

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный аграрный университет имени К.Д. Глинки»

А.В. Улезько, А.А. Тютюников

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсового проекта по дисциплине
Экономико-математическое моделирование в АПК
для студентов заочной формы обучения
по направлению 38.03.02. (080502): менеджмент

Воронеж
2014

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| 1.СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА | 7 |
| 1.1. Требования к структуре и содержанию курсового проекта | 7 |
| 1.2. Требования к оформлению курсового проекта..... | 8 |
| 2.ТЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ..... | 14 |
| 2.1. Темы теоретической части курсового проекта | 14 |
| 2.2. Список рекомендуемых литературных источников | 18 |
| 3.РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ ПРОЕКТНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА | 27 |
| 4.РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ MICROSOFT EXCEL | 52 |
| 4.1. Пример решения задачи линейного программирования..... | 52 |
| 4.2. Анализ результатов решения задачи на основе стандартных отчетов MS Excel | 61 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 67 |

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект является одной из наиболее эффективных форм самостоятельной работы студента, позволяющей не только глубоко изучить теорию того или иного вопроса, связанного с профессиональной деятельностью специалиста, но и получить навыки практической работы.

Цель выполняемого курсового проекта заключается в изучении теоретических и методических основ решения конкретной экономической проблемы с помощью методов экономико-математического моделирования; в разработке и реализации оптимизационных экономико-математических моделей, описывающих реально функционирующие хозяйствующие субъекты аграрной сферы и их отдельные элементы.

Данная цель может быть достигнута при успешном решении студентами следующих задач:

1. Изучение теоретических аспектов использования методов и инструментов экономико-математического моделирования для решения прикладных экономических задач;

2. Разработка экономико-математических моделей по оптимизации отраслевой структуры производства, по оптимизации распределения ограниченного объема минеральных удобрений и по оптимизации суточных рационов кормления дойных коров для конкретного сельскохозяйственного предприятия.

3. