

На правах рукописи



Хабарова Ирина Андреевна

**РАЗРАБОТКА МНОГОФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ С УЧЁТОМ ИХ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Специальность: 25.00.26- Землеустройство, кадастр и мониторинг
земель

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2017

Работа выполнена на кафедре кадастра и основ земельного права федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский Государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК).

Научный руководитель: доктор технических наук
Непоклонов Виктор Борисович

Официальные оппоненты: Басова Ирина Анатольевна,
доктор технических наук, федеральное
государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования «Тулский государственный
университет» (ТулГУ)

Овчинникова Алла Григорьевна,
кандидат технических наук, заместитель
генерального директора ассоциации
«Саморегулируемая организация кадастровых
инженеров» (А СРО «Кадастровые инженеры»)

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное
учреждение «Научно-технический центр
геодезии, картографии и инфраструктуры
пространственных данных»

Защита состоится «25» января 2018 г. в 12⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 212.143.04 при Московском государственном
университете геодезии и картографии по адресу: 105064, г. Москва,
Гороховский пер., 4, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
Московского государственного университета геодезии и картографии
(<http://miigaik.ru/upload/iblock/c39/c396994541ba8b854bbfbd88dabe8202.pdf>).

Автореферат разослан « _____ » _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук

 Беленко Виктор Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Одной из наиболее важных социально-экономических проблем является повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения. Ее решению способствует применение математических, в том числе многофакторных моделей при управлении земельными ресурсами. Такие модели позволяют не только описывать процесс использования земель, но и давать точный прогноз на основе фактических данных. Однако потенциал многофакторных моделей пока еще реализуется не в полной мере, особенно вследствие недостаточного учета региональных особенностей землепользования. Разрыв между потенциальными возможностями многофакторных моделей использования земель с/х назначения и существующим уровнем их практической реализации ограничивает эффективность систем управления и поддержки принятия решений в области рационального землепользования. В связи с этим развитие исследований, направленных на совершенствование совершенствования методов и технологий создания и применения многофакторных моделей использования земель Российской Федерации с учетом региональных особенностей, в том числе для целей планирования и прогнозирования, является актуальным для теории и практики землеустройства.

Степень разработанности. Вопросы совершенствования теории и практики планирования, прогнозирования и эффективного использования земель, в том числе земель сельскохозяйственного назначения рассматривались в работах ряда отечественных и зарубежных исследователей (С.Н. Волков, А.А. Варламов, А.А. Рассказова, Н.И. Иванов, В.В. Немченко, Т.С. Прошляков, В.И. Кирюшин, С.Д. Черемушкин, А.Ф. Мудрецов, Л.С. Дудов, Т. С. Хачатуров, Т.П. Магазинчиков, В.А. Добрынин, Е. Г. Лысенко, А.В. Ткач, А.А. Степанов, Р.В. Илюхина, Б.И. Смагин, С.С. Сергеев, Sivakumar M.V.K., Ndiangui N. Springer, D.L. Johnson and L.A. Lewis, Johnson, D.L., S.H. Ambrose, T.J. Bassett, M.L. Bowen, D.E. Crummey, J.S. Isaacson, D.N. Johnson, P. Lamb, M. Saul, and A.E. Winter-Nelson, Frederic P. Miller Sivakumar M.V.K., Ndiangui N. Springer, D.L. Johnson and L.A. Lewis, Johnson, D.L., S.H. Ambrose, T.J. Bassett, M.L. Bowen, D.E. Crummey, J.S. Isaacson, D.N. Johnson, P. Lamb, M. Saul, and A.E. Winter-Nelson, Frederic P. Miller, Agnes F.

Vandome, John McBrewster и др.). В качестве одного из перспективных подходов к оценке эффективности использования земель с/х назначения предложено использовать математическое моделирование на основе методов факторного и регрессионного анализа. Однако его практическая реализация затрудняется многообразием факторов, влияющих на кадастровую стоимость земель сельскохозяйственного назначения, их динамикой, дифференциацией по регионам, отсутствием четких критериев отбора наиболее существенных факторов и недостаточным уровнем проработки вопросов интерпретации результатов моделирования и выверенных практических рекомендаций по их использованию. Исследования по разработке и применению многофакторных моделей использования земель с/х назначения не носят системный характер и не концентрируются на наиболее острых проблемах, к числу которых относится ухудшение состояния земель и снижение плодородия почв во многих субъектах Российской Федерации, достигшее угрожающих масштабов, в частности, в Северо-Кавказском экономическом районе (СКЭР).

Цель и задачи. Целью исследования являлась разработка многофакторной модели, описывающей процесс использования земель на территории Российской Федерации с учетом региональных особенностей. Исследование проводилось на примере трех регионов – Московской области, Белгородской области и Краснодарского края, что позволило рассмотреть различные аспекты использования многофакторных моделей в землеустроительной и кадастровой деятельности. При этом для достижения поставленной цели в ходе исследования требовалось решить следующие задачи:

-разработать методики, обеспечивающие построение многофакторных регрессионных моделей использования земель сельскохозяйственного назначения с учетом региональных особенностей;

-проанализировать современный механизм использования земель в Российской Федерации и за рубежом (по отечественным и зарубежным источникам);

- разработать методику статистического анализа и выявления наиболее существенных факторов, влияющих кадастровую стоимость с/х земель, в том числе факторов, отражающих региональные особенности;

- провести экспериментальное исследование разработанных методик путем их реализации в виде многофакторных моделей использования земель в конкретных регионах (Московская область, Белгородская область, Краснодарский край) и применения разработанных моделей к решению типовых задач, связанных с оптимальным и рациональным использованием сельскохозяйственных угодий и с оценкой эффективности использования земель с/х назначения;

- провести анализ экспериментальных данных, полученных с использованием разработанных моделей, с позиций оценки эффективности и возможности совершенствования практики использования сельскохозяйственных земель (на примере Московской области, Белгородской области и Краснодарского края);

- разработать методические рекомендации по практическому применению многофакторных моделей для определения кадастровой стоимости с/х земель и определения эффективности их использования.

