

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФГБОУ ВПО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра экономической кибернетики

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Методические указания  
по выполнению курсового проекта  
для студентов направлений подготовки 38.03.01 «Экономика»  
и 38.03.02 «Менеджмент»  
очной и заочной форм обучения

КАРАБАЕВО  
Костромская ГСХА  
2015

УДК 655.58  
ББК 74  
М 54

*Составитель:* доцент кафедры экономической кибернетики Костромской ГСХА С.Г. Кузнецов.

*Рецензенты:* сотрудники Костромской ГСХА к.э.н., доцент кафедры экономики О.И. Ус, ст. преподаватель Т.М. Козлова, к.э.н., доцент, зав кафедрой экономической кибернетики О.Т. Обенко.

*Рекомендовано к изданию  
методической комиссией экономического факультета,  
протокол № 1 от 18 февраля 2015 года.*

М 54      **Моделирование социально-экономических систем** : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направлений подготовки 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент» очной и заочной форм обучения / сост. С.Г. Кузнецов. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. — 36 с.

Издание содержит методический материал по выполнению курсового проекта. Методические указания предназначены для студентов направлений подготовки 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент» очной и заочной форм обучения.

УДК 655.58  
ББК 74

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ .....	6
3 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	6
3.1 Порядок проведения защиты.....	6
3.2 Критерии оценки курсового проекта.....	7
4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	8
4.1 Этапы выполнения курсового проекта.....	8
4.2 Выбор и утверждение темы проекта .....	9
4.3 Порядок представления и защита курсового проекта.....	10
4.4 Примерная структура проекта.....	12
5 ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	13
5.1 Постановка экономико-математической модели задачи .....	13
5.2 Структурная экономико-математическая запись модели.....	14
5.3 Информационное обеспечение экономико-математической модели задачи .....	16
5.4 Разработка числовой экономико-математической модели задачи .....	17
5.5 Решение задачи на ПК .....	18
5.6 Анализ результатов решения задачи .....	22
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	26
Приложение А Темы курсовых проектов по дисциплине «Моделирование социально-экономических систем» .....	27
Приложение Б Пример оформления титульного листа курсового проекта .....	28
Приложение В Исходная информация для построения экономико- математической модели задачи .....	29
Приложение Г Числовая экономико-математическая модель задачи по определению оптимального состава кормосмеси для кур-несушек.....	30
Приложение Д Исходный файл для решения экономико- математической модели задачи по программе Поиск решения.....	32
Приложение Е Решение экономико-математической модели задачи по программе Поиск решения .....	33
Приложение Ж Отчет по результатам.....	34
Приложение И Отчет по устойчивости.....	35
Приложение К Отчет по пределам .....	36

## **ВВЕДЕНИЕ**

Согласно учебному плану студенты дневной и заочной форм обучения направлений подготовки 38.03.01 – «Экономика» и 38.03.02 – «Менеджмент» очной и заочной форм обучения выполняют курсовой проект по дисциплине «Моделирование социально-экономических систем».

Основными целями курсового проекта являются:

- закрепление полученных в ходе изучения дисциплины знаний по методологии математического моделирования;
- углубленное изучение теоретических и практических положений математического моделирования экономических систем;
- развитие у студентов навыков использования приемов математического моделирования к исследованиям экономических проблем;
- освоение студентом методов систематизации конкретного материала, умение его анализировать и на этой основе делать соответствующие выводы и предложения с обоснованием практического использования;
- формирование у студентов навыков самостоятельной научно-исследовательской работы;

В результате написания курсового проекта студент приобретет следующие общекультурные (ОК) и профессиональные (ПК) компетенции:

- способность находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);
- способность анализировать социально значимые проблемы и процессы (ОК-13);
- владеть методами количественного анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-15);
- владеть методами принятия стратегических, тактических и оперативных решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций (ПК-18);
- способность планировать операционную (производственную) деятельность организаций (ПК-19);
- владеть методами управления проектами и готовностью к их реализации с использованием современного программного обеспечения (ПК-20).

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект по дисциплине «Моделирование социально-экономических систем» выполняется (в соответствии с учебным планом направления и профиля) студентами экономического факультета очной и заочной форм обучения.

Курсовой проект является самостоятельной научной работой студента. Он не должен походить на реферат или доклад по теме. Для руководства научной работой студента назначается руководитель, который составляет задание на курсовой проект, следит за ходом его выполнения, проводит консультации, оказывает помощь в процессе исследований.

Задание на курсовое проектирование, кроме его наименования, содержит расшифровку темы и предусматривает комплексное решение поставленных задач. Выполнение проекта осуществляется в предусмотренное время для самостоятельной работы. Практическая часть исследований проводится в компьютерных классах корпуса экономического факультета академии. При необходимости место работы может выбираться студентом самостоятельно.

Чтобы разобраться в социально-экономических процессах и явлениях по избранной теме студент должен использовать фактический материал конкретного предприятия (организации), отдельной отрасли. По ряду тем могут быть использованы районные и областные статистические данные. Данные берутся за три последних календарных года. По усмотрению преподавателя информационное обеспечение курсового проекта может быть предложено руководителем.

Фактический материал должен позволять:

- проводить характеристику конкретного социально-экономического явления;
- содержать данные, позволяющие провести экономический анализ;
- разрабатывать экономико-математическую модель поставленной задачи.

На основе глубокого изучения теоретических вопросов, относящихся к теме курсового проекта, всестороннего анализа работы предприятия (организации), студент обязан выявить и показать прогрессивные методы работы, пути их достижения, выявить недостатки, имеющиеся в работе предприятия (организации) и на основе полученного оптимального решения внести практически приемлемые, экономически обоснованные предложения по их устранению. Работы, написанные только на основе литературных источников, не могут быть признаны удовлетворительными и подлежат возврату на доработку. По окончании исследований студент представляет преподавателю работу на проверку.

## **2 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**

Курсовой проект должен:

- выполняться на актуальную, имеющую практическое значение, тему, по обоснованному плану;
- быть написан на основе глубокого изучения законодательства по рассматриваемой проблеме, научной литературы, электронных изданий, а также монографий и статей, посвященных избранной теме;
- свидетельствовать о том, что его автор знает современные теоретические и методические основы применения методов математического моделирования к исследованию экономических процессов;
- подтверждать то, что его автор умеет работать с литературными источниками: находить необходимый материал, анализировать точки зрения различных авторов, на основе анализа давать свои оценки и формулировать собственные выводы;
- содержать анализ фактического состояния экономики предприятия (организации), конкретную числовую экономико-математическую модель задачи, аргументированные выводы по решению модели задачи и адресные предложения;
- соответствовать изложенным ниже указаниям относительно объема, структуры работы и в то же время содержать элементы оригинального, творческого подхода к решению тех или иных вопросов темы;
- быть оформлен в строгом соответствии с методическими указаниями.

Соблюдение перечисленных требований является критерием для определения оценки студенческого курсового проекта.

## **3 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **3.1 Порядок проведения защиты**

По результатам проверки курсового проекта выставляется оценка. Работа оценивается положительно при условии соблюдения перечисленных выше требований. В том случае, если работа не отвечает предъявляемым требованиям (не раскрыты тема или отдельные вопросы плана, использовано менее десяти литературных источников, изложение материала поверхностно, отсутствует заключение), то она возвращается автору на доработку. Студент должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки новый вариант. Если сомнения вызывают отдельные аспекты курсового проекта, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты работы перед комиссией.

Работа в готовом варианте должна быть предоставлена на проверку преподавателю не менее, чем за 2 недели до начала экзаменационной

сессии. Студенты, не защитившие курсовые проекты, не допускаются до сдачи экзамена.

Защита курсового проекта представляет собой устный публичный отчет студента, на который ему отводится не более 10 минут, а также ответы на вопросы членов комиссии. Устный отчет студента включает: раскрытие целей и задач проектирования, его актуальность, описание выполненного проекта, основные выводы и предложения, разработанные студентом в процессе курсового проектирования.

### 3.2 Критерии оценки курсового проекта

Анализ результатов курсового проектирования проводится по следующим критериям:

1 навыки самостоятельной работы с материалами, по их обработке, анализу и структурированию;

2 умение правильно применять методы исследования;

3 умение грамотно интерпретировать полученные результаты;

4 способность осуществлять необходимые расчеты, получать результаты и грамотно излагать их в отчетной документации.

5 умение выявить проблему, предложить способы ее разрешения, умение делать выводы;

6 умение грамотно оформить курсовой проект в соответствии со стандартными требованиями;

*Замечание: пункты 1-6 дают до 50% вклада в итоговую оценку студента.*

7 умение защищать результаты своей работы, грамотное построение речи, использование при выступлении специальных терминов;

8 способность кратко и наглядно (использование презентации) изложить результаты работы;

*Замечание: пункты 7,8 дают до 35% вклада в итоговую оценку студента.*

9 уровень самостоятельности, творческой активности и оригинальности при выполнении работы;

10 выступления на конференциях и подготовка к публикации тезисов для печати по итогам работы.

