфа, 2000. – 62 с.
80. Давнис В.В. Эконометрические методы прогнозирования / В.В. Давнис, В.И. Тинякова. – Воронеж: ЦНТИ, 2009. – 235 с.
81. Данилов Д.Л. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница». / Д.Л. Данилов, А.А. Жиглявский. – СПб.: СПбГУ, 2007, – 308 с.
82. Данкверт С. Государственная поддержка агропроизводства в Канаде / С. Данкверт, В. Лавровский // АПК: экономика и управление. – 2004. – №7. – С. 54-61.
83. Даркин Р.М. Районирование зернового хозяйства как метод экономико-географического исследования отрасли/ Р.М. Даркин // Известия Пензенского гос. пед. ун-та. им. В.Г.Белинского. – 2006. – № 1 (5). – С. 206-210.
84. Дементьев С.Н. Использование методов спектрального анализа для прогноза урожайности зерновых культур с годичной заблаговременностью/ С.Н. Дементьев, Т.Е. Хоршева, Л.П.Яновский. – Воронеж: ВГАУ, 1996. – 11 с. – Деп. в НИИТЭИагропром. – № 27 ВС –96.
85. Добросоцкий В. Проблемы импортозамещения продукции АПК в России / В. Добросоцкий // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1999.

– № 6. – С. 28-29.

86. Добрынин В.А. Актуальные проблемы экономики агропромышленного комплекса / В.А.Добрынин: учебное пособие. – М.: МСХА, 2001. – 402 с.
87. Доманов Н. М. Эффективность технологий возделывания озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсивности и погодных условий /Н. М. Доманов, П. И. Солнцев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (30). – С. 25-28.
88. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования: учебное пособие для вузов / Т.А.Дуброва // . – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 206 с.
89. Дьяконов В. МATHCAD 8/2000: специальный справочник / В Дьяконов. – СПб: Питер, 2001. – 592 с.
90. Дятлов С.А. Мировое неравновесие: финансовый аспект / Дятлов С. А. // Равновесие и неравновесие социально-экономических систем / Под ред. А. И. Добрынина, Д. Ю. Миропольского. — СПб. : СПб ГУЭФ, 1998. – 184 с.
91. Елисеев В.С. Проблемы совершенствования механизма государственно – правового регулирования аграрных отношений в государственном секторе экономики (на примере законодательства республики Беларусь и Российской Федерации / В.С.Елисеев. – Калуга: АКФ «Политоп», 2001.
- 92.Ерохин А.Н. Законы устойчивости воспроизводства и их использование в управлении АПК / А.Н.Ерохин . – Воронеж: ВГАУ, 2006. – 130 с.
93. Жуков В. Зарубежный опыт и проблемы развития агропромышленного комплекса России /В.Жуков, Н. Родионова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1996. – № 1. – С. 37-40.
- 94.Жулега И. А. Методология анализа финансового состояния предприятия / И. А. Жулега. – СПб, 2006.
- 95.Загайтов И.Б. Прогноз колебаний природных условий сельскохозяйственного производства и всемирная статистика урожаев/ И.Б. Загайтов, Л.С.Воробьева. – Воронеж: ВГАУ, 1998. – 215с.
- 96.Загайтов И.Б. Предсказание, предвидение, прогноз в планировании воспроизводства: монография / И.Б. Загайтов, Л.П. Яновский. – Воронеж:

ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2011. – 274 с.

97. Загайтов И.Б. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства / И.Б. Загайтов, П.Д. Половинкин. – М.: Экономика, 1984. – 40с.
98. Загайтов И.Б. Экономическое предвидение и экономический прогноз / И.Б. Загайтов, А.Н. Михайлов: лекция. – Воронеж, 1994. – 38 с.
99. Зайцев О.Н. Экономическая устойчивость предприятия / О.Н. Зайцев // Экономическое возрождение России. – 2006. – №4. – С. 67-71.
100. Зельднер А. Приоритеты, институты и механизмы выхода аграрной сферы из кризиса в XXI веке / А. Зельднер. – М.: Институт экономики РАН, 2000.
101. Иванов И.А. Методологические основы устойчивого развития аграрного сектора / И.А. Иванов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2011. – № 16. – С. 109-120.
102. Измалков А. А. Состояние и тенденции развития сельского хозяйства в Воронежской области / А. А. Измалков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 221- 231.
103. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – М., 1965.
104. Кадыров С.В. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник / С.В. Кадыров, В.А. Федотов. – Воронеж: ИПФ «Воронеж», 2005. – 544 с.
105. Каяйкина М.С. Ретроспективная проверка методики прогнозирования урожайности по тренду и колеблемости / М.С. Каяйкина, М.М. Юзбашев // Научные труды ЛСХИ. – Л. – Пушкин: ЛСХИ, 1978. – Т. 357. – С. 10-15.
106. Кислов А.В. Проблемы повышения устойчивости производства зерна в современных условиях развития АПК / А.В. Кислов. – Оренбург: ОГАУ, 2006. – С. 39-41.

107. Князевский В.С. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.С. Князевский, И.В. Житников: учеб. пособие. – Ростов – на – Дону: РГЭА, 1998. – 161 с.
108. Ковырялов Ю.П. Зерновое хозяйство СССР: тенденции, достижения, проблемы/ Ю.П.Ковырялов, С.И.Бараш // Зерновое хозяйство. – 1987. – №11. – С. 9.
109. Коган Ф.Н. Погода, культура земледелия и изменчивость урожайности зерновых/ Ф.Н. Коган // Метеорология и гидрология. – 1977. – № 7. – С. 74-82.
110. Коровин Г.Г. О законодательном обеспечении развития сельского хозяйства России / Г.Г. Коровин // Проблемы правового регулирования аграрных отношений и развития аграрно-продовольственных рынков в в Российской Федерации: матер. Всерос. науч.- практ. конф. – М.: МГЮА, 2006. – С. 70-80.
111. Коровкин В. Внешнеэкономическая деятельность организаций (предприятий) АПК России / В. Коровкин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1998. – № 2. – С. 36-42.
112. Коровкин В. Глобализация решения проблемы продовольственной безопасности России / В. Коровкин, Д. Казеннов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2001. – №3. – С. 44-56.
113. Коровкин В. Обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации / В. Коровкин // Международный сельскохозяйственный журнал . – 1996. – № 3. – С. 52-59.
114. Коровкин В. Развитие сельского хозяйства Франции на современном этапе / В. Коровкин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1998. – № 1. – С. 28-33.
115. Коровкин В. Развитие фермерских хозяйств в капиталистических странах, СНГ и Восточной Европе /В Коровкин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1995. – № 3. – С. 13-20.
116. Костяев А.И. Национальная и региональная продовольственная

- безопасность /А.И.Костяев, М.У.Тимофеев // Региональная экономика: стабилизация и развитие. – М.: МСХА, 2000. – Т. 1. – С. 500-517.
117. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е.И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 632 с.
118. Кресникова Н. Обязательства участников ВТО в аспекте Соглашения по сельскому хозяйству / Н. Кресникова // АПК: экономика и управление. – 2005. – № 3. – С. 55-58.
119. Кричевский М.Л. Интеллектуальные методы в менеджменте/ М.Л. Кричевский. – СПб:Питер, 2005. – 304 с.
120. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. / Р.М. Кроновер. – М.: Техносфера, 2006. – 488 с.
121. Крылатых Э.Н. Аграрные аспекты присоединения к ВТО стран СНГ /Э.Н. Крылатых, О.Г.Строкова// Аграрная Россия. – № 1. – С. 15-20.
122. Крюков А.Ф. Прогнозирование урожайности / А.Ф.Крюков, С.В.Туракевич // Зерновое хозяйство. – 2002. – №5. – С. 13-15.
123. Крюков В.Г. Зерновое хозяйство: территориальная организация и эффективность производства /В.Г. Крюков, Л.И. Раковецкая. – М.:МГУ, 1990. – 136 с.
124. Крюков В.Г. Территориальная организация сельского хозяйства / В.Г. Крюков – М.: Мысль, 1978. – С.73.
125. Крянев А.В. Математические методы обработки неопределенных данных /А.В.Крянев, Г.В. Лукин. – М.: Физматлит, 2003. – 216 с.
126. Куделя Е.А. Модели и методы поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей в переходной экономике России: автореф. дис.... канд.эконом. наук / Е.А. Куделя. – Майкоп, 1999. – 20 с.
127. Кузнецов С.П. Динамический хаос / С.П. Кузнецов. – М.: Физматлит, 2006. – 356 с.
128. Кузнецова О. Теоретические основы государственного регулирования экономического развития регионов / О. Кузнецова // Вопросы экономики. – 2002. – № 4. – С. 46-66.

129. Лапыгин Ю.Н. Экономическое прогнозирование: Учеб. Пособие. / Ю.Н. Лапыгин, В.Е. Крылов, А.П. Чернявский. – М.: Эксмо, 2009. – 256 с.
130. Лиферт У.М. Продовольственная безопасность России вне опасности / У.М. Лиферт // Круглый стол по вопросам продовольственной и аграрной политики. – 1996. – № 1. – С. 6-11.
131. Личко К.П. Прогнозирование и планирование аграрно - промышленного комплекса: учебник / К.П. Личко. – М.: Гардарики, 1999. – 264 с.
132. Лоскутов А.Ю. Очарование хаоса/ А.Ю.Лоскутов // Успехи физических наук. – 2010. – Т. 180, №12. – С. 1305-1329.
133. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования / Ю. П. Лукашин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
134. Лысоченко А.А. Система и механизм обеспечения продовольственной безопасности региона в условиях переходной экономики России (на примере АПК Ростовской области): дис. канд. эконом. наук / А.А.Лысоченко. – Ростов – на – Дону., 2002. – 20 с.
135. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / К.Д. Льюис. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 130 с.
136. Магнус Я.Р. Матричное дифференциальное исчисление с приложениями к статистике и эконометрике / Я.Р. Магнус, Х. Нейдеккер. – М.: Физматлит, 2002. – 495 с.
137. Магнус Я.Р. Эконометрика / Я.Р.Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – М.: Дело, 2003. – 452 с.
138. Макконнелл К.Р. Экономика: Принципы, проблемы и политика: Т 1 -2: Пер. с англ. К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю. – М.: Республика, 1995. – Т. 1. – 400 с.: Т. 2. – 400 с.
139. Максютов Н.А. Приемы повышения плодородия почвы и урожая в степном Оренбуржье/ Н.А. Максютов // Зерновые культуры. – 1994. – №4. – С. 12-14.

140. Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы / Б. Мандельброт. – М. – Ижевск, 2004. – 256 с.
141. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
142. Манелля А.И. О методическом подходе к анализу продовольственной ситуации в регионах России/ А.И.Манелля, И.В. Кудрявцева // Вопросы статистики. – 2003. – №12. – С. 51-58.
143. Манелля А.И. Оперативное прогнозирование производства сельскохозяйственной продукции в текущем году / А.И. Манелля // Вопросы статистики. – 1997. – №9 . – С. 13.
144. Маркин Б.К. Моделирование урожайности зерновых / Б.К.Маркин // Зерновые культуры. – 1997. – №4. – С. 6-8.
145. Маркс К. Сочинения. – Изд. второе. – Т.8./ К. Маркс, Ф. Энгельс – М.: Госполитиздат, 1957. – 705 с.
146. Маслаков В.В. Научные основы формирования системы продовольственной безопасности индустриально-аграрного региона / В.В.Маслаков // Институт истории и археологии УрО РАН; УрГСХА. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 1998. – 320 с.
147. Маслаков В.В. Сущность и уровни продовольственной безопасности / В.В.Маслаков // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1998. – № 3. – С. 33-35.
148. Милосердов В. Продовольственная безопасность России / В. Милосердов// Международный сельскохозяйственный журнал. – 1997. – № 1. – С. 30-34
149. Михайлов А. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур/ А.Михайлов // АПК: экономика и управление. – 1992. – №1. – С. 81-83.
150. Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов. – Москва – Ижевск, 2002. – 160 с.

151. Мязин Н.Г. Система удобрения/ Н.Г. Мязин. – Воронеж: ВГАУ, 2009. – 350 с.
152. Наумов А. Эффективность освоения передовых технологий производства и переработки зерна / А. Наумов // АПК: экономика, управление. – 2004. – №5. – С. 49-58.
153. Нейбауэр В.П. Прогнозирование урожайности методом экстраполяции/ В.П.Нейбауэр // Труды Омского СХИ. – 1975. – Т. 142. – С. 68-71.
154. Нечаев В.И. Оценка устойчивости развития аграрного сектора / В.И. Нечаев, Н.К. Васильева, С.Д. Фетисов // Экономика сельского хозяйства России. – 2010. – №2 – С. 52-62.
155. Новикова Э.А. Особенности управления рисками в аграрной сфере для устойчивого развития сельского хозяйства / Э.А. Новикова // Вестник АлтайГАУ. – 2007. – №8(34). – С. 71-73.
156. Обухов В.М. Урожайность и метеорологические факторы/ В.М.Обухов. – М.: Госпланиздат, 1949 . – 318 с.
157. Основные направления повышения устойчивости и эффективности зернового производства /В.И. Нечаев, В.В. Моисеев, В.В.Бондаренко, Г.В.Черных, Е.А.Блинникова, Б.В. Ковтуненко. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 402 с.
158. Отчет о выполнении Воронежским ГАУ тематического плана – задания на тему «Обоснование качественных и количественных прогнозов урожайности зерновых культур на 2010 – 2011 годы в РФ и ряде регионов страны на основе технологии «ЗОНТ» / И.Б. Загайтов, Вл.С. Филонов и др. – Воронеж: ВГАУ, 2010. – 238 с.
159. Оценка параметров рандомизированных систем итерированных функций в классификационных задачах / А.Г. Буховец, Т.Я. Бирючинская, О.И. Канищева, Д.В. Грачиков // Современные проблемы и перспективные направления развития авиационных комплексов и систем военного назначения, форм и способов их боевого применения: сб. научных статей

- Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, 22-23 ноября 2011 г. – Ч. 3. – Воронеж: ВАИУ, 2011. – С. 26-31.
160. Парахин Н.В. Устойчивость растениеводства как главный фактор развития АПК / Н.В. Парахин. – Орел: ОрелГАУ, 2011. – №2. – С. 2-4.
 161. Пасов В.М. Пути увеличения заблаговременности составления прогноза урожая сельскохозяйственных культур /В.М.Пасов // Труды ИЭМ: Вып. 22. – 1971. – С. 82-88.
 162. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка: Пер. с англ. / Э.Петерс . – М.: Мир, 2000. – 333 с.
 163. Полевой А.Н. Динамико-статистические методы прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур/ А.Н.Полевой // Метеорология и гидрология. – 1981. – №2. – С. 92-102.
 164. Полевой А.Н. О прогнозе случайной составляющей временных рядов урожайности ярового ячменя/ А.Н.Полевой // Метеорология и гидрология. – 1975. – №4. – С. 84-90.
 165. Посевные площади сельскохозяйственных культур под урожай 2013 г. / Стат. бюл. – Воронеж: Воронежстат, 2013. – 52 с.
 166. Постановление ГД ФС РФ от 28.09.2001 № 1929-III ГД "О Федеральном законе "О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации" (проект № 90003870-3)"
 167. Постановление Правительства Воронежской области от 13 декабря 2013 г. N 1088 "Об утверждении государственной программы Воронежской области "Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и инфраструктуры агропродовольственного рынка"
 168. Посыпанов Г.С. Растениеводство / Г.С.Посыпанов. – М.: Колос, 1997. – 447 с.
 169. Прокаев В.И. Основы методики физико-географического районирования / В.И. Прокаев. – Л., 1967; Современные проблемы природного районирования, М., 1975;

170. Прудников А.Г. Краткосрочный прогноз производства зерна / А.Г.Прудников. – М.: Госагропромиздат, 1989. – 120 с.
171. Развитие агропромышленного комплекса Оренбургской области в 2000 году // Экономика сельского хозяйства России. – 2000. – №4. – С. 21.
172. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др. // Под ред. П. П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
173. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / Под ред. В.А. Федотова, В.В. Коломейченко. – Воронеж: ЦДВ Черноземного края 1998. – 464 с.
174. Раунер Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур / Ю.Л.Раунер. – М.: Наука, 1981. – 163 с.
175. Розова С.С. Классификационная проблема в современной науке / С.С. Розова . – Новосибирск: Наука, 1986. – 223 с.
176. Романенко Г. Залог продовольственной безопасности страны / Г. Романенко // Экономика сельского хозяйства России. – 2000. – №3. – С. 3-4.
177. Романовский М.Ю. Введение в эконофизику. Статистические и динамические модели / М.Ю. Романовский, Ю.М. Романовский. – М. – Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. – 280 с.
178. Семин Е.А. Состояние и тенденции развития зернопроизводства в Воронежской области / Е.А. Семин, З.П. Меделяева, // Актуальные проблемы менеджмента в экономике XXI века / Сб. научных трудов по материалам международной научно – практической конференции. – Ярославль: ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2014. – С. 63 – 73.
179. Семин Е.А. Статистико – экономический анализ производства зерна в регионе / Е.А. Семин // Вестник Воронежского ГАУ. - 2014. - № 3. – С. 263 – 269.
180. Солодовников А.С. Математика в экономике: Учебник: В 2-х ч./ А.С. Солодовников, В.А. Бабайцев, А.В. Браилов. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 224 с.

181. Сошникова Л.А. Многомерный статистический анализ в экономике /Л.А.Сошникова, В.Н.Тамашевич, Г.Уебе, М.Шедор: учебное пособие для вузов / Под ред. проф. В.Н.Тамашевича. – М.: ЮНИТИ - ДАНА, 1999. – 598 с.
182. Статистическое моделирование и прогнозирование / Под ред. А.Г. Грандберга. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 382 с.
183. Стрелков Е.А. Теория катастроф и устойчивость зернового хозяйства/ Е.А.Стрелков, Л.И.Кочетков // Зерновые культуры. – 1995. – №3. – С. 8-10.
184. Субботин А.Л. Классификация / А.Л.Субботин. – М.: ИФ РАН, 2001. – 95 с., ISBN: 5-201-02046-1.
185. Типология и классификация в социологических исследованиях / Отв. ред. В.Г. Андреенков, Ю.Н. Толстова. – М.: Наука, 1982. – 296 с.
186. Толстова Ю.Н. Измерение в социологии: Курс лекций / Ю.Н. Толстова. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 224 с.
187. Травин И.С. Агробιοлогический прогноз урожайности / И.С.Травин // Зерновые культуры. – 1994. – №3. – С. 6-7.
188. Тюрин Ю.Н. Анализ данных на компьютере/ Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров/ Под ред. В.Э. Фигурнова. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 544 с.
189. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е.С.Уланова. – Л.: Гидрометеοиздат, 1975. – 302 с.
190. Федеральный закон «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации».
191. Федерер Г. Геометрическая теория меры: Пер. с англ./Под ред. А. Г. Витушкина. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1987. – 760 с.
192. Федотов В.А. Пивоваренный ячмень России / В.А. Федотов. – М., 2006. – 268 с.
193. Физико-геοграфический район и его содержание. – М., 1956; Михайлов Н. И. Физико-геοграфическое районирование. – М., 1967.

194. Физико-географическое районирование СССР. Обзор опубликованных материалов. – М., 1960.
195. Физико-географическое районирование СССР. Характеристика региональных единиц. – М., 1968.
196. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А.А. Халафян. – М.: Бином – Пресс, 2010. – 528 с.
197. Харрари Ф. Теория графов/ Ф.Харрари. – М.: Мир, 1973. – 301 с. (Изд. 3-е. – М.: КомКнига, 2006. – 296 с.).
198. Цикличность погоды и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур / А.Ф. Игуменцев, Н.Г Шикота, Э.К. Лазуренко, Г.Ф. Григоренко. – Луганск, 1990. – 48 с.
199. Чистякова А. А. Идентификация структуры нестационарного временного ряда при помощи метода сингулярного спектрального анализа / А.А.Чистякова, Б.В.Шамша // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2011. – № 4(52). – С. 168.
200. Чичасов Г.Н. Прогноз урожайности яровой пшеницы / Г.Н.Чичасов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1988. – №8. – С. 23-27.
201. Шляйферт М.А. Управление равновесием социально-экономических систем и процессов / М.А. Шляйферт. – СПб., 1997. – 197 с.
202. Юзбашев М.М. Статистический анализ тенденций и колеблемости / М.М. Юзбашев, А.И. Манелля. – М.: ФиС, 1983. – 207 с.
203. Яновский Л.П. Введение в эконометрику. – 3-е изд., стер. / Л.П. Яновский, А.Г. Буховец. – М.: КНОРУС, 2010. – 256 с.
204. Hutcthinson J.E. Fractals and Self Similararity. Indiana University Mathematics Journal, vol. 30, #5, 1981, pp. 713-747.
205. Problemy regionalizacji fizyczno-geograficznej, Warsz., 1968; Theoretische Probleme der physisch-geographischen Raumgliederung, Brat., 1972.
206. <http://biofile.ru/geo/7410.html>
207. <http://docs.cntd.ru/document/902021785>
208. <http://docs.pravo.ru/document/view/56737522/64714419/>

- 209. http://gildiya-avtorov.ru/tver/Prirodno-selskohozyaystvennoe_rayonirovanie.html
- 210. http://gma-fffff.narod.ru/PSH-CFO/Rahmanina-P-S-H.htm#_Toc271497397
- 211. <http://priroda36.ru/klimat-voronezhskoj-oblasti/obwaja-harakteristika-klimata.html#температура>
- 212. <http://slovari.yandex.ru/>
- 213. <http://www.gistatgroup.com>
- 214. <http://www.gks.ru/>
- 215. <http://www.govvrn.ru/wps/wcm/connect/vrnmain/main>
- 216. http://www.innoros.ru/voronezhskaya_oblast/karta-voronezhskoi-oblasti
- 217. http://www.innoros.ru/voronezhskaya_oblast/karta-voronezhskoi-oblasti
- 218. <http://www.intrados.ru/region/voronegskaya.php>
- 219. <http://www.jetradio.ru/biznes-analitika-str101.html>
- 220. http://www.neuroproject.ru/articles_arima_vs_winters.php
- 221. <http://zemsvit.blox.ua/2014/07/Postroenie-retroprognoza-modeli.html>

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

П. А.1 Статистические характеристики классов ячменя в Воронежской области.

Variable	Descriptive Statistics Knacc 1				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Верхнехавский район	37	20,67	8,10	32,98	6,16
Нижнедевицкий район	37	21,95	8,50	39,54	7,52
Рамонский район	37	23,29	7,10	40,70	8,56
Репьевский район	37	20,18	6,20	40,77	7,21
Семилукский район	37	23,65	9,50	44,39	7,70
Хохольский район	37	20,89	6,70	35,69	7,02

Variable	Descriptive Statistics Knacc 2				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Лискинский район	37	23,55	3,20	43,31	8,85
Каширский район	37	20,41	5,40	35,17	7,00
Острогожский район	37	19,03	5,60	46,87	8,28
Бобровский район	37	18,78	4,00	34,58	7,13
Каменский район	37	17,65	2,90	29,10	7,02
Павловский район	37	17,36	2,49	33,52	7,33

Variable	Descriptive Statistics Knacc 3				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Панинский район	37	22,41	6,90	36,06	7,23
Аннинский район	37	21,77	3,30	36,92	7,54
Новоусманский район	37	21,45	9,11	35,09	7,11
Таловский район	37	20,89	3,00	35,40	7,42
Эртильский район	37	19,84	3,70	33,80	7,13
Терновский район	37	18,55	2,00	33,62	6,85
Бутурлиновский район	37	17,78	2,30	30,50	7,00
Грибановский район	37	15,74	1,10	28,30	6,72
Новохоперский район	37	13,84	0,26	24,30	6,12
Поворинский район	37	13,50	0,80	25,32	6,47
Борисоглебский район	37	11,59	0,56	22,20	6,19

Variable	Descriptive Statistics Knacc 4				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Россошанский район	37	18,05	5,49	30,60	7,06
Ольховатский район	37	16,99	3,60	40,24	7,94
Подгоренский район	37	16,56	3,09	32,08	7,11
Верхнемамонский район	37	16,01	2,40	31,80	7,69
Кантемировский район	37	14,71	3,91	27,90	6,56
Богучарский район	37	12,64	1,30	27,90	6,52

Variable	Descriptive Statistics Класс 5				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Калачеевский район	37	17,27	3,49	30,10	6,87
Воробьевский район	37	17,22	2,20	29,50	7,37
Петропавловский район	37	12,03	1,57	22,80	5,61

П. А.2 Результаты построения кластеров для классов ячменя.

Variable	Descriptive Statistics for 3 Clusters (Ячмень_урожайность) Cluster contains 23,5% 53% и 23,5%					
	Mean 1 cluster	Standard Deviation	Mean 2 cluster	Standard Deviation	Mean 3 cluster	Standard Deviation
Семилукский район	13,57	2,73	23,88	2,50	33,41	4,82
Рамонский район	12,89	4,94	23,62	4,14	32,89	6,25
Нижнедевицкий район	12,19	2,65	22,45	3,78	31,23	3,54
Хохольский район	10,79	2,39	22,07	2,93	29,31	2,56
Верхнехавский район	13,04	3,33	21,01	3,38	28,33	2,64
Репьевский район	12,01	3,97	19,89	3,45	28,70	5,81

Variable	Descriptive Statistics for 3 Clusters (Ячмень_урожайность) Cluster contains 26%, 40% и 34%					
	Mean 1 cluster	Standard Deviation	Mean 2 cluster	Standard Deviation	Mean 3 cluster	Standard Deviation
Лискинский район	13,34	6,22	22,70	2,52	32,84	4,46
Каширский район	12,34	3,36	20,14	3,33	27,29	4,65
Острогожский район	10,65	4,24	17,80	4,21	27,34	6,27
Бобровский район	10,45	3,51	18,17	3,00	26,14	4,07
Каменский район	9,28	3,25	17,70	4,64	24,22	3,15
Павловский район	8,37	3,85	17,47	2,69	24,04	5,11

Variable	Descriptive Statistics for 3 Clusters (Ячмень_урожайность) Cluster contains 26%, 40% и 34%					
	Mean 1 cluster	Standard Deviation	Mean 2 cluster	Standard Deviation	Mean 3 cluster	Standard Deviation
Панинский район	13,89	3,89	22,32	4,19	29,48	3,58
Аннинский район	13,06	5,98	21,83	3,89	28,62	3,56
Новоусманский район	13,16	2,63	20,54	3,12	29,16	3,67
Таловский район	12,18	5,50	20,97	3,73	27,48	4,00
Эртильский район	11,40	5,09	19,45	2,47	27,01	3,38
Терновский район	10,52	4,91	19,22	3,26	24,43	4,69
Бутурлиновский район	9,00	3,75	18,35	3,69	23,53	4,67
Грибановский район	7,10	3,90	15,94	2,52	22,23	3,00
Новохоперский район	6,00	3,51	14,92	2,73	19,02	3,84
Поворинский район	4,70	3,19	14,82	3,36	18,87	2,66
Борисоглебский район	3,54	2,55	12,13	3,16	16,90	3,84

Variable	Descriptive Statistics for 3 Clusters (Ячмень_урожайность) Cluster contains 37%, 39% и 24%					
	Mean 1 cluster	Standard Deviation	Mean 2 cluster	Standard Deviation	Mean 3 cluster	Standard Deviation
Россошанский район	13,34	6,22	19,48	1,83	26,88	2,65
Ольховатский район	12,34	3,36	19,41	4,18	24,76	6,56
Подгоренский район	10,65	4,24	19,77	3,68	23,06	4,90
Верхнемамонский район	10,45	3,51	17,80	3,07	25,53	3,91
Кантемировский район	9,28	3,25	15,57	2,01	23,42	3,24
Богучарский район	8,37	3,85	12,56	3,32	22,00	3,05

Variable	Descriptive Statistics for 3 Clusters (Ячмень_урожайность) Cluster contains 47%, 40% и 13%					
	Mean 1 cluster	Standard Deviation	Mean 2 cluster	Standard Deviation	Mean 3 cluster	Standard Deviation
Калачеевский район	11,43	4,442	21,07	2,39	26,16	4,15
Воробьевский район	10,97	4,631	21,40	3,01	26,90	2,80
Петропавловский район	8,15	3,499	13,73	3,63	21,24	1,25

П. А.3 Результаты построения ретропрогноза урожайности ячменя на 2013 г.

Районы	Ретропрогноз на 2013 г Ячмень Класс 1							
	Факт 2013 г	Прогно з	Ошибка (%)	Прогно з	Ошибка а	Прогно з	Ошибка (%)	Средне е
Верхнехавский	27,80	27,51	1,05	24,45	12,05	30,34	9,14	27,45
Нижедевицкий	27,60	29,88	8,26	25,88	6,24	33,19	20,27	29,72
Рамонский	22,70	23,19	2,17	18,95	16,54	26,91	18,54	23,07
Репьевский	17,40	24,26	39,45	21,43	23,18	27,67	59,00	24,40
Семилукский	25,40	28,18	10,93	24,36	4,11	31,70	24,79	28,11
Хохольский	29,30	27,12	7,45	22,63	22,78	29,76	1,57	26,68

Районы	Ретропрогноз на 2013 г Ячмень Класс 2							
	Факт 2013 г	Прогно з	Ошибка (%)	Прогно з	Ошибка а	Прогно з	Ошибка (%)	Средне е
Бобровский	22,00	18,55	15,70	24,66	12,09	28,17	28,07	22,46
Каменский	20,10	18,56	7,66	25,23	25,53	27,27	35,65	22,64
Каширский	25,00	18,43	26,29	24,30	2,80	27,95	11,80	22,21
Лискинский	29,40	24,47	16,78	31,16	5,97	35,91	22,15	28,84
Острогожский	25,00	19,13	23,48	26,32	5,29	30,04	20,17	23,68
Павловский	15,90	14,76	7,19	20,15	26,74	23,89	50,24	18,27

Районы	Ретропрогноз на 2013 г Ячмень Класс 3							
	Факт 2013 г	Прогно з	Ошибка (%)	Прогно з	Ошибк а	Прогно з	Ошибка (%)	Средне е
Аннинский	24,70	21,12	14,49	25,55	3,45	29,60	19,84	25,77
Борисоглебский	8,10	7,71	4,81	12,56	55,08	15,20	87,62	12,19
Бутурлиновский	13,30	11,78	11,46	16,76	26,04	19,68	47,96	16,45
Грибановский	16,60	13,03	21,49	17,80	7,21	21,52	29,63	17,82
Новоусманский	25,00	21,24	15,05	25,03	0,13	30,19	20,75	25,80
Новохоперский	18,80	10,44	44,48	15,16	19,36	17,56	6,58	14,74
Панинский	27,80	26,16	5,91	30,76	10,66	35,04	26,04	31,01
Поворинский	15,10	10,34	31,54	16,06	6,34	18,40	21,85	15,35
Таловский	20,70	16,12	22,14	20,62	0,39	24,37	17,72	20,72
Терновский	24,80	16,15	34,90	20,92	15,65	23,82	3,93	20,66
Эртильский	22,80	17,12	24,91	21,36	6,33	25,69	12,69	21,73

Районы	Ретропрогноз на 2013 г Ячмень Класс 4							
	Факт 2013 г	Прогно з	Ошибка (%)	Прогно з	Ошибк а	Прогно з	Ошибка (%)	Средне е
Богучарский	17,80	12,90	27,53	7,94	55,37	21,67	21,74	13,15
Верхнемамонский	17,10	17,99	5,20	8,94	47,75	25,10	46,77	16,34
Кантемировский	12,50	15,37	22,93	8,60	31,21	22,78	82,27	14,63
Ольховатский	17,80	21,90	23,05	12,87	27,73	27,06	52,01	19,79
Подгоренский	20,90	21,33	2,08	11,70	44,02	24,56	17,53	18,55
Россошанский	17,00	18,82	10,72	10,95	35,59	25,82	51,88	17,58

Районы	Ретропрогноз на 2013 г Ячмень Класс 5							
	Факт 2013 г	Прогно з	Ошибка (%)	Прогно з	Ошибк а	Прогно з	Ошибка (%)	Средне е
Воробьевский	15,70	15,79	0,56	22,60	43,96	6,84	56,43	16,54
Калачеевский	16,80	15,29	9,01	21,67	28,98	6,84	59,31	15,97
Петропавловский	13,80	11,50	16,66	17,23	24,85	6,60	52,19	12,75

П. А.4 Прогнозные значения урожайности ячменя районов Воронежской области на 2015 г., ц/га

Районы	Урожайность за 2014г.	Варианты прогнозов на 2015г.		
		1 вариант	2 вариант	3 вариант
Верхнехавский	29,6	16,2	23,6	30,7
Нижедевицкий	37,5	17,5	27,0	35,9
Рамонский	33,5	16,7	26,7	35,3
Репьевский	33,1	16,3	23,9	32,4
Семилукский	32,7	16,9	26,6	35,5
Хохольский	36,0	15,9	26,4	34,0
Бобровский	35,5	12,5	19,7	28,1
Каменский	34,9	11,1	18,8	26,0
Каширский	31,1	14,7	22,3	28,8
Лискинский	36,1	16,4	25,7	34,6
Острогожский	33,6	13,3	20,7	29,9
Павловский	29,6	8,9	17,0	25,0
Аннинский	35,3	20,8	38,7	50,0
Борисоглебский	22,5	5,1	21,2	32,7
Бутурлиновский	23,9	13,4	29,8	42,6
Грибановский	24,7	10,5	28,1	39,3
Новоусманский	31,5	20,0	35,7	51,3
Новохоперский	18,5	8,1	24,6	34,1
Панинский	28,9	20,5	39,4	48,5
Поворинский	23,8	7,1	25,8	34,6
Таловский	28,0	18,3	34,9	48,6
Терновский	27,0	16,1	33,8	41,3
Эртильский	32,8	17,8	34,4	48,3
Богучарский	19,6	7,8	14,1	23,7
Верхнемамонский	28,2	9,5	19,9	29,8
Кантемировский	26,6	9,5	18,0	26,9
Ольховатский	29,1	10,9	21,5	29,4
Подгоренский	28,6	10,5	21,8	28,1
Россошанский	27,8	11,9	21,6	30,2
Воробьевский	23,8	7,6	15,9	22,6
Калачеевский	22,1	8,4	16,4	22,6
Петропавловский	19,0	6,9	11,4	17,0

П. А.5 Урожайность ячменя в Воронежской области за 1976 – 2014 гг.

Год	Аннинский	Бобровский	Богучарский	Борисоглебский	Бутурлиновский	Верхнемамонский	Верхнехавский	Воробьевский	Грибановский	Калачевский	Каменский	Кантемировский	Каширский	Лискинский	Нижнедевицкий	Новоусманский	Новохоперский	Ольховатский	Острогожский
1976	28,6	24,3	20,1	21,1	30,5	22,2	25,7	22,7	19,1	21,9	26,1	18,6	30,0	28,7	30,4	30,9	24,0	26,5	27,7
1977	20,6	18,8	8,1	15,5	20,4	9,5	21,4	18,0	15,1	13,9	17,1	9,0	21,9	20,4	27,3	21,5	15,9	15,3	19,9
1978	23,9	22,6	15,9	20,3	24,0	17,1	24,2	23,8	20,0	20,5	22,6	16,6	25,2	23,3	28,0	25,9	21,8	19,8	21,8
1979	10,9	8,3	6,9	5,8	10,6	4,1	12,2	9,2	7,7	9,4	8,3	7,0	11,0	7,3	10,1	12,6	7,4	6,9	7,9
1980	16,7	16,0	15,4	16,6	21,1	17,6	14,2	17,3	18,7	21,0	19,6	16,1	14,4	17,6	16,4	16,2	17,4	17,7	15,1
1981	10,4	9,4	4,5	3,3	10,8	7,0	8,1	7,3	5,4	9,9	9,7	6,3	11,4	10,7	8,5	11,6	7,0	9,2	7,1
1982	21,4	14,7	7,3	11,2	18,1	9,4	17,5	13,8	12,6	16,7	17,8	10,1	19,1	18,5	21,8	20,1	15,4	13,8	12,6
1983	23,7	18,2	12,3	14,6	19,2	16,5	21,0	21,0	19,0	22,3	22,1	16,9	23,8	23,6	24,0	21,9	17,6	17,9	19,4
1984	3,3	4,0	1,3	1,4	2,3	2,4	11,6	2,2	1,1	4,3	2,9	5,2	5,4	3,2	14,6	10,1	1,1	4,3	5,6
1985	13,7	11,5	14,3	17,0	13,5	13,4	20,9	18,3	15,6	20,5	15,2	19,1	16,6	10,7	23,9	23,5	14,0	16,3	11,3
1986	19,9	16,2	9,6	11,0	13,5	14,4	22,4	13,2	16,3	16,2	25,1	15,7	24,0	21,5	26,3	25,6	11,0	22,6	25,2
1987	29,8	22,6	23,7	17,4	26,9	27,1	29,3	25,4	22,9	21,6	23,3	21,6	30,7	28,1	29,5	32,8	20,1	23,6	25,1
1988	18,6	18,7	15,2	9,7	18,5	18,4	19,3	14,0	11,2	17,3	20,6	15,3	18,4	21,2	19,9	20,3	11,5	19,5	19,9
1989	25,4	24,8	22,2	14,3	22,5	24,0	24,2	23,0	19,9	22,7	25,4	23,8	24,2	29,7	24,5	27,8	17,5	21,6	22,8
1990	32,0	32,5	27,9	20,7	29,0	30,0	29,2	29,5	28,3	27,5	29,1	27,9	32,8	36,5	31,8	34,6	24,3	24,7	27,6
1991	21,9	22,2	15,9	16,3	18,9	17,9	22,2	17,1	19,3	19,8	20,5	18,7	23,6	24,4	22,7	24,5	14,7	18,4	20,7
1992	24,5	21,0	21,8	12,8	18,3	19,0	30,3	20,3	22,1	24,2	18,0	25,5	23,0	24,2	30,2	30,9	16,0	20,4	23,1
1993	26,4	27,8	24,0	18,3	25,4	25,6	27,9	28,4	21,8	30,1	28,4	27,3	31,9	35,8	32,3	30,8	18,2	25,0	26,5
1994	26,9	28,8	20,1	22,2	25,3	26,4	24,3	28,5	20,8	29,7	26,5	24,6	28,6	38,4	26,8	27,7	21,9	24,5	28,3
1995	11,9	9,2	6,4	4,7	9,6	7,8	16,4	13,4	6,3	14,8	6,9	7,2	10,9	12,0	11,1	14,1	6,8	4,0	7,6

Год	Аннинский	Бобровский	Богучарский	Борисоглебский	Бутурлиновский	Верхнемамонский	Верхнехавский	Воробьевский	Грибановский	Калачеевский	Каменский	Кантемировский	Каширский	Лискинский	Нижедевицкий	Новоусманский	Новохоперский	Ольховатский	Острогожский
1996	19,1	15,6	10,1	2,8	12,4	8,2	17,9	16,1	9,9	16,1	11,9	9,4	14,2	22,0	13,3	15,8	7,5	6,8	11,5
1997	28,2	23,6	9,9	17,0	22,8	14,3	22,2	26,7	22,6	22,1	23,5	13,7	24,7	30,2	23,4	25,5	17,4	14,1	22,7
1998	22,2	14,7	4,2	2,4	9,2	3,1	15,2	7,5	10,2	3,5	10,8	3,9	16,1	21,1	12,0	17,0	11,1	4,8	11,4
1999	11,9	9,4	10,1	0,6	8,2	8,4	8,5	9,0	3,4	10,1	7,7	8,0	10,6	18,4	9,4	9,1	2,5	3,6	9,2
2000	15,8	12,6	11,0	8,9	15,0	13,0	14,1	14,9	11,9	14,9	14,7	13,7	14,9	21,0	19,4	16,1	7,6	10,2	13,9
2001	28,3	22,5	21,2	11,9	25,3	23,7	15,1	24,6	15,7	22,2	18,7	19,7	18,8	25,3	21,6	19,7	17,2	16,3	19,0
2002	23,5	18,6	5,3	10,9	21,5	17,1	22,7	21,2	11,8	18,9	17,7	15,3	18,0	24,0	22,3	18,2	11,5	17,1	17,3
2003	30,7	20,8	10,3	14,2	22,6	18,7	25,1	22,9	23,4	22,7	19,7	11,6	26,0	33,0	24,3	26,1	16,8	13,1	22,1
2004	21,8	15,1	11,5	7,1	15,6	19,1	18,4	17,6	14,8	15,5	13,0	15,2	17,8	24,9	17,3	16,2	13,8	18,5	14,6
2005	22,2	18,4	9,9	9,9	14,3	10,6	21,3	9,8	17,4	10,4	9,4	11,8	20,3	25,5	17,0	17,3	12,3	16,5	10,5
2006	21,8	16,9	7,8	12,2	19,1	12,0	18,5	8,9	17,7	10,5	8,7	8,6	18,9	25,1	14,1	20,6	13,4	13,4	14,0
2007	19,0	13,8	3,2	4,6	8,1	7,7	18,2	6,7	12,2	5,7	9,2	6,3	15,4	17,9	18,7	13,5	8,7	11,1	15,3
2008	36,9	34,6	17,0	19,0	27,2	31,8	33,0	23,3	28,0	21,8	24,9	21,8	35,2	43,3	39,5	35,1	22,8	40,2	46,9
2009	31,2	25,5	9,8	10,1	15,9	23,3	26,2	19,4	21,5	17,5	19,0	16,7	23,8	31,7	28,9	23,2	11,6	24,4	29,2
2010	6,1	8,5	8,3	0,9	3,8	9,7	13,2	2,5	2,9	5,6	10,1	5,8	11,8	10,1	14,3	11,6	0,3	12,5	19,6
2011	28,7	28,2	11,1	9,9	23,0	25,0	23,7	24,5	17,3	24,2	23,7	15,7	18,8	30,5	24,8	17,6	19,3	27,3	25,3
2012	27,5	24,4	14,0	12,3	15,6	17,0	29,1	15,2	18,6	12,7	25,2	14,5	23,2	31,6	31,6	27,7	14,9	26,7	26,1
2013	24,7	22	17,8	8,1	13,3	17,1	27,8	15,7	16,6	16,8	20,1	12,5	25	29,4	27,6	25	18,8	17,8	25
2014	35,3	35,5	19,6	22,5	23,9	28,2	29,6	23,8	24,7	22,1	34,9	26,6	31,1	36,1	37,5	31,5	18,5	29,1	33,6

Год	Павловский	Панинский	Петропавловский	Поворинский	Подгоренский	Рамонский	Репьевский	Россошанский	Семилукский	Таловский	Терновский	Хохольский	Эртильский
1976	24,0	31,2	21,3	19,1	23,2	28,6	30,2	25,2	31,7	28,5	24,9	28,2	27,7
1977	12,6	25,2	9,0	13,5	13,9	20,0	22,1	12,9	24,7	22,5	16,8	22,3	20,3
1978	19,9	28,6	16,1	20,5	18,9	20,8	22,5	19,5	23,0	28,5	18,2	22,5	24,9
1979	10,1	14,4	6,1	6,2	6,4	7,1	6,2	7,2	9,5	11,7	8,9	7,9	10,0
1980	19,0	16,7	17,3	16,7	18,2	10,1	13,3	21,9	12,8	21,5	16,5	12,8	16,9
1981	9,9	11,0	5,4	3,3	8,4	8,6	11,0	9,9	12,3	11,6	6,9	6,7	10,4
1982	14,4	21,8	9,6	12,1	14,2	17,4	17,2	14,0	23,6	21,3	13,5	19,0	19,8
1983	19,7	22,0	14,5	15,3	16,2	21,2	20,8	19,0	20,7	26,0	20,5	20,0	21,6
1984	4,2	6,9	4,3	1,1	5,0	10,1	8,2	5,5	14,2	3,0	2,0	10,6	3,7
1985	14,7	18,2	18,2	16,8	18,5	24,6	16,0	19,2	23,9	14,5	18,9	19,7	16,7
1986	16,1	22,8	11,9	10,4	20,1	29,6	24,9	21,1	23,8	21,3	16,3	23,3	17,2
1987	23,7	29,1	22,1	20,2	19,4	36,7	26,6	23,2	32,8	31,3	27,3	28,0	26,3
1988	15,4	20,2	10,9	12,8	15,3	20,7	21,1	17,9	21,0	22,2	16,6	20,2	20,0
1989	23,3	26,1	17,2	15,5	19,2	24,4	24,8	26,4	27,5	27,6	21,1	26,0	25,4
1990	30,2	30,9	22,8	20,5	26,5	37,9	20,2	30,3	31,1	35,4	30,2	30,5	33,8
1991	19,2	23,9	11,6	13,1	18,4	26,5	22,7	20,0	25,2	24,1	20,0	21,7	24,2
1992	19,4	30,2	12,2	17,1	18,2	37,8	25,6	23,4	34,6	25,4	23,5	29,1	29,8
1993	26,3	29,4	20,0	18,9	23,4	40,7	33,2	27,2	36,3	27,9	21,3	28,8	27,1
1994	28,4	27,1	20,0	19,0	27,6	35,4	29,7	30,6	28,1	29,9	20,1	27,2	25,0
1995	5,7	14,8	5,5	6,7	6,5	14,0	10,5	6,8	13,4	14,3	8,3	10,7	11,0
1996	9,5	18,7	8,5	7,4	9,2	18,2	11,4	12,4	15,6	15,1	14,9	12,4	17,5
1997	19,2	22,5	10,1	18,8	20,4	31,3	23,9	19,9	22,2	27,2	21,1	23,5	23,2
1998	2,5	16,4	1,6	1,0	6,4	22,4	12,6	5,5	15,5	20,0	14,1	14,3	19,9
1999	7,5	10,3	7,6	0,8	3,1	14,5	20,0	9,4	10,5	11,1	8,9	11,9	7,4
2000	15,4	13,7	10,4	8,3	10,6	24,4	15,1	18,3	21,4	15,9	16,4	20,5	13,8
2001	21,0	17,4	16,1	14,7	18,0	24,6	19,2	28,0	21,8	27,3	21,3	22,0	21,0
2002	21,6	21,3	3,5	8,2	19,9	26,3	16,5	21,9	21,7	22,9	21,4	20,2	19,0
2003	18,3	26,9	13,8	19,1	19,4	32,0	23,9	18,4	24,3	23,3	24,3	25,2	25,9
2004	17,4	21,5	13,4	16,4	14,6	24,7	16,2	21,5	20,2	15,1	17,1	24,1	14,9
2005	16,1	30,0	7,3	18,5	9,3	22,4	15,5	16,8	30,1	17,7	21,0	16,9	20,2
2006	14,9	28,7	8,6	16,7	15,9	21,7	17,8	14,0	25,0	16,1	18,4	23,3	17,6
2007	6,4	19,8	3,9	9,1	9,4	16,4	16,7	8,2	25,4	16,1	17,2	17,9	14,4
2008	33,5	36,1	15,1	25,3	32,1	30,8	40,8	27,7	44,4	29,8	33,6	35,7	32,9
2009	23,5	30,3	13,6	15,2	22,8	25,1	26,6	17,2	32,5	22,1	30,6	28,3	26,7
2010	13,2	12,9	7,1	3,2	11,2	10,9	14,9	9,8	18,4	3,1	7,5	9,9	5,9
2011	27,3	17,3	13,2	21,9	29,8	20,7	23,5	21,2	26,8	21,3	25,2	23,8	19,6
2012	18,9	35,0	15,2	16,0	23,2	23,0	25,5	16,4	29,2	20,4	21,4	28,0	22,4
2013	15,9	27,8	13,8	15,1	20,9	22,7	17,4	17	25,4	20,7	24,8	29,3	22,8
2014	29,6	28,9	19,0	23,8	28,6	33,5	33,1	27,8	32,7	28,0	27,0	36,0	32,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

П. Б.1 Статистические характеристики классов озимой пшеницы в Воронежской области.