Объект исследования: процессы и механизмы использования земель сельскохозяйственного назначения.

Предмет исследования: многофакторные математические модели использования земель на территории Российской Федерации и их использование для оценки эффективности и планирования рационального использования с/х земель с учетом региональных особенностей.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались системный подход, методы математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа, методы численного моделирования. Исследование проводилось с использованием фактических данных Росстата.

Научная новизна исследования.

1. Впервые разработаны методики, решающие в комплексе задачу построения многофакторных регрессионных моделей для оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения с учетом региональных, в том числе экологических особенностей, которая ранее в такой постановке в теории и практике землеустройства и мониторинга земель не рассматривалась.

2. На основе разработанных моделей и современных фактических данных предложены методические приемы, обеспечивающие дополнительное повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в регионах России за счет совершенствования схем землепользования.

Теоретическая значимость диссертации заключается в научном обосновании путей совершенствования методов и технологий решения землеустроительных задач на базе многофакторных моделей использования земель, раскрытии потенциала многофакторных моделей как инструмента прогнозирования использования земель с учетом влияния различных природно-климатических, социально-экономических, производственных и иных условий на региональном уровне, формализации процесса построения многофакторных моделей использования земель, разработке критериев отбора факторов для построения многофакторной модели с учетом региональных особенностей.

Практическая значимость.

1. Предложены методики и математические модели, расширяющие возможности для объективной оценки эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения, что в комплексе с разработанными рекомендациями по их практическому применению, может быть реализовано в деятельности органов исполнительной власти в процессе подготовки и осуществления мероприятий по территориальному планированию и управления территориям, в производственных и научно-исследовательских организациях, ведущих землеустроительную и природоохранную деятельность, при решении ими задач рационального землепользования и мониторинга земель,

2. Усовершенствован механизм решения задач по оценке эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения, что может найти применение в учебном процессе при подготовке специалистов по направлениям «Землеустройство и кадастры» и «Экология и природопользование».

На защиту выносятся:

1. Методика статистического анализа и выявления наиболее существенных факторов, влияющих на кадастровую стоимость с/х земель, в том числе факторов, отражающих региональные особенности.

2. Методика построения и исследования многофакторных моделей использования земель с учетом региональных особенностей.

3. Экспериментальное исследование разработанных методик путем их реализации в виде многофакторных моделей использования земель в конкретных регионах (Московская область, Белгородская область, Краснодарский край) и применения разработанных моделей к решению типовых задач, связанных с оптимальным и рациональным использованием сельскохозяйственных угодий и с оценкой эффективности использования земель с/х назначения.

4. Анализ экспериментальных данных, полученных с использованием разработанных моделей, с позиций оценки эффективности и возможности совершенствования практики использования с/х земель (на примере Московской области, Белгородской области и Краснодарского края);

5. Методические рекомендации по практическому применению многофакторных регрессионных моделей для оценки прогнозируемой кадастровой стоимости и выработки предложений по повышению эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения с учетом региональных особенностей.

Достоверность научных и практических результатов проведенных исследований определяется: использованием строгого математического аппарата, в том числе методов математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа; согласованностью теоретического описания процесса использования земель сельскохозяйственного назначения с модельными оценками, рассчитанными по фактическим данным из официальных источников; использованием для экспериментальных исследований проверенного программного обеспечения; корректностью полученных на основе разработанных моделей количественных и качественных оценок эффективности использования земель.

Апробация результатов исследования. Результаты выполненных исследований докладывались на научно-технических конференциях, в том числе на 60-ой научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов «Научные исследования и разработки молодых ученых для развития АПК» посвященной 85-летию со дня рождения профессора, член-

корреспондента РАСХН Ю.К. Неумывакина, на международной конференции «Реализация земельного и экологического права: проблемы и решения» (РГУП); на 72-ой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК, посвященной Дню космонавтики (МИИГАиК, 2017), и опубликованы в 22 работах. В рамках проведенных диссертационных исследований были разработаны методические указания к выполнению практических занятий по дисциплинам «Основы кадастра недвижимости» Модуль: «Планирование и прогнозирование использования земельных ресурсов и объектов недвижимости», Модуль «Эффективность применения данных кадастра недвижимости и мониторинга земель» и «Мониторинг окружающей среды».

Структура работы. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемой литературы и приложений. Материал изложен на 178 страницах машинописного текста (без приложений), содержит 32 рисунка, 26 таблиц. Список литературы включает 232 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, показана его научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первом разделе «Исследование механизма использования земель в Российской Федерации» выявлены основные факторы, влияющие на процесс планирования и прогнозирования использования земель в Российской Федерации и за рубежом. Отмечен относительно низкий уровень практической реализации существующих методов прогнозирования (из 150 известных методов на практике используется около 20). Рассмотрены основные принципы организации работ по прогнозированию и планированию использования земельных ресурсов. Проведен анализ особенностей российского и зарубежного опыта организации таких работ. Показано, что в последние годы имеет место тенденция к сокращению полезных площадей земель РФ из-за нерационального использования земель и их деградации вследствие различных естественных и антропогенных процессов. Приведены оценки безвозвратных потерь земельных ресурсов. Отмечено, что в условиях воздействия различных неблагоприятных факторов повышается роль эффективного использования

земель. Общим показателем эффективности служит объем валовой продукции сельского хозяйства в расчете на единицу площади сельскохозяйственных угодий. Дополнительными показателями могут служить: величина условной пашни (с учетом площадей пахотных и залежных земель, сенокосов, пастбищ и многолетних насаждений); интегральный индекс эффективности, учитывающий плотность размещения населения, освоенность территорий и доходность бюджета от использования земли; среднегодовые издержки на получение и реализацию результатов использования земли с учетом затрат на сохранение экологического равновесия и/или возмещение экологического ущерба и др.