*Замечание: пункты 9, 10 дают до 15 % вклада в итоговую оценку студента.*

90-100 баллов ставится студенту, который в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовой проект. При защите и написании работы студент продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения. Тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами. Проект подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. Отзыв руководителя положительный.

70-80 баллов ставится студенту, который выполнил курсовой проект, но с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и

инициативен. Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. Отзыв руководителя положительный.

Оценка 50-60 баллов ставится студенту, который допускал просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. Отзыв руководителя с замечаниями.

Оценка меньше 50 баллов ставится студенту, который выполнил курсовой проект с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

Кроме того, основанием для снижения оценки по курсовому проекту может служить:

- небрежное оформление работы (грубые отклонения от ГОСТ, неаккуратность);
- поверхностное рассмотрение теоретических вопросов (слишком ограниченное количество источников, непонимание сути, отсутствие собственного мнения);
- отсутствие связи между разделами работы;
- поверхностный анализ реальной ситуации;
- неумение представлять информацию в наглядном и конкретном виде (недостаточное и неверное использование графического анализа, схем, и т.п.);
- необоснованность практических предложений по решению проблем;
- непонимание источников эффективности предлагаемых мероприятий.

## **4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Требования к методике выполнения курсового проекта должны представлять собой комплекс инструкций и разъяснений содержащих:

- этапы выполнения курсового проекта;
- последовательность и содержание каждого этапа выполнения проекта;
- элементы, которые будут определять структуру текста курсового проекта;
- требования к объему по каждому элементу структуры текста работы;
- конечная цель, которую должен достигнуть обучающийся при раскрытии темы курсового проекта.

### **4.1 Этапы выполнения курсового проекта**

На выполнение курсового проекта отводится 30 часов учебного времени. Рекомендуется следующее распределение времени по этапам,

как для планирования своей деятельности, так и для осуществления контроля за ходом выполнения работы со стороны преподавателя.

На *первом* этапе (до 8 часов) студенты получают индивидуальные задания, изучают рекомендации по выполнению курсового проекта, приступают к анализу задания и его выполнению. Содержание начального этапа исследований составляет уяснение поставленной задачи, подбор необходимой литературы, концептуальное и формальное описание исследуемого объекта, выбор инструментальных средств проведения исследований, разработка числовой экономико-математической модели задачи.

*Второй* этап (до 10 часов) рекомендуется посвятить отладке и решению экономико-математической модели задачи на ЭВМ, поэтому к его началу студенты должны иметь доведенную до программной реализации модель. После отладки модели необходимо осуществить оценку качества модели и полученного решения.

Во время *третьего* этапа (до 10 часов) проводится анализ полученного решения экономико-математической модели задачи. При этом обязательным является использование «теневых» цен (двойственных оценок). По окончании анализа необходимо дать общее заключение по проекту. Представить список использованных источников и в качестве приложений твердую копию решения экономико-математической модели задачи.

Заключительный, *четвертый* этап отводится на защиту курсового проекта (до 2 часов).

## **4.2 Выбор и утверждение темы проекта**

Выбор темы курсового проекта зависит как от актуальности различных экономических проблем, так и от индивидуальных предпочтений студента, от его заинтересованности в конкретных направлениях исследования.

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития экономики предприятия, отрасли и др. При выборе темы рекомендуется учитывать заявки предприятий. Тематикой курсовых проектов предусматривается исследование отдельных экономических вопросов предприятия или комплексное решение вопросов экономического развития объекта исследования.

Кафедра ежегодно разрабатывают примерный перечень тем курсовых работ с указанием предполагаемых научных руководителей по каждой теме.

Тематика курсовых проектов определяется преподавателями кафедры, осуществляющими руководство научной работой студента. Перечень предлагаемых тем проектов с указанием научного руководителя утверждается заведующим кафедрой и доводится до сведения студентов в течение первых двух недель текущего семестра.

С целью исключения возможности написания курсового проекта по одной теме большим числом студентов устанавливается, что преподаватель должен сформировать не менее 15 тем курсового проекта по учебной дисциплине, исходя из предложенной кафедрой тематики курсовых проектов на текущий учебный год.

Студент может предложить в качестве темы курсового проекта свою тему, не вошедшую в перечень. При достаточной обоснованности такое предложение может быть принято преподавателем, ведущим лекционный курс, а тема работы закреплена за студентом. Допускается выполнение студентами одноименных тем при условии, что объекты исследования будут разными.

Студент самостоятельно выбирает тему проекта в соответствии со своими интересами, о чем лично сообщает выбранному им научному руководителю. В ходе предварительного обсуждения выбранной темы с научным руководителем и в процессе выполнения проекта его тема может быть изменена по согласованию между научным руководителем и студентом. Выбор должен быть сделан в течение первого месяца текущего семестра, о чем научный руководитель сообщает заведующему кафедрой (или преподавателю, на которого заведующим кафедрой возложена ответственность за этот проект).

*Примечание: если согласование темы проекта с преподавателем не было проведено, студенту может быть отказано в приеме курсового проекта независимо от качества его исполнения.*

Проект выполняется в течение семестра и может быть продолжением ранее начатого исследования, развитием результатов, полученных студентом в течение предшествующих лет обучения.

Рекомендуется, чтобы курсовой проект соответствовал теме будущей выпускной квалификационной работы. Желательно, чтобы темы курсового проекта и дипломной работы были взаимосвязаны и выполнялись на примере одного и того же объекта исследования. Темы курсового проекта по дисциплине «Моделирование социально-экономических систем» даны в приложении А.

### **4.3 Порядок представления и защита курсового проекта**

По итогам работы студент представляет проект, в котором излагает результат проделанной работы.

Курсовой проект представляется на кафедру в сроки, определяемые заведующим кафедрой. Если срок представления курсового проекта кафедрой не определен, в качестве него принимается день, на неделю предшествующий дню начала сессии. В течение 10 дней с момента сдачи работы на кафедру преподаватель проверяет проект и пишет на него отзыв. В нем указываются достоинства и недостатки работы, на которые студент должен обратить внимание. Курсовые проекты, получившие положительный отзыв, допускаются к защите.

Курсовой проект принимается старшим лаборантом кафедры в полностью готовом виде (сшитом, в обложке) при наличии подписи исполнителя проекта. На титульном листе проекта фиксируется дата его представления, которая регистрируется в журнале регистрации.

В процессе подготовки к защите студент должен:

- внести исправления в работу в соответствии с замечаниями руководителя;
- ответить на вопросы руководителя, сформулированные в отзыве либо сделанные на полях курсового проекта. По согласованию с руководителем исправления либо пишутся на обороте листа, где записано замечание, либо они оформляются в виде дополнения к курсовому проекту.

По истечении срока, к которому должен быть сдан курсовой проект, заведующим кафедрой определяются сроки публичной защиты курсового проекта. По каждому дню защиты указывается список студентов, защищающих проект и не менее трех преподавателей, присутствующих на защите. Сроки защиты объявляются не позднее, чем за три дня до их начала.

В случае отсутствия научного руководителя в период сдачи курсового проекта (командировка, болезнь и т.п.), проект сдается на кафедру в установленные сроки, оценка руководителя выставляется позднее.

Публичная защита проекта предполагает доклад (презентацию) исполнителя об основных полученных результатах и последующую дискуссию. Время доклада (презентации) не должно превышать 5 – 10 минут.

Примерное содержание доклада на публичной защите:

- фамилия, имя, отчество исполнителя проекта;
- название проекта;
- фамилия, имя, отчество научного руководителя, его ученая степень и должность (с указанием кафедры);
- основные цели и актуальность проекта;
- основные результаты, полученные в проекте, выводы, перспективы и продолжения по исследованию;
- практическая реализация (возможно, с демонстрацией) и внедрение результатов проекта.

Защита может происходить в виде выступления автора перед студенческой группой и комиссией из состава преподавателей кафедры с последующим обсуждением достоинств и недостатков высказанных положений. Курсовой проект оценивается по балльной системе, а затем выводится оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно). В том случае, когда курсовой проект не защищен до начала сессии, студент не допускается к сдаче экзаменов.

Работа, выполненная неудовлетворительно, возвращается на доработку (в соответствии с отзывом преподавателя). При повторной сдаче работы студент представляет также первый вариант работы и отзыв на нее.

#### 4.4 Примерная структура проекта

Курсовой проект выполняется в соответствии с планом и состоит из ряда разделов. План курсового проекта разрабатывается применительно к закрепленной теме с учетом специфики предприятия, на примере которого выполняется работа. Следует использовать примерные планы для некоторых тем, которые приведены в данных методических указаниях. При этом рекомендуется проконсультироваться с преподавателем-руководителем курсового проекта.