Variable	Descriptive Statistics Класс 1				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Рамонский район	37	27,91	12,90	40,04	7,51
Семилукский район	37	27,44	12,20	42,13	6,94
Репьевский район	37	26,92	15,10	39,60	6,60
Хохольский район	37	26,13	13,00	42,93	6,76
Нижнедевицкий район	37	25,42	10,87	39,90	7,68

Variable	Descriptive Statistics Класс 2				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Панинский район	37	27,58	10,40	42,25	7,45
Аннинский район	37	25,86	8,10	41,65	8,31
Верхнехавский район	37	25,76	6,36	45,35	7,35
Эртильский район	37	25,43	8,74	41,70	8,11
Новоусманский район	37	25,39	9,30	42,91	7,42
Терновский район	37	23,90	3,57	40,00	7,99

Variable	Descriptive Statistics Класс 3				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Лискинский район	37	27,29	9,70	44,80	7,83
Острогожский район	37	25,73	10,80	40,76	6,82
Бобровский район	37	25,29	8,90	41,11	7,40
Каширский район	37	24,59	8,90	39,67	7,30
Каменский район	37	24,14	7,74	39,50	7,21

Variable	Descriptive Statistics Класс 4				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Таловский район	37	26,54	3,15	41,50	9,06
Бутурлиновский район	37	25,41	4,89	40,42	7,68
Павловский район	37	24,90	11,84	41,45	7,61
Грибановский район	37	23,40	6,40	41,19	7,99
Новохоперский район	37	20,67	0,72	33,80	7,12
Поворинский район	37	20,56	3,19	34,30	7,68
Борисоглебский район	37	18,32	0,31	33,60	8,61

Variable	Descriptive Statistics Класс 5				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Воробьевский район	37	25,54	3,02	39,90	7,84
Калачеевский район	37	24,88	6,56	37,70	7,70
Верхнемамонский район	37	22,70	3,94	38,00	8,38
Богучарский район	37	21,44	7,80	35,50	7,58
Петропавловский район	37	20,14	3,19	33,60	7,81

Variable	Descriptive Statistics Класс 6				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Россошанский район	37	25,13	7,69	40,02	7,86
Ольховатский район	37	24,18	7,82	47,20	8,41
Подгоренский район	37	24,03	13,46	43,67	7,23
Кантемировский район	37	22,73	10,01	38,56	7,40

П. Б.2. Результаты построения кластеров для классов озимой пшеницы.

Variable	Descriptive Statistics for 4 Clusters 1 Озимая пшеница Веса кластеров 21%, 34%, 29% и 16%.							
	Mean 1	Standard Deviation	Mean 2	Standard Deviation	Mean 3	Standard Deviation	Mean 4	Standard Deviation
Рамонский район	18,22	3,10	25,50	4,22	33,73	3,576	36,94	1,88
Семилукский район	18,67	2,91	24,70	2,77	32,46	2,091	37,10	2,86
Репьевский район	20,12	3,10	24,25	5,48	30,64	1,986	37,22	2,80
Хохольский район	17,30	2,95	24,53	3,41	30,01	2,311	36,69	4,78
Нижнедевицкий район	16,20	3,72	22,42	3,24	30,21	3,367	38,80	3,79

Variable	Descriptive Statistics for 4 Clusters 2 Озимая пшеница Веса кластеров 13%, 37%, 32% и 18%.							
	Mean 1	Standard Deviation	Mean 2	Standard Deviation	Mean 3	Standard Deviation	Mean 4	Standard Deviation
Панинский район	15,03	3,96	24,18	3,06	32,94	2,60	36,18	4,68
Аннинский район	12,86	3,45	21,46	3,26	30,80	3,04	37,49	2,58
Верхнехавский район	12,90	4,42	24,04	3,82	28,74	2,74	35,01	5,25
Эртильский район	11,87	3,77	22,53	2,60	28,19	3,31	37,95	2,15
Новоусманский район	14,18	4,31	22,39	2,82	29,06	5,00	34,93	4,82
Терновский район	11,79	5,16	20,57	3,48	27,08	3,64	35,18	3,72

Variable	Descriptive Statistics for 4 Clusters 3 Озимая пшеница Веса кластеров 30%, 26%, 26% и 18%.							
	Mean 1	Standard Deviation	Mean 2	Standard Deviation	Mean 3	Standard Deviation	Mean 4	Standard Deviation
Лискинский район	17,96	4,24	26,94	2,80	31,87	3,47	37,59	3,576
Острогожский район	18,03	3,61	25,78	4,53	28,56	2,28	35,38	3,310
Бобровский район	17,17	4,51	23,56	2,49	30,38	2,57	34,87	4,502
Каширский район	18,03	4,39	20,72	2,80	29,59	3,20	34,51	3,583
Каменский район	16,67	3,52	21,90	3,49	27,78	1,45	34,60	3,695

Variable	Descriptive Statistics for 4 Clusters 4 Озимая пшеница Веса кластеров 18%, 29%, 29% и 24%.							
	Mean 1	Standard Deviation	Mean 2	Standard Deviation	Mean 3	Standard Deviation	Mean 4	Standard Deviation
Таловский район	15,83	6,43	22,79	4,52	27,53	4,26	38,62	2,54
Бутурлиновский район	16,11	5,97	21,92	3,54	26,46	1,82	35,78	2,02
Павловский район	14,61	2,35	21,83	4,60	27,84	3,94	33,22	3,97
Грибановский район	13,24	4,61	20,18	4,30	26,14	4,43	32,90	4,20
Новохоперский район	10,79	5,99	18,72	2,87	22,59	2,26	29,10	3,68
Поворинский район	9,17	4,25	17,81	2,79	24,71	3,19	28,58	4,19
Борисоглебский район	6,24	4,23	15,10	3,22	21,74	4,77	27,97	4,31

Variable	Descriptive Statistics for 4 Clusters 5 Озимая пшеница Веса кластеров 13%, 37%, 18% и 32%.							
	Mean 1	Standard Deviation	Mean 2	Standard Deviation	Mean 3	Standard Deviation	Mean 4	Standard Deviation
Воробьевский район	14,05	6,56	22,11	2,45	25,92	5,50	34,01	2,90
Калачеевский район	12,73	4,51	21,21	3,35	24,64	3,24	33,74	1,76
Верхнемамонский рай	8,78	4,08	18,53	3,28	26,51	1,69	31,03	3,81
Богучарский район	10,77	3,06	16,42	2,35	25,00	1,63	29,44	3,98
Петропавловский райс	7,64	4,42	15,86	3,56	22,75	2,23	28,29	2,68

Variable	Descriptive Statistics for 4 Clusters 6 Озимая пшеница Веса кластеров 29%, 36%, 29% и 5%.							
	Mean 1	Standard Deviation	Mean 2	Standard Deviation	Mean 3	Standard Deviation	Mean 4	Standard Deviation
Россошанский район	15,95	3,59	24,52	3,25	31,95	3,12	39,96	0,09
Ольховатский район	16,12	4,51	22,60	3,85	30,57	3,57	44,30	4,10
Подгоренский район	15,99	1,88	25,12	4,35	27,96	3,94	40,44	4,58
Кантемировский район	14,51	3,11	21,35	3,52	29,50	2,99	36,78	2,52

П. Б.3 Результаты построения ретропрогноза урожайности ячменя на 2013 г.

Административные единицы	Ретропрогноз на 2013 г. Озимая пшеница 1 класс										
	1 Факт 2013г	2 Прогноз Вар. 1	3 Ошибка (%)	4 Прогноз Вар. 2	5 Ошибка (%)	6 Прогноз Вар. 3	7 Ошибка (%)	8 Прогноз Вар. 4	9 Ошибка (%)	10 Средне е	11 Ошибка (%)
Рамонский район	37,2	23,7	36,4	31,2	16,0	40,2	8,1	44,4	19,5	34,3	7,7
Семилукский район	34,8	23,4	32,8	29,7	14,7	38,4	10,3	44,2	27,0	33,2	4,7
Нижедевицкий район	45,6	24,5	46,2	30,8	32,5	39,6	13,2	49,9	9,4	35,0	23,2
Репьевский район	40,7	26,9	33,8	31,2	23,4	38,1	6,3	46,1	13,3	34,7	14,9
Хохольский район	40,8	24,2	40,8	31,5	22,8	37,8	7,3	45,8	12,4	34,1	16,5

	Ретропрогноз на 2013 г. Озимая пшеница 2 класс										
	1 Факт 2013г	2 Прогноз Вар. 1	3 Ошибка (%)	4 Прогноз Вар. 2	5 Ошибка (%)	6 Прогноз Вар. 3	7 Ошибка (%)	8 Прогноз Вар. 4	9 Ошибка (%)	10 Среднее	11 Ошибка (%)
Панинский район	41,8	21,2	49,3	29,6	29,2	36,8	11,9	39,6	5,3	32,6	22,0
Новоусманский район	38,3	20,0	47,7	27,2	28,9	32,7	14,5	37,7	1,5	30,0	21,8
Эртильский район	37,7	17,6	53,4	27,2	27,9	31,9	15,5	40,1	6,5	29,8	21,0
Аннинский район	39,8	19,0	52,3	27,0	32,3	34,7	12,9	40,3	1,2	30,8	22,6
Терновский район	33,8	16,7	50,7	24,6	27,3	29,8	12,0	36,7	8,5	27,4	18,9
Верхнехавский район	37,8	18,3	51,7	28,5	24,5	32,2	14,9	37,7	0,1	30,0	20,5

	Ретропрогноз на 2013 г. Озимая пшеница 3 класс										
	1 Факт 2013г	2 Прогноз Вар. 1	3 Ошибка (%)	4 Прогноз Вар. 2	5 Ошибка (%)	6 Прогноз Вар. 3	7 Ошибка (%)	8 Прогноз Вар. 4	9 Ошибка (%)	10 Среднее	11 Ошибка (%)
Лискинский район	39,1	19,4	50,3	29,7	24,0	34,7	11,2	41,2	5,4	30,2	22,8
Бобровский район	36,4	18,5	49,2	26,0	28,6	33,3	8,4	38,3	5,3	28,0	23,0
Каширский район	33,2	19,3	41,8	22,4	32,5	32,1	3,2	37,6	13,2	26,9	19,0
Острогожский район	37,4	19,5	48,0	28,5	23,8	31,3	16,4	39,0	4,4	28,6	23,7
Каменский район	29,3	17,1	41,8	23,5	19,8	29,6	0,9	37,1	26,7	25,7	12,2