Показано, что многообразие факторов, влияющих на эффективность использования земли и кадастровую стоимость земель сельскохозяйственного назначения, может приводить к сложным задачам оптимизации, для решения которых целесообразно использовать математическое моделирование с комплексным учетом возможных воздействий на эффективность использования земли.

Исходя из того, что поддержание моделей использования земель в актуальном состоянии требует периодического обновления исходной информации, отмечено возрастание роли мониторинга земель, в том числе мониторинга почвенного покрова, состояния поверхностных и грунтовых вод и т.п. Показано, что с его помощью можно выявить динамику изменений состояния земель, используя в качестве одного из показателей степени загрязнения почв коэффициент концентрации загрязнения почвы, вычисляемый по приведенной в работе формуле. Сформулирован ряд требований к результатам мониторинга, включающих обнаружение негативных процессов, связанных с загрязнением почв и выявлением их динамики (в пространстве и времени); прогноз изменений в краткосрочной перспективе, а также оценку последствий загрязнения почвы; выработку мероприятий, направленных на устранение отрицательных последствий, и улучшение состояния загрязнённых почв; обеспечение доступности информации о состоянии почвы и уровне её загрязнения для заинтересованных лиц и организаций. Исходя из вышеперечисленных требований, определены возможные режимы мониторинга состояния почв. Данные мониторинга предложено рассматривать как один из основных источников информации для прогнозирования

изменения состояния и дальнейшего использования земель. При этом математическое моделирование может служить инструментом оптимизации затрат на осуществление прогнозирования и планирования использования земель.

Во втором разделе «Построение многофакторной регрессионной модели использования земель с учётом их региональных особенностей» описывается процесс построения многофакторной математической модели использования земель для определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения. Данный процесс сводится к реализации двух разработанных методик, одна из которых обеспечивает отбор факторов, другая – определение структуры, параметров и выходных данных модели. Математический аппарат, используемый для моделирования, включает методы факторного, корреляционного и регрессионного анализа. С использованием разработанных методик проведен количественный анализ факторов, позволяющий делать краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы. Показано, что метод корреляционного анализа позволяет получить оценку влияния каждого из включенных в модель факторов на исследуемый результатный показатель, при фиксированном положении остальных факторов (при условии отсутствия функциональной связи между рассматриваемыми факторами). Построено уравнение регрессии, позволяющее прогнозировать динамику изменения кадастровой стоимости, эффективности и целесообразности использования с/х земель. Описан полный цикл модельного исследования. Рассмотрены возможности практического использования полученной модели.

Предложено многофакторную модель в процессе ее построения рассматривать на трех уровнях – качественном, аналитическом и расчетном.

Качественная модель (X) представляет собой совокупность факторов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где n - число факторов, оказывающих существенное влияние на исследуемую величину.

Аналитическая модель (Y) задается явной функциональной зависимостью исследуемой величины от совокупности факторов X с использованием уравнения линейной регрессии

$$Y : y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (1)$$

где a_0, a_1, \dots, a_n – коэффициенты регрессии, подлежащие определению.

Расчетная модель (Z) представляет собой выражение вида (1) с конкретными числовыми значениями коэффициентов регрессии a_0, a_1, \dots, a_n .

Коэффициенты регрессии определяются из решения системы уравнений вида (1) при заданных значениях y_1, y_2, \dots, y_m ($m \geq n$) исследуемого показателя, например, по годам. Решение может быть получено по методу наименьших квадратов.

Исследование модели сводится к получению оценки эффективности использования земель (с точки зрения кадастровой стоимости) как значения y , вычисленного по формуле (1) при найденных значениях коэффициентов регрессии и заданных значениях факторов.

Отмечено, что для нашей страны существенное значение может иметь учет в составе модели региональных особенностей. Исходными данными для построения и исследования региональных моделей использования земель и оценки его эффективности служили нормативные акты, материалы Росстата, Национального доклада о состоянии и использовании земель, кадастровой палаты Росреестра по Московской области, Краснодарского края и Белгородской области.

Предложенный подход к описанию и исследованию процессов использования земель с учетом региональных особенностей детально рассмотрен на примере Краснодарского края. Выбор данного региона обуславливался высоким уровнем развития сельского хозяйства, с одной стороны, и интенсивностью процессов деградации земель, с другой стороны.

На сегодняшний день около 60% пахотных земель Юга России подвержено эрозии, что приводит к сильному снижению урожайности культур (от 2 - 4 до 10 раз). Северные и северо-восточные территории СКЭР выделяются естественной опасностью переувлажнения земель. В Астраханской, Ростовской и Волгоградской областях широко распространены карстовые процессы. В Краснодарском и Ставропольском краях, а также в Калмыкии и Ростовской области наблюдаются сильные просадки лёссовых грунтов. Регион Северного Кавказа отличается

повышенной опасностью селевых процессов. Практически на всей территории Северного Кавказа наблюдаются крупные оползневые процессы.

С учетом отмеченных обстоятельств, предложено при построении модели использования земель учитывать полный экономический риск R по формуле:

$$R = Y_t Y_s K_y S, \quad (2)$$

где Y_t – коэффициент уязвимости почвы во времени; Y_s – коэффициент уязвимости почвы в пространстве; K_y – коэффициент уязвимости сооружений; S – стоимость основных фондов в пределах административных районов (руб.).