Проект начинается с титульного листа стандартной формы (приложение Б), за которым следует лист задания, далее содержание проекта, которое включает введение, несколько разделов, заключение, список использованных источников, приложения.

Введение содержит общий обзор работы, позволяющий составить общее представление об исследуемой проблеме и полученных результатах. Здесь указывается объект исследования, цели и задачи проекта, методы исследования, указывается значимость полученных теоретических и практических разработок. Во введении также может быть предложена краткая аннотация отдельных разделов проекта. Введение должно занимать не более трех страниц.

*Первый раздел* включает анализ научной литературы по избранной теме. Предметом анализа могут быть новые идеи или проблемы в области математического моделирования, возможные методологические подходы к решению той или иной проблемы, данные экономического характера. В этом разделе должно быть полно и систематизировано изложено состояние проблемы с использованием значительного количества литературных источников. Первый раздел должен составлять не более одной третьей части всего проекта.

*Во втором* разделе проекта целесообразно дать краткую организационно-экономическую характеристику предприятия, на материалах которого выполняется курсовой проект. Студентам необходимо проанализировать месторасположение, зону деятельности, организационно-правовую форму предприятия, трудовые ресурсы, специализацию, материально-техническую базу предприятия и др. Второй раздел свключает не более 10 страниц.

В последующих разделах, число которых произвольно, дается постановка задачи, исходная информация для построения числовой экономико-математической модели задачи, структурная и развернутая модели, решение задачи на ПК и анализ результатов решения.

Заключение содержит перечень основных полученных в проекте результатов и сделанных выводов. В него могут включаться рекомендации относительно перспектив продолжения данной работы.

В списке использованных источников указываются использованные автором проекта научные публикации, а также другие источники, в том числе электронные. На все перечисленные в списке литературы источники в соответствующих местах проекта должны быть сделаны ссылки (номер

источника в квадратных скобках). Количество использованных источников должно быть не менее 15. Оформление списка использованных источников проводится согласно ГОСТ Р7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА. Общие требования и правила составления.

Общий объем курсового проекта должен составлять 30-35 страниц машинописного текста (без учета приложений).

## **5 ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **5.1 Постановка экономико-математической модели задачи**

Постановка экономической задачи имеет решающее значение в моделировании, так как на современном этапе развития прикладной математики далеко не все экономические проблемы могут быть решены математическими методами.

Постановка задачи означает качественный анализ экономического процесса с целью выявления неизвестных параметров, значение которых необходимо определить, взаимосвязей между ними, а также всей совокупности условий и факторов, влияющих на их размеры, и установления на этой основе возможности решения данной проблемы математическими методами. При этом важное место отводится определению конечной целью решения задачи – выбору критерия оптимальности. Критерием оптимизации задачи могут быть следующие:

- максимум валовой продукции в стоимостном выражении;
- максимум продаж в стоимостном выражении;
- максимум чистого дохода;
- максимум прибыли;
- минимум материально-денежных затрат на производство продукции и др.

В качестве критериев оптимальности, кроме стоимостных показателей, могут использоваться и натуральные: максимум производства кормов в кормовых единицах, минимум площади пашни и др.

Постановка задачи должна включать выбор искомым переменных величин. Состав переменных определяется в первую очередь содержанием моделируемого экономического процесса.

Для иллюстрации приводится *пример* постановки экономико-математической модели задачи оптимизации коромосмеси для кур-несушек.

Известно, что корма в себестоимости продукции птицеводства занимают наибольший удельный вес (более 50%). Поэтому одним из основных путей снижения себестоимости продукции является удешевление рационов кормления при высокой их питательной ценности.

Птица должна получать полноценные рационы, сбалансированные по обменной энергии, переваримому протеину и другим элементам питания. Кормовые смеси должны не только полностью удовлетворять потребности птицы в питательных веществах, но и быть наиболее дешевыми, то есть оптимальными.

Цель задачи можно выразить следующим образом. Из имеющихся в ЗАО птицефабрика «Костромская» Костромского района видов кормов и минеральных добавок требуется определить такой состав кормосмеси для кур-несушек со средней яйценоскостью 275 яиц в год, чтобы она была сбалансирована по всем видам питательных веществ, соотношению отдельных видов и групп кормов и одновременно была самой дешевой для птицефабрики.

Критерий оптимизации задачи – минимум стоимости 100 г кормосмеси.

На птицефабрике используют шесть видов кормов и кормовых добавок. Корма, входящие в состав кормосмеси, обозначим искомыми переменными величинами (в граммах):

$x_1$ – комбикорм;	$x_5$ – ракушка;
$x_2$ – концентраты (кроме комбикорма);	$x_6$ – масло подсолнечное;
$x_3$ – мясокостная мука;	$x_7$ – соль;
$x_4$ – рыбная мука;	$x_8$ – сода.

## 5.2 Структурная экономико-математическая запись модели

Следующий этап моделирования – составление экономико-математической модели с помощью различных символов, которыми обозначают переменные задачи, коэффициенты и свободные члены.

Для обозначения переменных, как правило, используется буква  $x$  с соответствующим индексом  $j$ , например,  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . При записи переменных с помощью индекса  $j$ , необходимо указывать какие переменные относятся к данной группе, например  $j = 1, 2, \dots, 5$  или  $j \in 5$ .

Коэффициенты при переменных величинах обозначают  $a$  или  $v$ . Они характеризуются двойной принадлежностью: соответствующему ограничению и переменной. Поэтому коэффициенты имеют два числовых индекса, первый из них характеризует принадлежность к ограничению, а второй – к переменной задачи. Так затраты ресурсов будут обозначены, например, по переменной  $x_1$  как  $a_{11}, a_{21}, a_{31}$  и т.д.

Коэффициенты при переменных в целевой функции задачи обычно обозначают  $c$ . Они имеют только один индекс, характеризующий принадлежность к той или иной переменной. Например, коэффициенты целевой функции для переменных  $x_1, x_2, x_3$  обозначают  $c_1, c_2, c_3$  или в общем виде  $c_j$ , где  $j \in 3$ .

Для обозначения свободных членов уравнений или неравенств чаще всего используют букву  $b$  или  $B$ . Все свободные члены имеют также один индекс, характеризующий принадлежность этого члена к

соответствующему ограничению, например,  $v_1, v_2, v_3$  или в общем виде  $v_i$  где  $i \in 3$ .

Общее количество ограничений в задаче, как правило, обозначают буквой  $m$ .

Для структурной записи экономико-математической модели выше приведенного примера вводятся следующие обозначения:

$j$  – индекс искомой переменной величины;

$i$  – индекс ограничения;

$x_j$  – искомая переменная, обозначающая количество  $j$ -ой компоненты в кормосмеси;

$a_{ij}$  – содержание  $i$ -го элемента питания в  $j$ -ом виде компоненты кормосмеси;

$c_j$  – стоимость 1 единицы  $j$ -го вида корма;

$B_i$  – минимально допустимое содержание  $i$ -го питательного вещества в кормосмеси;

$D_i^{\min}, D_i^{\max}$  – соответственно минимальное и максимальное содержание  $i$ -го вида корма или кормовой добавки в кормосмеси;

$Q_i$  – расчетный вес оптимизируемого количества кормосмеси;

$A_i^{\min}, A_i^{\max}$  – соответственно минимальное и максимальное допустимое количество отдельных групп кормов в кормосмеси;

$\omega_{ij}$  – коэффициент пропорциональности;

$N$  – множество, включающее номера переменных по видам компонентов в кормосмеси;

$M_1$  – множество, включающее номера ограничений во весу кормосмеси;

$M_2$  – множество, включающее номера ограничений по содержанию питательных веществ в кормосмеси;

$M_3$  – множество, включающее номера ограничений по содержанию отдельных групп кормов в кормосмеси;

$M_4$  – множество, включающее номера ограничений по содержанию отдельных видов кормов.

$M_5$  – множество, включающее номера ограничений по содержанию отдельных видов кормов в группе.

На основе введенных идентификаторов строят структурную экономико-математическую модель задачи.