	Ретропрогноз на 2013 г. Озимая пшеница 4 класс										
	1 Факт 2013г	2 Прогноз Вар. 1	3 Ошибка (%)	4 Прогноз Вар. 2	5 Ошибка (%)	6 Прогноз Вар. 3	7 Ошибка (%)	8 Прогноз Вар. 4	9 Ошибка (%)	10 Среднее	11 Ошибка (%)
Таловский район	30,0	17,3	42,3	25,9	13,5	30,9	3,1	43,6	45,3	30,0	0,1
Бутурлиновский райс	26,8	17,2	35,7	24,5	8,7	29,3	9,4	40,1	49,7	28,2	5,4
Павловский район	26,3	15,5	40,9	24,4	7,4	30,8	17,2	37,4	42,1	27,7	5,3
Новохоперский райо	26,9	12,4	53,9	22,1	17,7	26,1	3,2	33,6	25,1	24,2	10,0
Грибановский район	32,4	15,6	51,9	24,3	25,1	30,6	5,5	38,6	19,1	27,9	13,9
Борисоглебский райс	22,8	6,7	70,6	17,7	22,6	24,8	8,8	32,4	42,3	21,2	7,0
Поворинский район	28,6	10,8	62,3	21,3	25,5	28,9	1,1	33,8	18,2	24,5	14,2

	Ретропрогноз на 2013 г. Озимая пшеница 5 класс										
	1 Факт 2013г	2 Прогноз Вар. 1	3 Ошибка (%)	4 Прогноз Вар. 2	5 Ошибка (%)	6 Прогноз Вар. 3	7 Ошибка (%)	8 Прогноз Вар. 4	9 Ошибка (%)	10 Среднее	11 Ошибка (%)
Воробьевский район	24,4	20,4	16,5	21,9	10,3	25,0	2,4	30,1	23,4	24,9	1,9
Калачеевский район	17,4	13,5	22,4	15,7	10,0	18,6	7,0	24,1	38,3	18,6	6,7
Верхнемамонский район	21,5	16,3	24,3	18,7	13,2	23,5	9,5	27,1	26,0	21,9	1,9
Петропавловский район	13,8	9,8	29,2	11,5	16,7	16,0	16,0	19,9	44,0	14,7	6,8
Богучарский район	18,8	15,1	19,6	15,8	15,7	21,0	11,7	24,1	28,3	19,3	2,7

	Ретропрогноз на 2013 г. Озимая пшеница 6 класс										
	1 Факт 2013г	2 Прогноз Вар. 1	3 Ошибка (%)	4 Прогноз Вар. 2	5 Ошибка (%)	6 Прогноз Вар. 3	7 Ошибка (%)	8 Прогноз Вар. 4	9 Ошибка (%)	10 Среднее	11 Ошибка (%)
Россошанский район	20,2	15,4	23,6	18,4	9,0	22,8	13,0	25,4	25,6	21,0	4,0
Подгоренский район	26,9	22,1	17,9	23,9	11,3	27,7	2,9	31,4	16,6	26,6	1,0
Ольховатский район	24,0	19,4	19,2	21,4	11,0	24,6	2,7	29,7	23,8	24,1	0,4
Кантемировский район	15,6	11,7	24,9	14,2	9,1	17,7	13,2	21,5	38,0	16,7	6,8

П. Б.4. Прогнозные значения урожайности озимой пшеницы районов Воронежской области на 2015 г., ц/га

Районы	Урожайность за 2014г.	Варианты прогнозов на 2015г			
		1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Рамонский	42,3	23,8	31,6	40,1	44,0
Семилукский	41,7	24,3	30,8	38,8	44,2
Нижедевицкий	52,9	25,7	32,6	40,7	51,3
Репьевский	45,1	26,9	31,5	38,4	45,9
Хохольский	49,4	25,6	33,3	38,9	48,8
Панинский	42,4	23,3	32,0	39,4	43,1
Новоусманский	48,0	25,2	32,5	39,2	45,7
Эртильский	43,1	21,1	31,0	36,5	45,4
Аннинский	48,6	24,1	32,3	40,5	47,9
Терновский	38,9	19,5	28,0	34,0	42,2
Верхнехавский	36,5	19,3	30,0	33,5	40,1
Лискинский	45,1	22,7	30,9	36,7	43,4
Бобровский	42,0	21,4	27,7	33,7	41,7
Каширский	37,9	21,3	24,2	33,2	37,2
Острогожский	43,4	22,6	30,6	32,6	41,6
Каменский	39,7	20,1	27,1	31,8	39,0
Таловский	36,1	20,2	27,6	35,7	46,2
Бутурлиновский	35,1	20,6	26,9	33,9	43,4
Павловский	40,5	20,7	28,2	36,1	43,6
Новохоперский	29,7	14,7	23,1	27,9	37,0
Грибановский	34,7	17,8	25,2	32,9	42,0
Борисоглебский	27,5	9,5	19,7	26,3	36,2
Поворинский	28,9	12,7	22,1	29,7	36,2
Воробьевский	35,4	14,9	22,2	25,4	32,7
Калачеевский	34,8	11,7	19,2	22,5	30,5
Верхнемамонский	32,1	10,0	18,7	25,5	29,7
Петропавловский	26,8	6,9	14,3	20,6	25,3
Богучарский	33,2	11,1	16,1	23,7	27,9
Россошанский	40,4	23,4	31,1	37,7	44,1
Подгоренский	36,4	22,2	30,2	33,1	42,1
Ольховатский	40,3	23,7	29,3	36,6	47,1
Кантемировский	35,8	21,0	27,1	34,3	39,9

П. Б.5. Урожайность озимой пшеницы Воронежской области за 1976 – 2014 гг.

Год	Аннинский	Бобровский	Богучарский	Борисоглебский	Бутурлиновский	Верхнемамонский	Верхнехавский	Воробьевский	Грибановский	Калачеевский	Каменский	Кантемировский	Каширский	Лискинский	Нижедевицкий	Новоусманский	Новохоперский	Ольховатский	Острогожский
1976	35,0	37,7	24,1	31,4	36,2	26,5	34,5	33,5	35,3	34,1	31,7	29,2	30,3	34,4	36,1	34,4	33,8	29,9	35,9
1977	18,3	17,5	18,9	17,0	16,5	13,0	21,9	19,4	23,0	17,7	17,6	17,2	22,8	20,6	29,8	23,5	17,6	20,5	21,7
1978	30,3	31,9	30,4	31,5	34,9	28,4	28,3	32,4	30,0	36,2	30,4	30,4	35,6	32,1	33,8	33,8	29,3	31,9	30,8
1979	14,8	17,2	15,4	10,4	18,0	8,9	15,3	16,2	11,7	15,2	15,5	12,8	18,8	17,8	16,4	17,5	11,6	18,5	16,4
1980	24,6	20,6	18,9	25,3	24,1	19,8	18,7	22,8	22,1	24,8	17,0	19,8	19,2	20,4	21,7	22,4	20,3	18,8	21,2
1981	22,9	22,1	13,6	14,2	21,7	16,5	18,8	17,4	17,4	18,3	20,8	16,1	20,8	20,6	13,9	21,9	16,7	18,9	18,0
1982	25,0	19,6	7,8	15,8	22,5	10,5	27,9	20,6	15,9	17,1	15,6	11,2	21,5	19,3	22,7	25,1	18,7	21,1	23,0
1983	30,7	28,9	24,1	22,4	36,0	25,9	29,7	33,9	27,8	34,2	36,5	27,4	34,8	36,0	30,6	32,8	22,8	32,9	29,9
1984	8,1	8,9	8,2	4,8	14,3	14,5	10,5	15,3	6,4	15,4	19,1	13,6	8,9	9,7	19,5	9,3	6,0	20,5	13,5
1985	14,6	16,4	17,6	19,6	18,4	14,8	22,0	22,6	19,3	23,8	19,4	20,9	17,7	14,1	22,3	21,2	21,1	20,0	19,0
1986	26,7	25,2	14,3	23,3	25,2	21,2	26,5	22,3	27,6	20,6	28,6	18,8	28,3	23,6	34,6	26,3	22,3	27,0	28,6
1987	29,9	28,9	27,4	9,6	28,8	24,0	28,7	20,1	22,3	21,4	31,7	25,2	36,9	35,3	39,9	36,3	21,5	34,6	34,6
1988	34,6	35,3	34,4	25,8	36,0	31,6	31,9	33,2	31,0	33,1	36,4	32,0	30,0	35,5	36,3	32,7	28,5	34,2	34,1
1989	38,0	35,8	35,5	31,2	36,3	38,0	33,9	39,9	32,2	37,7	39,5	35,0	36,7	38,0	39,3	36,2	32,5	41,4	35,0
1990	35,9	34,3	33,3	33,6	34,4	34,2	29,4	35,7	36,5	34,7	29,1	35,7	25,4	34,1	32,7	27,9	30,1	35,3	31,3
1991	37,5	32,2	30,5	27,0	34,6	33,2	32,2	36,2	33,1	31,8	28,6	31,7	32,9	30,6	32,4	32,1	28,3	29,2	29,2
1992	22,8	19,8	24,9	17,3	26,5	26,1	26,5	27,9	24,5	27,1	19,8	27,9	21,6	21,7	28,6	26,9	20,3	21,7	23,0
1993	30,4	30,4	25,3	18,2	28,5	29,1	27,8	31,8	24,2	32,6	26,9	25,4	26,2	34,6	30,5	27,4	19,1	25,1	28,1
1994	17,1	16,3	14,3	9,0	22,7	19,9	26,2	23,7	16,0	24,0	17,2	14,0	15,0	24,5	27,2	27,1	11,7	15,8	16,3
1995	15,8	15,9	15,5	6,8	21,5	13,2	15,0	20,4	13,1	21,9	14,5	16,6	18,7	18,0	12,0	18,5	15,3	13,2	10,8
1996	22,9	25,0	15,0	19,8	23,7	19,1	22,8	21,6	27,1	21,0	23,0	19,2	22,4	28,9	18,0	21,8	17,1	20,1	23,9
1997	31,5	28,9	12,2	28,4	23,8	18,5	29,4	26,5	32,4	23,0	28,1	21,9	31,9	36,8	30,2	29,6	22,5	20,8	27,9