Показано, что итоговая многофакторная модель вида (1), построенная по исходным данным табл.1, может ограничиваться учетом 16 факторов (табл.2), отобранных в результате проведенного корреляционного анализа по степени влияния на динамику кадастровой стоимости земель, а также с учетом целесообразности поддержания экологического равновесия. Влияние факторов, включенных в состав модели, на интервале исследования (1998-2016 гг.) характеризуется данными, представленными в табл. 3.

Из решения системы 19 уравнений регрессии вида (1) со свободными членами y_1, \dots, y_{19} и значениями факторов x_1, \dots, x_{16} , приведенными в табл. 1, 3, определены значения коэффициентов регрессии a_1, \dots, a_{16} , с использованием которых составлена следующая расчетная модель для оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения:

$$C(\text{г. Анапа}) = 78619,484 + (0,012 * X1) - (0,016 * X2) - (12,062 * X3) + (2,435 * X4) - (261,678 * X5) - (83,803 * X6) + (15,500 * X7) - (33,448 * X8) - (5,052 * X9) + (83,023 * X10) + (262,023 * X11) - (91,608 * X12) - (76,359 * X13) + (133,814 * X14) - (192,887 * X15) - (0,587 * X16), \quad (3)$$

где C – кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения.

Таблица 1. - Кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения СКЭР: Краснодарский край: г. Анапа (руб. за га)

Год	У	Год	У	Год	У	Год	У
1998	80800	2003	84400	2008	88700	2013	93540
1999	81130	2004	85100	2009	89200	2014	96546
2000	82700	2005	86500	2010	90800	2015	97700
2001	83080	2006	87100	2011	91690	2016	99980
2002	83700	2007	87990	2012	92500		

Таблица 2. - Структура многофакторной модели кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения Краснодарского края (г. Анапа)

Фактор	Смысловая нагрузка	Размерность величины
X ₁	Валовой региональный продукт	млн. руб.
X ₂	Продукция сельского хозяйства (в хозяйствах всех категорий, далее - ХВК)	млн. руб.
X ₃	Посевные площади зерновых и зернобобовых культур (в ХВК)	тыс. га
X ₄	Валовой сбор зерна: в весе после доработки (в ХВК)	тыс. тонн
X ₅	Урожайность зерновых и зернобобовых культур (в весе после доработки) (в ХВК)	центнеров с одного га убранный площади
X ₆	Урожайность картофеля (в ХВК)	центнеров с одного га убранный площади
X ₇	Валовой сбор овощей (в ХВК)	тыс. тонн
X ₈	Урожайность овощей (в ХВК)	центнеров с одного га убранный площади
X ₉	Валовой сбор плодов и ягод (в ХВК)	тыс. тонн
X ₁₀	Внесение минеральных удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях (в пересчете на 100% питательных веществ)	кг
X ₁₁	Потребление картофеля на душу населения:	кг в год
X ₁₂	Потребление овощей и продовольственных бахчевых культур на душу населения	кг в год
X ₁₃	Поголовье овец и коз (в ХВК)	тыс. голов на конец года
X ₁₄	Потребление молока и молочных продуктов на душу населения	кг в год
X ₁₅	Потребление мяса и мясопродуктов на душу населения	кг в год
X ₁₆	Валовой сбор сахарной свеклы (в ХВК)	тыс. тонн

Таблица 3. - Исходные данные для построения многофакторной модели

Год	Факторы							
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
1998	54866,5	14207	3235,4	93,5	26,1	77	73	975,1
1999	106033,1	32418	3663,6	91,1	34,5	64	67	903,9
2000	147052,4	48056	3669,5	89,7	34,9	73	72	920,6
2001	190403,7	62197	3765,0	90,9	39,0	80	73	930,0
2002	230288,0	66199	3749,8	91,7	42,1	78	69	921,5
2003	266863,1	71450	3694,5	88,3	31,0	68	64	848,7
2004	325811,2	92578	3639,2	87,2	41,8	93	76	736,3
2005	372929,8	97106	3531,7	57,2	42,9	89	87	682,5
2006	483950,7	111249	3581,5	54,1	41,4	90	94	680,4
2007	648211,3	142417	3657,4	52,1	39,9	79	83	689,1
2008	803834,1	185342	3689,1	52,9	52,2	97	104	687,3
2009	857527,3	175198	3657,5	56,9	43,9	94	108	672,1

Окончание таблицы 3.

2010	1028308,4	201554	3634,4	59,0	46,6	89	101	649,1
2011	1244652,8	239235	3621,0	59,9	53,0	97	190	633,5
2012	1459490,8	234524	3600,2	59,1	41,2	99	161	592,4
2013	1662969,1	254710	3657,1	56,2	50,6	100	198	563,2
2014	1792048,2	286518	3657,7	56,2	53,7	108	171	542,9
2015	1845532,2	365753	3679,0	56,9	56,1	109	174	539,3
2016	1964535,3	387753	3698,1	57,3	58,1	111	179	537,2
Год	Факторы							
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}
1998	202,9	83	83	118	2706	114,0	161	40
1999	204,3	78	84	127	3481	115,8	162	36
2000	239,2	80	97	124	4206	117,2	180	40
2001	260,3	83	97	126	3457	126,9	195	45
2002	286,9	81	98	128	3474	125,3	198	49
2003	304,8	82	100	130	3505	113,6	205	53
2004	300,9	82	102	127	3508	95,0	205	53
2005	297,0	80	99	129	3605	100,0	205	54
2006	320,0	94	126	130	4325	125,2	206	54
2007	367,9	94	128	131	3475	143,3	215	66
2008	378,4	85	128	131	2999	147,8	215	69
2009	375,5	85	131	132	3059	152,8	221	69
2010	394,0	84	130	133	2853	151,5	222	73
2011	428,6	88	132	133	2586	153,9	222	76
2012	411,8	90	134	132	2508	156,1	224	79
2013	336,3	90	135	133	2353	180,0	224	81
2014	339,7	92	136	132	2347	197,1	223	81
2015	361,8	94	137	132	2370	207,9	224	81
2016	393,2	96	138	133	2375	210,2	224	81