Целевая функция задачи:

$$C = \sum_{j \in N} c_j x_j \rightarrow \min \quad (1)$$

Ограничения экономико-математической модели задачи:

1 Суммарная масса компонентов, входящих в состав кормосмеси должна быть равна расчетной массе смеси:

$$\sum_{j \in N} x_j = Q_i, (i \in M_1) \quad (2)$$

2 Кормосмесь должна содержать питательные вещества не менее допустимого количества:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i, (i \in M_2) \quad (3)$$

3 Удельный вес отдельных групп кормов должен находиться в зоотехнических допустимых пределах:

$$A_i^{\min} \leq \sum_{j \in N} a_{ij} x_j \leq A_i^{\max}, (i \in M_3) \quad (4)$$

4 Отдельные виды кормов должны входить в определенных допустимых границах:

$$D_i^{\min} \leq x_j \leq D_i^{\max}, (i \in M_4) \quad (5)$$

5 Удельный вес отдельных видов кормов внутри соответствующей группы должен находиться в зоотехнических допустимых нормах:

$$\sum_{j \in N} x_j \geq \omega_{ij} \sum_{j \in N} x_j, (i \in M_5) \quad (6)$$

6 Ограничения по неотрицательности переменных величин:

$$x_j \geq 0, (j \in N) \quad (7)$$

### 5.3 Информационное обеспечение экономико-математической модели задачи

Исходной информацией для составления экономико-математической модели задачи служат, как правило, годовые отчеты, бизнес-планы, производственные отчеты, технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур, первичные и сводные бухгалтерские документы, справочная и научная литература. Основные требования, предъявляемые к исходной информации, – высокое качество, достаточное количество и соответствующая размерность (единицы измерения).

Достоверность, точность, устойчивость (устойчивым называется решение, которое сохраняет свою структуру при изменении в определенных интервалах первоначальных параметров задачи) результатов решения задач оптимального планирования, прежде всего, зависит от качества исходной информации. Поэтому при подготовке информации необходимо тщательно проверять ее достоверность. Количество и содержание исходной информации зависит от постановки экономико-математической модели задачи. Для любой задачи исходная информация, необходимая для составления экономико-математической модели, должна быть представлена в виде технико-экономических коэффициентов ( $a_{ij}$ ), оценок целевой функции ( $c_j$ ), и свободных членов уравнений и неравенств ( $b_i$ ).

Для построения и составления экономико-математической модели задачи по определению оптимального состава кормосмеси необходимо иметь следующую информацию:

- виды кормов и кормовых добавок, которыми располагает птицефабрика;
- минимальная норма питательных веществ каждого вида, которая должна содержаться в кормосмеси;
- содержание питательных веществ в каждом виде корма и кормовой добавки;

- минимально и максимально возможное включение в кормосмесь отдельных групп и видов кормов;
- минимально и максимально возможное включение в группу отдельных видов кормов;
- стоимость одной единицы каждого вида корма и кормовой добавки.

Исходная информация для построения экономико-математической модели задачи выше записанного примера дана в приложении В.

## 5.4 Разработка числовой экономико-математической модели задачи

Всю информацию по составлению кормосмеси записывают в числовую матричную экономико-математическую модель задачи, которая приводится в приложении Г.

Технико-экономическими коэффициентами матрицы задачи являются в основном показатели содержания различных питательных веществ в единице каждого вида корма и кормовой добавки.

В задачу входят 18 ограничений, которые записаны по строкам матрицы.

Первое условие задачи, которое требует того, что бы общий вес всех компонентов кормосмеси был равен 100 граммам. Оно записывается таким образом:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_8 = 100.$$

Следующие пять ограничений задачи позволяют обеспечить содержание в кормосмеси необходимого количество различных питательных веществ. Так ограничение по содержанию обменной энергии записывается как:

$$2,6x_1 + 2,6x_2 + 2,75x_3 + 2,5x_4 + 9x_6 \geq 245$$

Аналогичным образом составляются ограничения 3-6.

Каждая группа и вид кормов может изменяться в определенных пределах. Поэтому устанавливаются нижние и верхние границы включения в состав кормосмеси их содержание. В пределах разницы между нижней и верхней границей может изменяться содержание каждой группы и вида корма.

Требования по включению в состав кормосмеси минимально и максимально содержания отдельных групп кормов осуществляется с помощью включения в задачу дополнительных ограничений (7-12).

Так, например, требование по включению в состав кормосмеси не мене 88% концентрированных кормов (ограничение 7) можно записать следующим образом:

$$2,6 x_1 + 2,6x_2 \geq 215,6$$

*Замечание. Ограничения по включению отдельных групп и видов кормов строятся по балансу обменной энергии (в килокалориях).*

В задачу входят дополнительные ограничения по включению отдельных видов кормов в состав кормосмеси. Например, для полного

сбалансирования рассчитываемого состава кормосмеси по минимальному содержанию соли (ограничение 13) вводится ограничение вида:

$$x_7 \geq 0,03$$

Ограничения 14-16 имеют аналогичный характер построения.

Следующая группа ограничений определяет включение отдельных видов кормов в соответствующую группу. Так ограничения 17-18 по включению рыбной муки в группу кормов животного происхождения выглядят так:

$$17) x_4 \geq 0,2(x_3 + x_4) \text{ или после преобразования: } -0,2x_3 + 0,8x_4 \geq 0.$$

$$18) -0,4x_3 + 0,6x_4 \geq 0.$$

Разработка числовой экономико-математической модели задачи заканчивается разработкой функционала. Целевая функция задачи имеет следующую математическую запись:

$$C = 0,37x_1 + 0,41x_2 + 0,65x_3 + 2,6x_4 + 0,03x_5 + 1,75x_6 + 0,1x_7 + 0,45x_8 \\ \rightarrow \min$$

## 5.5 Решение задачи на ПК

Мощным средством анализа данных MS Excel является надстройка Solver (Поиск решения). С ее помощью можно определить, при каких значениях указанных влияющих ячеек формула в целевой ячейке принимает нужное значение (минимальное, максимальное или равное какой-либо величине). Для процедуры поиска решения можно задать ограничения, причем не обязательно, чтобы при этом использовались те же влияющие ячейки. Для расчета заданного значения применяются различные математические методы поиска. Вы можете установить режим, в котором полученные значения переменных автоматически заносятся в таблицу. Кроме того, результаты работы программы могут быть оформлены в виде отчета.

Программа Поиск решений – дополнительная надстройка табличного процессора MS Excel, которая предназначена для решения определенных систем уравнений, линейных и нелинейных задач оптимизации. Размер задачи, которую можно решить с помощью базовой версии этой программы, ограничивается такими предельными показателями:

- количество неизвестных – 200;
- количество формульных ограничений – 100;
- количество предельных условий на неизвестные – 400.

Программа Поиск решений при инсталляции пакета MS Office 2007 могла быть не установлена, перед ее активизацией обратитесь к команде [Данные] приложения Excel.

По умолчанию в MS Excel надстройка Поиск решения отключена. Чтобы активизировать ее в Excel 2007, щелкните значок Кнопка [Microsoft Office], щелкните [Параметры Excel], а затем выберите категорию [Надстройки]. В поле [Управление] выберите значение [Надстройки Excel] и нажмите кнопку [Перейти]. В поле [Доступные надстройки] установите

флажок рядом с пунктом [Поиск решения] и нажмите кнопку [ОК]. После запуска программы на экране появится окно [Поиск решения].

Прежде чем воспользоваться программой Поиск решения необходимо создать файл данных. Файл данных создается в электронных таблицах Excel.

Электронная таблица с исходными данными оптимизационной задачи представим в приложении Д. Необходимо уточнить следующее. В ячейках В4:І4 должны быть поставлены нули – это изменяющиеся ячейки. Здесь в результате решений будут находиться значения искомым переменных величин.

В ячейке J5:J22 необходимо ввести формулы. Например, для ячейки J5 формула выглядит следующим образом:

=СУММПРОИЗВ(В5:І5; \$B\$4:\$І\$4).

Целевая ячейка L23 содержит формулу:

=СУММПРОИЗВ(В23:І23; \$B\$4:\$І\$4).

В этой ячейке будет находиться минимальное значение целевой функции.

В диалоговом окне Поиск решения необходимо задать ряд параметров (рисунок 1). В поле [Установить целевую ячейку] следует указать адрес ячейки, содержимое которой должно быть оптимизировано. В нашем случае это ячейка M23, в которой представлена минимум стоимости кормосмеси. Очень важно, чтобы эта ячейка содержала формулу и была хотя бы косвенно связана с влияющими ячейками, иначе при изменении одной ячейки не будет изменяться другие. Поскольку в нашем примере необходимо минимизировать значения в целевой ячейке, выделите в группе опций [Равной] опцию [Минимальному значению]. В поле [Изменяя ячейки] необходимо задать область ячеек, значения которых программа должна заменить для получения оптимального результата. Активизируйте указанное поле ввода и выделите ячейки С4:І4 (в случае необходимости переместите диалоговое окно или укажите адрес области вручную).