Год	Аннинский	Бобровский	Богучарский	Борисоглебский	Бутурлиновский	Верхнемамонский	Верхнехавский	Воробьевский	Грибановский	Калачеевский	Каменский	Кантемировский	Каширский	Лискинский	Нижедевицкий	Новоусманский	Новохоперский	Ольховатский	Острогожский
1998	21,8	23,9	11,5	10,9	13,7	6,1	23,8	15,1	20,4	9,4	18,9	13,2	22,7	19,9	22,5	22,3	11,1	12,4	19,6
1999	23,7	25,2	20,0	1,5	17,7	17,6	24,2	23,7	15,5	19,7	25,4	13,4	21,8	25,0	21,1	21,2	19,1	10,4	33,3
2000	15,3	22,1	26,1	15,3	22,5	26,4	6,4	29,2	12,8	19,5	24,2	25,9	14,5	25,4	17,2	15,7	20,8	15,0	20,4
2001	36,1	29,7	28,1	21,2	33,2	30,3	30,0	31,6	29,0	32,7	27,2	26,7	30,6	32,0	29,6	28,4	24,3	23,5	25,6
2002	27,7	27,7	31,0	23,4	29,4	34,9	30,7	38,0	30,2	33,0	27,1	30,7	19,9	25,8	26,2	23,7	22,4	28,5	28,7
2003	18,8	20,2	16,8	11,9	20,8	21,8	24,1	24,5	23,6	27,2	21,8	20,9	21,2	28,0	23,2	18,2	13,0	20,1	25,9
2004	20,9	23,4	26,2	20,4	25,7	28,3	19,3	31,0	19,4	25,3	22,9	28,2	18,6	28,0	18,6	18,5	21,8	28,3	21,5
2005	21,1	25,9	24,2	17,1	25,4	28,9	30,2	26,2	24,4	26,9	20,6	27,3	20,3	30,9	20,1	19,0	23,5	28,0	27,7
2006	28,0	23,1	17,8	12,1	20,8	18,4	30,4	19,2	19,3	15,0	14,8	17,8	21,5	25,4	18,1	19,6	16,4	18,7	21,4
2007	30,9	28,5	16,2	17,1	27,8	24,2	23,3	21,1	27,7	22,5	25,9	18,1	28,2	30,8	20,3	24,5	24,5	28,5	28,2
2008	41,6	41,1	30,9	27,6	40,4	33,4	45,4	32,0	41,2	32,8	37,1	38,6	39,7	44,8	35,6	42,9	32,3	47,2	40,8
2009	36,9	30,0	25,6	14,3	28,1	26,9	34,1	30,0	26,3	32,0	27,1	21,9	29,6	32,4	23,1	33,9	24,8	26,6	24,5
2010	10,3	10,5	10,9	0,3	4,9	3,9	17,3	3,0	9,5	6,6	7,7	10,0	12,3	12,7	10,9	9,9	0,7	7,8	18,9
2011	26,0	23,0	22,9	13,6	18,9	25,2	30,1	16,6	16,7	28,4	19,3	23,4	25,3	30,2	21,6	24,4	22,7	27,0	32,0
2012	30,4	32,7	23,4	28,9	26,3	26,6	25,9	30,4	20,9	23,9	25,8	22,9	27,1	31,7	23,9	32,5	20,4	21,1	31,4
2013	39,8	36,4	18,8	22,8	26,8	21,5	37,8	24,4	32,4	17,4	29,3	15,6	33,2	39,1	45,6	38,3	26,9	24,0	37,4
2014	48,6	42,0	33,2	27,5	35,1	32,1	36,5	35,4	34,7	34,8	39,7	35,8	37,9	45,1	52,9	48,0	29,7	40,3	43,4

Год	Павловский	Панинский	Петропавловский	Поворинский	Подгоренский	Рамонский	Репьевский	Россошанский	Семилукский	Таловский	Терновский	Хохольский	Эртильский
1976	28,0	37,3	28,1	27,3	29,7	36,9	36,5	32,3	35,5	39,0	35,3	29,9	34,7
1977	17,3	23,7	14,1	16,5	19,4	26,2	24,9	21,9	24,3	21,7	15,1	18,1	21,6
1978	34,0	37,7	27,9	30,8	32,3	29,3	31,8	34,2	32,4	32,6	26,3	28,1	30,5
1979	18,8	18,0	6,8	10,4	16,6	14,5	16,4	16,5	12,2	17,0	15,8	15,3	11,7
1980	24,2	23,6	21,7	21,5	21,3	20,7	21,8	22,4	20,7	22,7	23,1	19,7	24,7
1981	20,5	23,1	14,0	14,4	17,7	20,5	19,0	20,0	18,7	23,9	16,9	17,1	21,1
1982	15,1	27,6	9,0	15,1	14,3	24,9	22,0	13,7	27,6	26,6	19,5	24,6	24,6
1983	29,2	35,0	27,5	21,5	30,2	30,4	31,1	28,8	30,7	37,8	27,6	28,2	31,0
1984	13,7	10,4	14,5	6,6	15,4	16,8	15,1	14,3	19,6	11,3	9,9	13,0	8,8
1985	16,7	18,1	21,0	20,5	16,0	20,2	17,7	17,1	25,0	17,9	19,3	22,9	19,0
1986	19,0	32,5	13,8	23,6	28,2	31,5	34,5	20,3	31,8	26,8	27,1	33,7	24,9
1987	22,5	34,8	20,0	15,0	26,0	36,3	32,8	26,1	36,6	32,2	26,3	37,3	22,9
1988	33,4	34,8	33,6	29,0	29,6	37,0	36,1	29,6	38,7	39,0	29,3	33,3	36,6
1989	35,9	31,9	31,8	31,2	37,2	34,2	37,6	39,9	34,9	41,5	33,5	35,9	41,7
1990	33,8	29,8	30,1	34,3	31,9	30,7	30,6	35,2	34,2	39,8	40,0	33,7	37,9
1991	32,4	35,4	27,6	24,8	31,4	34,2	29,8	30,3	33,8	40,8	34,7	30,1	39,1
1992	23,0	26,0	24,0	18,4	22,4	33,6	27,5	26,6	33,5	27,5	24,8	28,7	25,9
1993	29,9	28,9	25,1	24,9	27,0	33,6	30,6	28,7	27,5	33,7	25,4	31,1	29,6
1994	16,5	26,2	11,8	12,6	19,7	30,9	21,2	19,7	20,8	19,8	19,3	23,9	24,5
1995	13,4	16,7	20,4	15,4	17,6	19,8	24,5	14,9	19,0	19,4	15,4	18,3	18,0
1996	22,8	24,2	12,6	18,8	22,9	19,7	21,6	23,9	20,8	22,2	26,9	20,3	23,5
1997	24,8	30,7	14,0	24,4	25,6	39,7	29,6	27,7	33,3	31,4	34,4	30,4	31,0

Год	Павловский	Панинский	Петропавловский	Поворинский	Подгоренский	Рамонский	Репьевский	Россошанский	Семилукский	Таловский	Терновский	Хохольский	Эртильский
1998	11,8	24,8	3,2	10,3	14,4	30,9	21,8	14,1	26,7	19,4	21,2	24,5	25,8
1999	14,9	23,5	19,4	5,6	13,5	30,7	30,8	19,4	22,5	20,8	25,0	22,7	22,1
2000	24,8	11,2	20,0	22,1	20,0	20,9	21,6	31,3	21,1	17,7	14,3	20,7	12,1
2001	30,8	29,2	24,3	25,4	22,7	39,1	33,3	35,7	31,7	38,5	31,2	31,2	33,1
2002	31,9	33,5	29,4	29,1	29,0	37,4	29,2	34,3	32,9	28,7	31,5	26,6	28,6
2003	25,4	20,8	11,9	14,6	20,4	29,5	21,1	21,3	25,3	21,5	22,3	23,2	16,7
2004	29,7	20,2	25,8	28,6	23,7	26,7	20,3	30,3	19,9	21,7	19,1	20,5	21,2
2005	31,9	29,0	24,4	26,9	21,1	25,3	16,7	34,6	23,2	21,3	19,1	24,2	22,4
2006	20,6	32,6	14,7	20,8	16,6	19,2	24,2	18,0	22,4	21,4	22,3	30,1	24,1
2007	29,9	33,8	18,8	21,6	31,7	23,2	29,2	24,5	27,6	29,0	24,7	27,4	24,3
2008	41,5	42,2	28,2	33,0	43,7	40,0	39,6	40,0	42,1	38,5	39,7	42,9	37,9
2009	30,7	35,3	25,8	20,1	32,1	31,5	29,1	25,6	35,3	31,9	25,5	28,4	29,6
2010	13,2	18,9	4,7	3,2	14,2	12,9	21,0	7,7	17,3	3,1	3,6	14,0	8,7
2011	31,4	27,7	21,7	19,6	30,3	24,4	34,4	24,4	27,5	18,0	16,3	27,3	22,4
2012	28,1	31,4	23,4	22,6	23,4	19,5	31,0	24,5	28,2	25,6	22,6	29,7	28,7
2013	26,3	41,8	13,8	28,6	26,9	37,2	40,7	20,2	34,8	30,0	33,8	40,8	37,7
2014	40,5	42,4	26,8	28,9	36,4	42,3	45,1	40,4	41,7	36,1	38,9	49,4	43,1