С учетом полученных в результате регрессионного анализа значений коэффициентов a_1, \dots, a_{16} разработанная модель имеет вид:

$$C_{(г. Анапа)} = 78619,484 + (0,012 * X_1) - (0,016 * X_2) - (12,062 * X_3) + (2,435 * X_4) - (261,678 * X_5) - (83,803 * X_6) + (15,500 * X_7) - (33,448 * X_8) - (5,052 * X_9) + (83,023 * X_{10}) + (262,023 * X_{11}) - (91,608 * X_{12}) - (76,359 * X_{13}) + (133,814 * X_{14}) - (192,887 * X_{15}) - (0,587 * X_{16}), \quad (3)$$

где С – кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения.

Рассмотрена возможность и даны рекомендации по практическому использованию полученной модели. Показано, что путем варьирования значения отдельных факторов или группы факторов можно оценивать их влияние на эффективность использования и кадастровую стоимость земель сельскохозяйственного назначения. С помощью разработанной модели могут учитываться изменения различных сегментов рынка сельскохозяйственной

продукции и условия, оказывающие влияние, как прямое, так и косвенное, на объемы сельскохозяйственного производства.

Исходя из приведенных данных, подтверждающих интенсивность и масштабность процессов деградации земель СКЭР, обращено внимание на необходимость ведения на территории региона комплексного мониторинга сельскохозяйственных земель с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса, материалов аэросъемки, в том числе с беспилотных летательных аппаратов, материалов полевого обследования. Свой вклад в развитие региональной системы мониторинга состояния земель может внести развитие высокоточного земледелия.

Результаты моделирования показали, что на эффективность использования земель и на кадастровую стоимость в СКЭР существенно влияют структура сельскохозяйственных земель и объемы производства продукции сельского хозяйства. Все это еще раз указывает на целесообразность совершенствования региональной системы мониторинга земель, как с точки зрения получения объективной и достоверной информации о состоянии земельных ресурсов, так и с точки зрения своевременного выявления и принятия мер по предотвращению деградации земель.

В третьем разделе «Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации с использованием многофакторных моделей» представлены результаты исследований по комплексированию разработанных методик построения многофакторных моделей с анализом эффективности использования земель с/х назначения. Исследование проводилось на примере Московской области как региона, характеризующегося широким диапазоном изменения показателей эффективности землепользования в зависимости от территориального зонирования. Для этого в соответствии с методиками и рекомендациями, изложенными в предыдущем разделе работы, была построена многофакторная модель использования земель с/х назначения на один из районов Московской области, адаптированная под его региональные особенности по исходным данным табл. 4. Построение модели ограничивалось учетом 16 факторов (табл. 5), значительная часть которых идентична факторам, включенным в состав аналогичной модели для

Краснодарского края, описанной в предыдущем разделе работы. Согласно упомянутым рекомендациям, отбор факторов проводился путем корреляционного анализа по степени влияния на динамику кадастровой стоимости земель с/х назначения в конкретном регионе, а также с учетом целесообразности поддержания экологического равновесия. Влияние учитываемых факторов на интервале исследования (1998-2016 гг.) характеризуется данными, представленными в табл. 6.

Таблица 4. - Кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения (руб. за га) Московской области: Серпуховской район, д. Акулово

Год	У	Год	У	Год	У	Год	У
1998	103900	2003	109900	2008	114290	2013	118120
1999	104900	2004	110200	2009	114900	2014	118500
2000	106400	2005	111450	2010	115480	2015	120100
2001	107450	2006	112190	2011	116350	2016	121780
2002	109500	2007	113750	2012	117380		

Таблица 5. - Состав многофакторной модели кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения Московской области: Серпуховской район, д. Акулово

Фактор	Смысловая нагрузка	Размерность
X ₁	Валовой региональный продукт	млн. руб.
X ₂	Продукция сельского хозяйства (в ХВК)	млн. руб.
X ₃	Посевные площади сельскохозяйственных культур (в ХВК)	тыс. га
X ₄	Посевные площади картофеля (в ХВК)	тыс. га
X ₅	Урожайность зерновых и зернобобовых культур (в весе после доработки) (в ХВК)	цент. с одного га убранный площади
X ₆	Урожайность картофеля (в ХВК)	центнеров с одного га убранный площади
X ₇	Урожайность овощей (в ХВК)	цент. с одного га убранный площади
X ₈	Поголовье крупного рогатого скота (в ХВК)	тыс. голов на конец года
X ₉	Производство скота и птицы на убой (в убойном весе) (в ХВК)	тыс. тонн
X ₁₀	Потребление картофеля на душу населения	кг в год
X ₁₁	Потребление овощей и продовольственных бахчевых культур на душу населения	кг в год
X ₁₂	Потребление хлебных продуктов на душу населения	кг в год
X ₁₃	Урожайность плодов и ягод (в ХВК)	цент. с одного га
X ₁₄	Производство меда (в ХВК)	тонн
X ₁₅	Потребление молока и молочных продуктов на душу населения	кг в год
X ₁₆	Потребление мяса и мясопродуктов на душу населения (включая субпродукты II категории и жир-сырец)	кг в год