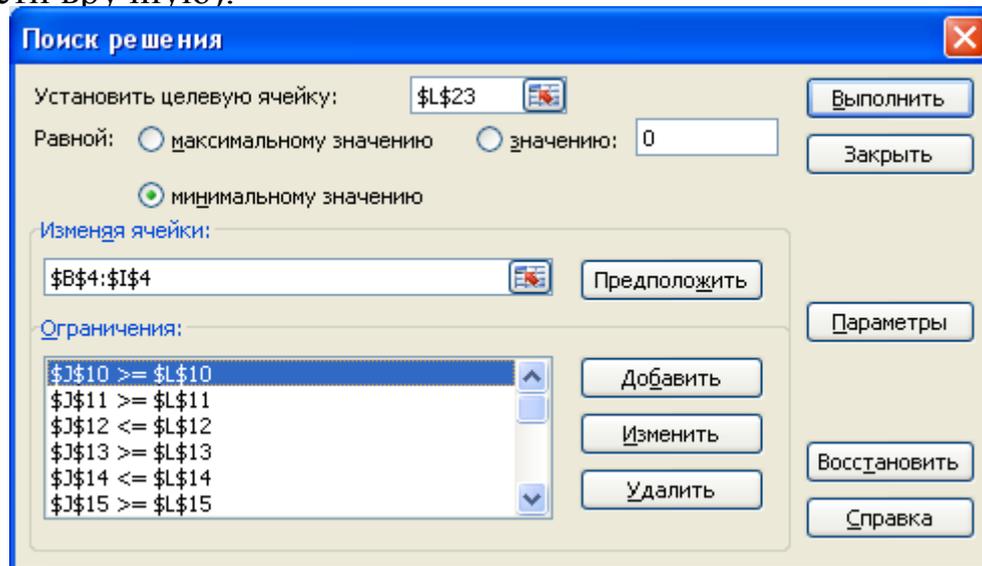


Рисунок 1 – Окно Поиск решения

Теперь следует приступить к заданию ограничений, играющих немаловажную роль. Ограничения могут применяться к зависимым, влияющим или другим ячейкам, прямо или косвенно связанным с целевой ячейкой. Заданные ограничения следует указать в одноименном поле диалогового окна Поиск решения.

Чтобы задать ограничения, нажмите кнопку [Добавить], после чего на экране появится диалоговое окно, в котором можно выполнить все необходимые установки (рисунок 2).

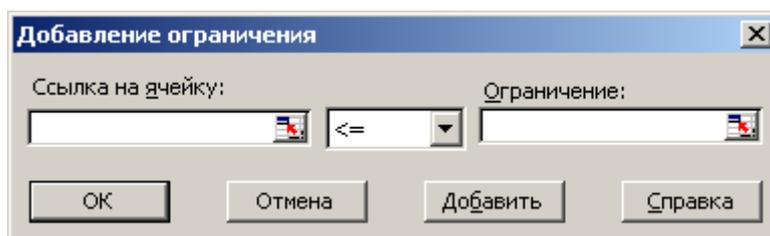


Рисунок 2 – Окно Добавление ограничений

В поле [Ссылка на ячейку] этого диалогового окна следует указать адрес ячейки, содержимое которой должно удовлетворять заданному ограничению. В поле необходимо задать значения или адрес ячейки, если требуемое значение содержится в определенной ячейке. Содержимое указанных полей соединяется с помощью известных операторов сравнения.

После ввода ограничений необходимо нажать кнопку ОК, при этом диалоговое окно задания ограничений будет закрытым. Тем самым все параметры для запуска программы Поиск решения заданы. При необходимости, используя кнопку [Изменить], Вы сможете в дальнейшем изменить заданные ограничения. После нажатия кнопки [Удалить] выделенное ограничение будет удалено из списка. Чтобы можно было без особых проблем несколько раз последовательно повторить поиск оптимального значения для одной и той же целевой ячейки с измененными параметрами, записи в диалоговом окне Поиск решения сохраняются. При следующем вызове программы Поиск решения необходимо изменить только желаемый параметр. Вышесказанное имеет силу только во время одного сеанса работы с программой и при работе только с текущей рабочей книгой. При сохранении рабочей книги после применения программы Поиск решения параметры, установленные в диалоговом окне Поиск решения, также будут сохранены. В дальнейшем после открытия данной рабочей книги и активизации программы Поиск решения все параметры снова будут представлены на экране.

Далее необходимо установить параметры. Для этого необходимо нажать кнопку [Параметры]. В окне Параметры поиска решения необходимо отметить параметры [Линейная модель] и [Неотрицательные значения], затем нажать кнопку [ОК] (Рисунок 3).

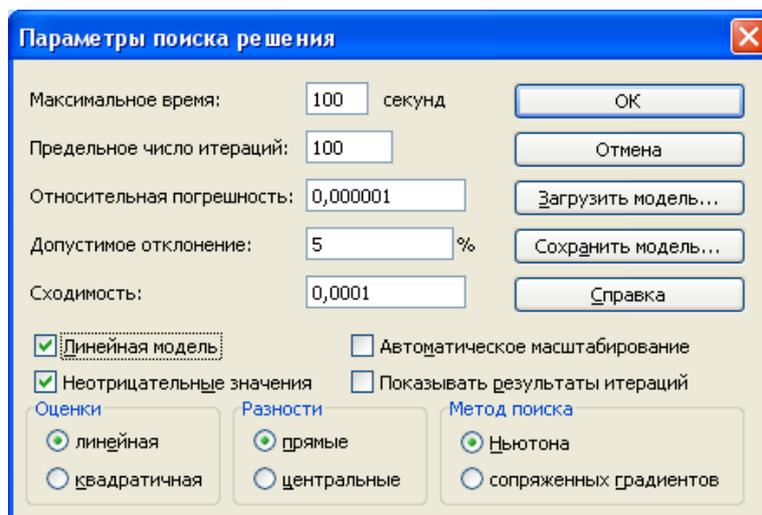


Рисунок 3 – Окно Параметры поиска решения

Запустите процесс вычисления нажатием кнопки [Выполнить] и следите за строкой состояния. В ней отображаются отдельные шаги выполнения операции поиска решения. После завершения вычислений новые значения будут вставлены в таблицу, а на экране появится диалоговое окно, информирующее о завершении процесса поиска решения (рисунок 4).

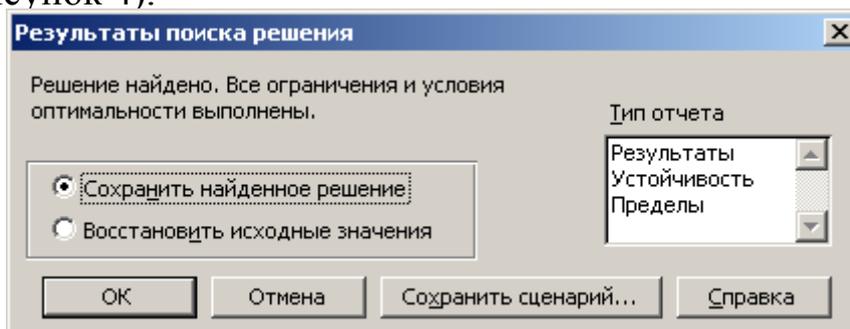


Рисунок 4 – Окно Результаты поиска решения

В полученном решении программа предоставляет свободу выбора. Полученный результат можно отразить в текущей рабочей книге или представить в виде отчета. Отчет создается на отдельном рабочем листе. При задании режима создания отчета в списке [Тип отчета] следует выбрать [Тип отчета]. Если активизирована опция [Сохранить найденное решение], то после закрытия диалогового окна нажатием кнопки [ОК], новые значения будут представлены в текущей таблице (приложение E).

Если поиск решения успешно закончен, в окне диалога [Результаты поиска решения] выводится одно из следующих сообщений:

- решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены;
- все ограничения соблюдены с установленной точностью и найдено заданное значение целевой ячейки;
- поиск свелся к текущему решению. Все ограничения выполнены;
- значение целевой ячейки, не менялось в течение последних пяти итераций. Решение возможно найдено или итеративный процесс улучшает решение очень медленно;

Если поиск не способен достичь оптимального решения, в окне диалога [Результаты поиска решения] выводится одно из следующих сообщений:

- поиск не может улучшить текущее решение. Все ограничения выполнены;
- поиск остановлен (истекло заданное на поиск время);
- поиск остановлен (достигнуто максимальное число итераций);
- значение целевой ячейки не сходятся;
- поиск не может найти подходящего решения;
- поиск остановлен по требованию пользователя.
- условия для линейной модели не удовлетворяются.
- при поиске решения обнаружено ошибочное значение в целевой ячейке или в ячейке ограничения;
- мало памяти для решения задачи.

*Примечания:*

1 Чтобы прервать поиск решения, нажмите клавишу ESC. Лист Excel будет пересчитан с учетом последних найденных значений для изменяемых ячеек.

2 Чтобы создать отчет на основе решения, найденного с помощью Поиск решения, выберите тип отчета в поле Отчеты и нажмите кнопку ОК. Отчет будет создан на новом листе книги. Если Поиск решения не удастся найти решение, параметры создания отчета будут недоступны.

3 Чтобы сохранить значения изменяемых ячеек в виде сценария, который затем можно будет просмотреть, нажмите кнопку [Сохранить сценарий] в диалоговом окне [Результаты поиска решения] и введите имя сценария в поле [Имя сценария].

## 5.6 Анализ результатов решения задачи

Анализ результатов решения задачи производят двумя способами: традиционным и с помощью двойственных оценок. Традиционный способ решения задачи предусматривает сравнение фактического состава кормосмеси с оптимальным составом. Для анализа оптимального плана можно использовать следующие таблицы:

Таблица 1 – Фактический и оптимальный состав кормосмеси, г (фрагмент)

Компонент смеси	Факт	Оптимальный план	Оптимальный план к факту, %
Комбикорм	85	31,78	37,4
.....	...	...	...
Мясокостная мука	3	3,56	118,7
.....	...	...	...
Сода	0,03	0,03	100,0
Всего	100,0	100,0	-

Далее необходимо дать сравнительную характеристику питательной ценности фактического и оптимального состава кормосмеси (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика фактического и оптимального состава кормосмеси (фрагмент)

Компонент смеси	Факт				Оптимальный план			
	г	Обменная энергия, ккал.	...	Натрий	г	Обменная энергия, ккал.	...	Натрий
Комбикорм	85	221		0,052	31,78	82,63		0,019
.....	...	...	...	...	...	...	...	...
Мясокостная мука	3	8,25	...	0,051	3,56	9,79	...	0,060
.....	...	...	...	...	...	...	...	...
Сода	0,03	-	...	0,069	0,03	-	...	0,0069
Всего	100,0	245,0	...	0,40	100,0	245,0	...	0,40

Необходимо сравнить стоимость фактического и оптимального состава кормосмеси (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительная характеристика стоимости фактического и оптимального состава кормосмеси (фрагмент)

Компонент смеси	Стоимость 1 г, Д.Е.	Факт			Оптимальный план		
		Количество, г	Стоимость, всего, Д.Е.	% к итогу	Количество, г	Стоимость, всего, Д.Е.	% к итогу
Комбикорм	0,37	85	31,5	72,10	31,78	11,76	28,90
.....	...	...	...	...	...	...	..
Мясокостная мука	0,65	3	2,0	4,60	3,56	2,31	5,68
.....	...	...	...	...	...	...	...
Сода	0,45	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02
Всего	-	100,0	43,7	100,0	100,0	40,65	100,0

Наиболее важным является выявить экономическую эффективность предлагаемого варианта кормосмеси (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительная эффективность фактического и оптимального вариантов кормосмеси для кур-несушек

Показатель	Факт	Оптимальный план	Оптимальный план к факту, %
Стоимость 100г состава кормосмеси, коп.	43,7	40,65	93,0
Содержание в кормосмеси обменной энергии, ккал.	245	245	100,0
Стоимость 1 ккал., коп.	0,17	0,16	94,1
Расход кормосмеси на 1000 голов в сутки, г	Нет. свед.	Нет. свед.	Нет. свед.
Стоимость кормов на 1000 голов в сутки, руб.	Нет. свед.	Нет. свед.	Нет. свед.
Экономия в затратах на корма на 1000 голов, руб.	Нет. свед.	Нет. свед.	Нет. свед.
Экономия в затратах на корма на все поголовье, тыс. руб.	Нет. свед.	Нет. свед.	Нет. свед.

Как было сказано, кроме вставки оптимальных значений в изменяемые ячейки Поиск решения позволяет представлять результаты в виде трех отчетов: Результаты, Устойчивость и Пределы. Для генерации одного или нескольких отчетов необходимо выделить их названия в окне диалога Результаты поиска решения. Рассмотрим более подробно каждый из них.

*Отчет по результатам* (приложение Ж) содержит три таблицы: в первой приведены сведения о целевой функции до начала вычисления, во второй – значения искомым переменных, полученные в результате решения задачи, в третьей – результаты оптимального решения для ограничений.

Для рассматриваемой модели задачи из первой таблицы отчета по результатам получаем значение целевой функции равной 40,65 Д.Е. Из второй таблицы значения искомым переменных величин оптимального состава кормосмеси:

x1 – комбикорм – 31,78 г	x5 – ракушка – 7,67 г
x2 – концентраты (кроме комбикорма) – 54,91 г	x6 – масло подсолнечное – 0,84 г
x3 – мясокостная мука – 3,56 г	x7 – соль – 0,32 г
x4 – рыбная мука – 0,89 г	x8 – сода – 0,03 г.

Этот отчет также содержит информацию о таких параметрах каждого ограничения, как статус и разница. Статус может принимать три состояния: связанное, несвязанное или невыполненное. Значение разницы – это разность между значением, выводимым в ячейке ограничения при получении решения, и числом, заданным в правой части формулы ограничения. Связанное ограничение – это ограничение, для которого значение разницы равно нулю. Несвязанное ограничение – это ограничение, которое было выполнено с ненулевым значением разницы.

На основе данных таблицы 1 делают выводы. Если ресурс используется полностью (то есть ресурс дефицитный), то в графе «Статус» («Состояние») соответствующее ограничение указывается как «связанное»; при неполном использовании ресурса (то есть ресурс недефицитный) в этой графе указывается «не связан». В графе «Значение» приведены величины использованного ресурса.

Для граничных условий в графе «Разница» показана разность между оптимальным решением ограничений экономико-математической модели задачи и заданным для нее граничным условием.

Например, ограничение по содержанию сырого протеина – это несвязанное ограничение. Исходное значение правой части данного ограничения равно 15,4 г, в столбце «Значение» отчета по результатам оно равняется 32,018 г (это решение ограничения), разница между оптимальным значением и исходным равна 16,1618 г (32,018 - 15,4). Это показано в столбце «Разница».

«Отчет по результатам» дает информацию для анализа возможного изменения запасов недефицитных ресурсов при сохранении полученного оптимального значения целевой функции. Так, если на ресурс наложено

ограничение типа « $\geq$ », то в графе "Разница" дается количество ресурса, на которое была превышена минимально необходимая норма. В этом случае всегда можно увеличить величину недефицитного ресурса. Максимальная величина увеличения ресурса может составлять разницу, стоящую по данной строке. При этом оптимальное решение задачи не изменится.

Если на ресурс наложено ограничение типа « $\leq$ », то в графе «Разница» дается количество ресурса, которое не используется при реализации оптимального решения.

*Отчет по устойчивости* (приложение И) содержит информацию о том, насколько целевая ячейка чувствительна к изменениям ограничений и переменных.

Этот отчет имеет два раздела: один для изменяемых ячеек, а второй для ограничений. Правый столбец в каждом разделе содержит информацию о чувствительности. Каждая изменяемая ячейка и ограничения приводятся в отдельной строке. Раздел для изменяемых ячеек содержит значение нормированного градиента, которое показывает, как целевая ячейка реагирует на увеличение значения в соответствующей изменяемой ячейке на одну единицу. Подобным образом, множитель Лагранжа в разделе для ограничений показывает, как целевая ячейка реагирует на увеличение соответствующего значения ограничения на одну единицу.

На основе первого раздела отчета по устойчивости, для рассматриваемого примера, можно сделать вывод, что значение целевой функции не может изменяться с увеличением или уменьшением того или иного ингредиента состава кормосмеси, ибо нормируемая стоимость для изменяемых ячеек равна нулю. Это обусловлено тем, что кормосмесь рассчитана ровно на 100 г.

Второй раздел содержит информацию, относящуюся к ограничениям экономико-математической модели задачи. Предельные значения приращения ресурсов в графах «Допустимое уменьшение» и «Допустимое увеличение» показывают, насколько можно уменьшить (устранить излишек) или увеличить (повысить минимально необходимое требование) ресурс, сохранив при этом оптимальное решение.

Отчет по пределам (приложение К) содержит информацию о том, в каких пределах значения изменяемых ячеек могут быть увеличены или уменьшены без нарушения ограничений задачи. Для каждой изменяемой ячейки этот отчет содержит оптимальное значение, а также наименьшие значения, которые ячейка может принимать без нарушения ограничений.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаренко, В.М. Методы оптимальных решений в экономике и финансах [Текст]: учебник для вузов / В.М. Гончаренко. - М: КНОРУС, 2013. - 400 с.
2. ГОСТ Р7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА. Общие требования и правила составления. Издание официальное [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dis.finansy.ru/ofr/gostr7-05-2008.htm>.
3. Гусева, Е.Н. Экономико-математическое моделирование: [Электронный ресурс] / Е.Н. Гусева. – Режим доступа <http://books.google.ru/books>, своб. – Заголовок с экрана.
4. Колемаев, В.А. Экономико-математическое моделирование: [Электронный ресурс] / В.А. Коломеев. – Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/48463/>, своб. – Заголовок с экрана.
5. Кундышева, Е.С. Экономико-математическое моделирование: [Электронный ресурс] / Е.С. Кундышева. – Режим доступа <http://www.alleng.ru/d/econ/econ448.htm>, своб. – Заголовок с экрана.
6. Машунин, Ю.К. Теория управления. Математический аппарат управления в экономике [Текст]: учебное пособие / Ю.К. Машунин. – М.: Логос, 2013. – 442 с.
7. Пелих, А.С. Экономико-математические методы и модели управления производством [Текст] / А.С. Пелих, Л.Л. Терехов, Л.А. Терехова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009 – 248 с.
8. Просветов, Г.И. Математические методы и модели в экономике. Задачи и решения [Текст]: учеб.-практич. пособие / Г. И. Просветов. - М: Альфа-Пресс, 2012 - 344 с.
9. Трусова, П.В. Введение в математическое моделирование [Текст] / П.В. Трусова. – М.: Логос, 2014. – 440 с.
10. Федосеев, В.В. Математическое моделирование в экономике и социологии труда. Методы, модели, задачи [Текст]: учебное пособие / В.В. Федосеев. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 167 с.
11. Федосеев, В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели [Текст]: учебник для бакалавров / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Юрайт, 2013. - 328 с.
12. Фомин, Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности [Текст]: учебник для вузов / Г. П. Фомин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М : Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. - 640 с. : ил.
13. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении [Текст] Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили. – М.: Дело, 2009.– 439 с.

## Приложение А

### Темы курсовых проектов по дисциплине «Моделирование социально-экономических систем»

1. Оптимизация структуры кормопроизводства предприятия.
2. Оптимизация распределения заготовленных кормов.
3. Оптимизация состава и использования машинно-тракторного парка.
4. Оптимизация состава, использования и доукомплектования машинно-тракторного парка.
5. Определение оптимальных размеров и специализации фермерского хозяйства.
6. Определение оптимального состава автомобильного парка предприятий.
7. Определение оптимальной внутрихозяйственной специализации предприятий.
8. Использование экономико-статистических моделей для анализа экономических явлений.
9. Разработка оптимизационных моделей задач с векторным критерием качества.
10. Оптимизация плана ассортимента и выпуска продукции перерабатывающих предприятий.
11. Оптимизация плана работы предприятий технического сервиса.
12. Оптимизация структуры выпуска продукции лесоперерабатывающих предприятий.
13. Оптимизация плана производства овощей защищенного (открытого) грунта.
14. Оптимизация работы предприятий в условиях рынка.
15. Оптимизация структуры посевных площадей сельскохозяйственных предприятий.
16. Оптимизация товарооборота торговых предприятий.
17. Оптимизация плана размещения сельскохозяйственных культур региона.
18. Оптимизация структуры кормопроизводства предприятия.
19. Использование методов математического моделирования для разработки бизнес-плана предприятия.
20. Оптимизация рисков коммерческого банка.
21. Оптимизация плана использования трудовых ресурсов.

**Приложение Б**

**Пример оформления титульного листа курсового проекта**  
**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**  
Департамент научно-технологической политики и образования  
ФГБОУ ВПО КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ

Направление 38.03.01– «Экономика»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**по дисциплине: «Моделирование социально-экономических систем»**

**Тема: «Оптимизация структуры товарооборота  
ООО «Связной» г. Кострома**

Выполнил (а) студент (ка)  
231 группы Семенов Иван Михайлович

Научный руководитель, ст.  
преподаватель кафедры экономической  
кибернетики  
А.Н. Гук.

Караево  
Костромская ГСХА  
2015

## Приложение В

### Исходная информация для построения экономико-математической модели задачи

Таблица В1 – Содержание питательных веществ в 1 г корма и стоимость 1 г

Питательные вещества	Виды кормов							
	комбикорм	концентраты	мясокостная мука	рыбная мука	ракушка	масло подсолнечное	соль	сода
Обменная энергия, ккал.	2,60	2,60	2,75	2,50	-	9,00	-	-
Сырой протеин, г	0,15	0,46	0,40	0,64	-	-	-	-
Кальций, г	0,0118	0,0130	0,0710	0,0440	0,4000	-	-	-
Фосфор, г	0,0016	0,0080	0,0430	0,0640	-	-	-	-
Натрий, г	0,0006	0,0030	0,0170	0,0270	-	-	0,3900	0,2300
Стоимость, коп.	0,37	0,41	0,65	2,60	0,03	1,75	0,10	0,45

Таблица В2 – Допустимые содержания групп и отдельных видов кормов в кормосмеси, %

Группы и виды кормов	Минимум	Максимум
Концентраты	88	92
Корма животного происхождения	4,9	9,9
Рыбная мука	20	40
Масло	2,0	4,94
Всего	94,9	106,84

Таблица В3 – Нормы содержания питательных веществ в 100 г кормосмеси

Питательные вещества	Норма
Обменная энергия, ккал.	245
Сырой протеин, г	15,4
Кальций, г	3,1
Фосфор, г	0,7
Натрий, г	0,4

## Приложение Г

Числовая экономико-математическая модель задачи по определению оптимального состава кормосмеси для кур-несушек

Имя ограничения	Переменные								Тип ограничения	Объем ограничения
	комбикорм	концентраты	мясокостная мука	рыбная мука	ракушка	масло подсолнечное	соль	сода		
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>		
1. По суммарной массе компонентов, входящих в кормосмесь, г	1	1	1	1	1	1	1	1	=	100
2. По содержанию обменной энергии, ккал.	2,60	2,60	2,75	2,50		9,00			>=	245
3. По содержанию сырого протеина, г	0,15	0,46	0,40	0,64					>=	15,40
4. По содержанию кальция, г	0,0118	0,0130	0,0710	0,0440	0,4000				>=	3,1000
5. По содержанию фосфора, г	0,0016	0,0080	0,0430	0,0640					>=	0,7000
6. По содержанию натрия, г	0,00061	0,00300	0,01700	0,02700			0,39000	0,23000		0,40000
7. По минимальному содержанию концентрированных кормов, ккал.	2,60	2,60							>=	215,6
8. По максимальному содержанию концентрированных кормов, ккал.	2,60	2,60							<=	225,4
9. По минимальному содержанию кормов животного происхождения, ккал.			2,75	2,50					>=	12,005



# Приложение Д

## Исходный файл для решения экономико-математической модели задачи по программе Поиск решения

№	А	В								J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8															
1	Оптимизация кормосмеси для кур-несушек																							
2																								
3	Ограничения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4																								
5	1. По суммарной массе компонентов, входящих в кормосмесь, г	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	
6	2. По содержанию обменной энергии, ккал.	2,6	2,6	2,75	2,5		9																245	
7	3. По содержанию сырого протеина, г	0,15	0,46	0,4	0,64																		15,4	
8	4. По содержанию кальция, г	0,0118	0,013	0,071	0,044	0,4																	3,1	
9	5. По содержанию фосфора, г	0,0016	0,008	0,043	0,064																		0,7	
10	6. По содержанию натрия, г	0,00061	0,003	0,017	0,027			0,39	0,23														0,4	
11	7. По минимальному содержанию концентрированных кормов, ккал.	2,6	2,6																				215,6	
12	8. По максимальному содержанию концентрированных кормов, ккал.	2,6	2,6																				225,4	
13	9. По минимальному содержанию животного происхождения, ккал.			2,75	2,5																		12,005	
14	10. По максимальному содержанию животного происхождения, ккал.			2,75	2,5																		24,255	
15	11. По минимальному содержанию масла, ккал.									9													4,9	
16	12. По максимальному содержанию масла, ккал.									9													12,103	
17	13. По содержанию соли (не менее), г										1												0,03	
18	14. По содержанию соли (не более), г										1												0,4	
19	15. По содержанию соды (не менее), г											1											0,03	
20	16. По содержанию соды (не более), г												1										0,05	
21	17. По минимальному содержанию муки в группе кормов животного происхождения, г																						0	
22	18. По максимальному содержанию муки в группе кормов животного происхождения, г																						0	
23	Целевая функция задачи – минимум стоимости кормосмеси, коп.	0,37	0,41	0,65	2,6	0,03	1,75	0,1	0,45														0	
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								