Из решения системы 19 уравнений регрессии вида (2) со свободными членами y_1, \dots, y_{19} , и значениями факторов x_1, \dots, x_{16} , приведенными в табл. 4, 6, определены значения коэффициентов регрессии a_1, \dots, a_{16} , с использованием которых составлена следующая расчетная модель для оценки кадастровой стоимости земель с/х назначения:

$$C_{(МО:д.Акулово)} = 444719,397 + (0,020 * X_1) - (0,726 * X_2) - (177,102 * X_3) + (573,990 * X_4) - (688,759 * X_5) + (220,341 * X_6) - (149,983 * X_7) + (202,484 * X_8) + (210,702 * X_9) + (17,496 * X_{10}) - (435,697 * X_{11}) - (579,777 * X_{12}) - (29,290 * X_{13}) - (469,374 * X_{14}) - (1067,767 * X_{15}) + (714,985 * X_{16}), \quad (4)$$

Таблица 6. - Исходные данные для построения многофакторной модели

Год	Факторы							
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
1998	101875,9	9998	1010,9	104,9	15,7	92	186	603,1
1999	155578,9	20675	995,9	102,6	11,7	97	201	567,6
2000	201253,9	25063	977,9	103,5	20,3	103	204	531,7
2001	262087,4	26458	946,1	101,8	20,5	80	198	508,6
2002	344885,0	31615	931,2	98,5	22,1	75	211	488,3
2003	447054,9	36837	872,2	90,9	22,7	104	234	441,2
2004	548642,3	39208	824,9	90,1	23,5	106	230	393,8
2005	708062,1	42350	699,4	52,6	19,2	122	242	363,4
2006	934328,9	45191	659,9	49,3	22,1	143	276	347,1
2007	1295649,9	53060	626,7	47,7	22,6	142	281	332,0
2008	1645753,0	62245	611,6	48,3	26,4	149	286	313,6
2009	1530623,0	69742	575,8	49,8	28,3	182	297	293,5
2010	1832867,3	78647	550,7	51,4	21,6	118	237	276,3
2011	2176795,3	100414	547,8	51,2	23,9	179	295	260,6
2012	2357081,9	81237	523,1	49,7	25,8	180	308	238,9
2013	2545951,5	78275	505,6	44,7	23,7	173	282	233,7
2014	2705578,7	89980	518,3	43,0	28,1	178	274	223,8
2015	2976564,6	103624	579,1	44,1	31,3	212	300	217,7
2016	3244556,3	114534	598,5	45,1	33,4	217	332	215,4
Год	Факторы							
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}
1998	87,1	87	67	108	63	102,5	245	58
1999	82,4	80	71	99	103	91,9	232	54
2000	84,4	85	72	97	103	86,6	236	56
2001	83,0	84	74	103	128	81,9	229	57
2002	93,4	87	73	101	85	76,1	229	58
2003	102,6	99	78	101	91	68,6	232	62
2004	111,0	105	88	104	76	60,9	235	67
2005	136,8	120	90	106	96	52,5	238	71
2006	144,5	136	92	108	98	52,9	243	72
2007	172,9	102	96	111	101	50,2	253	81
2008	186,3	103	96	116	93	54,5	260	91
2009	188,0	110	104	118	92	55,7	260	94
2010	190,3	101	96	117	89	57,2	257	97

Окончание таблицы 6

2011	203,2	111	99	117	102	70,8	248	100
2012	215,5	111	101	118	121	66,1	268	104
2013	208,9	115	102	117	154	70,1	271	107
2014	184,7	112	103	121	203	77,8	253	106
2015	202,2	112	104	123	189	56,2	254	106
2016	212,6	112	105	123	178	58,2	256	107

Аналогично можно оценивать динамику кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в зависимости от влияния других отдельно взятых факторов либо их комбинации.

С учетом отобранных факторов, отражающих региональные особенности Московской области, рассчитывается экономическая эффективность при осуществлении территориального зонирования с/х угодий и природно-сельскохозяйственного районирования. При этом состав и распределение земель по природно-сельскохозяйственным округам характеризуется табл. 7, показывающей, что о различиях между этими округами можно судить по показателям освоенности и распаханности земель, а также по кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения.

Таблица 7. - Состав и распределение земель по природно- сельскохозяйственным округам Московской области

Природно-сельскохозяйственные округа	Общая площадь округов ¹⁾		В т.ч. с/х угодий, тыс.га	В % к итогу	Из них пашни, тыс.га	В % к итогу	Кадастровая оценка 1 га с/х угодий балл
	тыс.га	%					
Северный	440,9	10,0	128,7	9,6	83,7	8,6	36,9
Восточный	983,2	22,3	238,2	17,7	143,9	14,8	36,1
Западный	1101,8	25,0	328,9	24,5	248,7	25,5	42,5
Центральный Истринско-Клязьминский	695,1	15,8	167,5	12,5	114,2	11,7	39,4
Южный Приокский	561,2	12,7	211,4	15,7	171,2	17,6	43,2
Южный Заокский	431,3	9,8	218,2	16,3	175,3	18,0	50,3
Урбанизированные территории	199,4	4,5	49,9	3,7	38,0	3,9	43,2
Итого по области	4412,9	100	1342,9	100	975,0	100	42,1

В свою очередь, с/х угодья можно разделить на четыре основные категории: 1 - высокопродуктивные (значение зернового эквивалента выше среднерайонного более чем на 30%); 2 – продуктивные (в диапазоне +/- 30% от среднерайонного); 3 - низкопродуктивные (ниже среднерайонного более чем на 30%); 4 – непригодные (непригодные для ведения с/х производства по природным свойствам). Исходя из этого, в табл. 8 сопоставлено распределение сельскохозяйственных угодий по

указанным территориальным зонам для Московской области (МО) в целом и Луховицкого района (ЛР). Анализ данных, приведенных в табл. 7 и 8, показал, что 76,5 % всех с/х угодий в районе и 67,3 % по области распределены на плодородных почвах, 21,2 % пашни и многолетних насаждений в районе расположены на малопродуктивных землях, а по области такой показатель достигает 32,1 %, из чего следует вывод о несоответствии распределения с/х угодий по их пригодности и качеству.

Таблица 8. - Группировка сельскохозяйственных угодий по территориальным зонам Московской области (МО) и Луховицкого района (ЛР)

Зоны	Сельскохозяйственные угодья				Пашня и многолетние насаждения				Кормовые угодья			
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
	ЛР	МО	ЛР	МО	ЛР	МО	ЛР	МО	ЛР	МО	ЛР	МО
1	15,3	207,1	24,7	16,4	10,8	168,6	27,3	17,3	4,5	38,5	20,1	10,5
2	31,7	684,2	52,0	50,9	20,4	491,8	51,6	50,4	11,3	192,4	50,4	52,4
3	13,8	417,3	22,3	30,1	8,1	308,6	20,5	31,6	5,7	108,7	25,4	29,6
4	1,1	34,3	1,0	2,6	0,2	6,7	0,5	0,7	0,9	27,6	4,0	7,5
Итого	61,9	1342,9	100	100	39,5	975,7	100	100	22,4	367,2	100	100

В итоге, для самых требовательных к почвам культур в МО из расчета занимаемой ими площади в 268,8 тыс. га, показатели урожайности возрастут вследствие размещения этих культур на лучших землях, с высоким показателем плодородности (табл. 9, рис. 1).

Таблица 9. - Зависимость урожайности от размещения в различных территориальных зонах

С/х культуры		В целом по области		Территориальные зоны					
		тыс. га	Усрв, ц/га	тыс. га	У, ц/га	тыс. га	У, ц/га	тыс. га	У, ц/га
Зерновые	Факт	88	23,3	39,4	27	31,2	23,9	17,4	13,7
	Расчет	172,8	23,7	59,4		91,2		22,2	
Овощи	Факт	19,5	275,4	11,3	317,4	4,6	268	3,6	153,2
	Расчет	32,0	296,9	21,3		9,6		1,1	
Картофель	Факт	49,8	200,9	21,7	269,5	11,8	190,5	16,3	117
	Расчет	64,0	212,8	29,7		21,8		12,5	



Рисунок 1 – Сравнительный анализ фактической и расчетной урожайности

Применение данных территориального зонирования с/х земель, к которым, в частности, относится увеличение показателя урожайности в ходе распределения посевов основных товарных с/х культур на высокопродуктивных и продуктивных землях, позволяет, как видно из расчетов, увеличивать объемы получаемой продукции и наращивать ресурсный потенциал с/х производства на территории Московской области.

В результате проведенных расчетов валового сбора итоговой продукции, применительно к описанной схеме распределения основных товарных с/х культур Московской области, а именно, зерновых, овощей и картофеля в большей степени на землях с высокой продуктивностью и продуктивных землях, установлена возможность повышения урожайности основных с/х культур на 10-20%, в результате чего суммарная стоимость с/х продукции составит 67 661 56 руб. (табл. 10).

Таблица 10. - Расчет стоимости с/х продукции, полученной благодаря улучшению структуры посевных площадей

С/х культуры	Оптимальная площадь посевов, тыс. га	Расчетная урожайность, ц/га	Валовый сбор, ц	Стоимость с/х продукции, руб.
Зерновые	172,8	23,7	4095,36	3 276 288
Овощные	32	296,9	9500,8	49 404 160
Картофель	64	212,8	13619,2	14 981 120

Рассмотренные выше предложения по повышению эффективности использования с/х земель Московской области относятся к так называемой производственной эффективности, выражаемой в увеличении производства с/х продукции в абсолютном или стоимостном выражении. Окончательные выводы о целесообразности реализации предлагаемого комплекса мероприятий могут быть сделаны только с учетом полного экономического эффекта.

Экономическую эффективность при осуществлении территориального зонирования сельскохозяйственных угодий и природно-сельскохозяйственного районирования ($\mathcal{E}_{\text{эк}}$) и ожидаемый экономический эффект от предлагаемых мероприятий (\mathcal{E}) можно рассчитать по формулам:

$$\mathcal{E}_{\text{эк}} = D_{\text{прод}} - Z_{\text{разр}}, \quad \mathcal{E} = D_{\text{прод}} / Z_{\text{разр}} \quad (5)$$

где $D_{\text{прод}}$ - доходы от реализации с/х продукции, полученной благодаря улучшению структуры посевных площадей, руб.; $Z_{\text{разр}}$ - затраты на разработку документации по территориальному зонированию и природно-сельскохозяйственному районированию, руб.

При выполнении расчетов для величины $D_{\text{прод}}$ было принято, что она выражается стоимостью продукции, полученной при улучшении структуры посевных площадей при применении предлагаемого территориального зонирования, которая, согласно полученной оценке, в данном случае составит 67 661 568 рублей. Для оценки $Z_{\text{разр}}$ использовались данные Сборника базовых цен на проектные работы, согласно которым величина удельных базовых затрат на разработку документации по планировке территории, с учетом ее площади, территориального зонирования и природно-сельскохозяйственного районирования, составляет 4 тыс. руб. за км², что для рассматриваемой площади в 730 тыс. га в сумме дает ориентировочно 29 200 000 рублей. При указанных значениях из формулы (5) следует $\mathcal{E} = 67\,661\,568 / 29\,200\,000 = 2,32$. Данная оценка свидетельствует о высокой эффективности предлагаемых мероприятий.