# Приложение Е

## Решение экономико-математической модели задачи по программе Поиск решения

1	A										J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	В																							
1. ОПТИМИЗАЦИЯ кормосмеси для кур-несушек																								
Ограничения		x1	x2	x3	Переменные					Формулы		Тип	Объем											
		31,782	54,91	3,567	x4	x5	x6	x7	x8	0														
4	1. По суммарной массе компонентов, входящих в кормосмесь, г	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	=	100										
6	2. По содержанию обменной энергии, ккал.	2,6	2,6	2,75	2,5		9					245	>=	245										
7	3. По содержанию сырого протеина, г	0,15	0,46	0,4	0,64							32,01803814	>=	15,4										
8	4. По содержанию кальция, г	0,0118	0,013	0,071	0,044	0,4						4,447847347	>=	3,1										
9	5. По содержанию фосфора, г	0,0016	0,008	0,043	0,064							0,7	>=	0,7										
10	6. По содержанию натрия, г	0,00061	0,003	0,017	0,027		0,39	0,23	0,4			0,4	>=	0,4										
11	7. По минимальному содержанию концентрированных кормов, ккал.	2,6	2,6									225,4	>=	215,6										
12	8. По максимальному содержанию концентрированных кормов, ккал.	2,6	2,6									225,4	<=	225,4										
13	9. По минимальному содержанию кормов животного происхождения, ккал.			2,75	2,5							12,005	>=	12,005										
14	10. По максимальному содержанию кормов животного происхождения, ккал.			2,75	2,5							12,005	<=	24,255										
15	11. По минимальному содержанию масла, ккал.						9					7,595	>=	4,9										
16	12. По максимальному содержанию масла, ккал.						9					7,595	<=	12,103										
17	13. По содержанию соли (не менее), г						1					0,319235889	>=	0,03										
18	14. По содержанию соли (не более), г						1					0,319235889	<=	0,4										
19	15. По содержанию соды (не менее), г						1					0,03	>=	0,03										
20	16. По содержанию соды (не более), г						1					0,03	<=	0,05										
21	17. По минимальному содержанию рыбной муки в группе кормов животного происхождения, г			-0,2	0,8							0	>=	0										
22	18. По максимальному содержанию рыбной муки в группе кормов животного происхождения, г			-0,4	0,6							-0,889259259	<=	0										
23	Целевая функция задачи – минимум стоимости кормосмеси, коп.	0,37	0,41	0,65	2,6	0,03	1,75	0,1	0,45				->	40,64899879										
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								

# Приложение Ж

## Отчет по результатам

Имя	Исходное значение	Результат		
Ячейка "Объем"	0	40,64899879		
\$L\$23 ограничение	0	40,64899879		
Именяемые ячейки				
Имя	Исходное значение	Результат		
\$B\$4 x1	0	31,7818198		
\$C\$4 x2	0	54,91048789		
\$D\$4 x3	0	3,657037037		
\$E\$4 x4	0	0,889259259		
\$F\$4 x5	0	7,668271234		
\$G\$4 x6	0	0,843688889		
\$H\$4 x7	0	0,319235889		
\$I\$4 x8	0	0,03		
Ограничения				
Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$J\$5 1. По суммарной массе компонентов, входящих в кормосмесь, г	100	=\$J\$5=\$L\$5	Не связан	0
\$J\$6 2. По содержанию обменной энергии, ккал	245	=\$J\$6>=\$L\$6	связан	0
\$J\$7 3. По содержанию сырого протеина, г	32,01803814	=\$J\$7>=\$L\$7	Не связан	16,61804
\$J\$8 4. По содержанию кальция, г	4,447847347	=\$J\$8>=\$L\$8	Не связан	1,347847
\$J\$9 5. По содержанию фосфора, г	0,7	=\$J\$9>=\$L\$9	связан	0
\$J\$10 6. По содержанию натрия, г	0,4	=\$J\$10>=\$L\$10	связан	0
\$J\$11 7. По минимальному содержанию концентрированных кормов, ккал	225,4	=\$J\$11>=\$L\$11	Не связан	9,8
\$J\$12 8. По максимальному содержанию концентрированных кормов, ккал	225,4	=\$J\$12<=\$L\$12	связан	0
\$J\$13 9. По минимальному содержанию кормов животного происхождения, ккал	12,005	=\$J\$13>=\$L\$13	связан	0
\$J\$14 10. По максимальному содержанию кормов животного происхождения, ккал	12,005	=\$J\$14<=\$L\$14	Не связан	12,25
\$J\$15 11. По минимальному содержанию масла, ккал	7,595	=\$J\$15>=\$L\$15	Не связан	2,695
\$J\$16 12. По максимальному содержанию масла, ккал	7,595	=\$J\$16<=\$L\$16	Не связан	4,508
\$J\$17 13. По содержанию соли (не менее), г	0,319235889	=\$J\$17>=\$L\$17	Не связан	0,289236
\$J\$18 14. По содержанию соли (не более), г	0,319235889	=\$J\$18<=\$L\$18	Не связан	0,080764
\$J\$19 15. По содержанию соды (не менее), г	0,03	=\$J\$19>=\$L\$19	связан	0
\$J\$20 16. По содержанию соды (не более), г	0,03	=\$J\$20<=\$L\$20	Не связан	0,02
\$J\$21 17. По минимальному содержанию рыбной муки в группе кормов животного происхождения, г	0	=\$J\$21>=\$L\$21	связан	0
\$J\$22 18. По максимальному содержанию рыбной муки в группе кормов животного происхождения, г	-0,889259259	=\$J\$22<=\$L\$22	Не связан	0,889259

# Приложение И

## Отчет по устойчивости

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости														
2	Рабочий лист: [Книга1]Лист1														
3	Отчет создан: 05.03.2015 17:26:38														
4															
5															
6	Изменяемые ячейки														
7				Результ.	Нормир.	Целевой	Допустимое	Допустимое							
8				значение	стоимость	коэффициент	увеличение	уменьшение							
9				31,78182	0	0,37	0,039571026	0,026949618							
10				54,910488	0	0,41	0,026949618	0,039571026							
11				3,557037	0	0,65	2,035307059	0,248441787							
12				0,8892593	0	2,6	1E+30	0,993767147							
13				7,6682712	0	0,03	0,07	0,234701234							
14				0,8438889	0	1,75	0,662511432	0,677700074							
15				0,3192359	0	0,1	0,642173913	0,07							
16				0,03	0	0,45	1E+30	0,378717949							
17															
18	Ограничения														
19				Результ.	Теневая	Ограничение	Допустимое	Допустимое							
20				значение	Цена	Правая часть	увеличение	уменьшение							
21				100	0,03	100	1E+30	3,369618367							
22				245	0,1911111	245	4,508	2,695							
23				32,018038	0	15,4	16,61803814	1E+30							
24				4,4478473	0	3,1	1,347847347	1E+30							
25				0,7	6,1829728	0,7	0,203403647	0,084346118							
26				0,4	0,1794872	0,4	0,031496003	0,112801997							
27				225,4	0	215,6	9,8	1E+30							
28				225,4	-0,064189	225,4	2,695	4,508							
29				12,005	0,0736124	12,005	2,695	4,508							
30				12,005	0	24,255	1E+30	12,25							
31				7,595	0	4,9	2,695	1E+30							
32				7,595	0	12,103	1E+30	4,508							
33				0,3192359	0	0,03	0,289236889	1E+30							
34				0,3192359	0	0,4	1E+30	0,080764111							
35				0,03	0,3787179	0,03	0,02	0,03							
36				0,03	0	0,05	1E+30	0,02							
37				0	1,8845436	0	0,906037736	0,873090909							
38				-0,889259	0	0	1E+30	0,889259259							
39															
40															
41															
42															

# Приложение К

## Отчет по пределам

Microsoft Excel - Книга1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Анализ

14

Введите вопрос

NUM

RU

2.109

1

Microsoft Excel 11.0 Отчет по пределам

2

Рабочий лист: [Книга1]Отчет по пределам 1

3

Отчет создан: 05.03.2015 20:45:20

4

5

6

7

Целевое	
Ячейка	Имя
	Значение
\$L\$23	40,649

" Объем

Изменяемое		Нижний		Целевой	
Ячейка	Имя	Значение	предел	результат	предел
\$B\$4	x1	31,7818	31,78182	40,6489988	40,6489988
\$C\$4	x2	54,9105	54,91049	40,6489988	40,6489988
\$D\$4	x3	3,55704	3,557037	40,6489988	40,6489988
\$E\$4	x4	0,88926	0,889259	40,6489988	40,6489988
\$F\$4	x5	7,66827	7,668271	40,6489988	40,6489988
\$G\$4	x6	0,84389	0,843889	40,6489988	40,6489988
\$H\$4	x7	0,31924	0,319236	40,6489988	40,6489988
\$I\$4	x8	0,03	0,03	40,6489988	40,6489988

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

Готово

Книга1

Подписание со...

Результаты поиска

ТЕЛЕФОННЫЙ СТРА...

Для заметок

Учебно-методическое издание

**Моделирование социально-экономических систем** : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направлений подготовки 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент» очной и заочной форм обучения / сост. С.Г. Кузнецов. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. — 36 с.

Методические указания издаются в авторской редакции.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34, КГСХА

Компьютерный набор. Подписано в печать 25/03/2015.  
Заказ №153. Формат 84х60/16. Тираж 200 экз. Усл.  
печ. л. 2,16. Бумага офсетная. Отпечатано 07/05/2015.  
Цена 13,00 руб.

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии на цифровом дубликаторе.  
Качество соответствует предоставленным оригиналам.  
вид издания: авторская редакция (редакция от 30.03.2015 № 145 тит)



Цена 13,00 руб.



2015\*153