Таким образом, в данной главе предложена математическая модель для оценки эффективности использования земель (с точки зрения кадастровой стоимости) в Российской Федерации (на примере Московской области). Показано, что применение метода факторного анализа позволяет создавать модели, обеспечивающие получение прогнозных оценок эффективности использования земель с учетом различных экономических и природно-климатических условий. Подтверждена целесообразность учета региональных особенностей для получения адекватных многофакторных моделей эффективности использования земель.

В заключении подведены итоги проведенных исследований, даны рекомендации по использованию полученных результатов и намечены перспективы дальнейшей разработки темы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов решения поставленных задач позволяет сделать следующие основные выводы:

1. В настоящее время одним из продуктивных путей повышения эффективности использования земель является применение экономико-математических методов и моделей при разработке проектов землеустройства. Математические модели позволяют оптимизировать использование земельных и связанных с ними производственных ресурсов, значительно улучшить экологические, экономические, технические и др. показатели землепользования, что, в свою очередь, приводит к повышению плодородия почв, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, прекращение процессов эрозии и др.;

2. Разработанная на основе применения аппарата факторного анализа математическая модель использования земель позволяет: оценивать эффективность использования земель в региональном масштабе; проводить количественный анализ факторов, влияющих на эффективное использование земель и кадастровую стоимость земель сельскохозяйственного назначения; формировать краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы использования земельных ресурсов; осуществлять отбор и варьирование факторов, подлежащих учету в уравнениях регрессии при выполнении оценочных расчетов;

3. Оценки, полученные с использованием разработанной модели, позволяют говорить о том, что сегодня необходимо совершенствовать методику рационального использования земель. Созданные до этого теории и методические положения нуждаются в уточнении. Рациональное использование земель может осуществляться только с учётом природно-климатических и региональных особенностей. Модель позволяет управлять процессом использования земель, прогнозировать динамику изменения земель, вносить корректировки. Рациональной и эффективной может считаться такая практика использования земель, при которой сохраняется и экологическое равновесие всех природных факторов.

4. Среди выявленных причин ухудшения качества земельных ресурсов к основным могут быть отнесены: загрязнение земель (химическими веществами, использованием транспорта, вследствие деятельности промышленности, отходами,

радиоактивными веществами, при разработке полезных ископаемых и др.); эрозия почвы (водная, ветровая); опустынивание; засоление почв;

5. Перспективы применения многофакторных математических моделей при планировании и организации землеустроительных работ связаны с дальнейшим повышением эффективности землеустроительных работ. При этом все более существенное значение будут иметь учет факторов, связанных с предотвращением нерационального использования и расходования земельных ресурсов, а также комплекса природоохранных факторов, обеспечивающих выполнение требований в области охраны окружающей среды при проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции различных инженерно-технических объектов.

Перспективы дальнейшей разработки темы, а именно - вопросов применения математических, в том числе многофакторных, моделей при планировании и организации землеустроительных работ, связаны с дальнейшим повышением качества результатов моделирования с учетом целесообразности предотвращения нерационального использования земельных ресурсов и осуществления комплекса природоохранных факторов. Представляет научный и практический интерес районирование территории страны по текущим и прогнозным показателям эффективности использования земельных ресурсов; расчет эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения и применение результатов кадастровой оценки земель населенных пунктов для повышения эффективности землепользования при их переводе из категории земель с/х назначения в других регионах России.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

I. Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Хабарова, И.А. Экологический менеджмент и экологический аудит // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2016. – №6. – С.47-53.
2. Хабарова, И.А. Математическое и компьютерное моделирование использования земель: проблемы и перспективы // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2016. – №9. – С. 21-27.
3. Хабарова, И.А. Мониторинг земель Северо-Кавказского экономического района.// Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.– 2016. – №12. – С. 59-63.

4. Хабарова, И.А. Разработка многофакторной модели использования земель Северо-Кавказского экономического района с учетом региональных особенностей // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – №3. – С. 29-34.
5. Непоклонов, В.Б., Хабарова, И.А., Дручинин, С.С. Построение многофакторной модели эффективного использования земель Северо-Кавказского экономического района с учетом экологической составляющей «Московский экономический журнал». – 2017. – №1. – 12 с.
6. Хабарова И.А., Непоклонов В.Б. Деградация земель юга Российской Федерации // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – №2. – С.111-115.
7. Непоклонов, В.Б., Хабарова, И.А. Российский и зарубежный опыт прогнозирования и планирования использования земель // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – №3. – С.100-104.
8. Хабарова, И.А. Механизм формирования использования земель в Российской Федерации // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель – 2017. – №6. – С.18-22.
9. Непоклонов В., Хабарова И., Хабаров Д. и др. Методические подходы к определению водоохраной зоны и широты прибрежной защитной полосы Нижнекамского водохранилища // МСХЖ. – 2017. – №4. – С. 15-19.
10. Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Дручинин С.С. Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в Московской области.// МЭЖ. – 2017. – №3. – 14 с.

II. Прочие публикации

1. Хабарова И.А. Математическое моделирование эффективности использования земель.// Сборник статей по итогам научно-технических конференций. Выпуск 8. – М.: МИИГАиК, 2015. – 173 с. / Приложение к журналу Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка» - 2015. – № 6. – С. 138-140.
2. Хабарова И.А., Дручинин С.С. Разработка многофакторной модели использования земель //Сборник Славянский форум. – 2016. – № 4 (14). – С. 237-249.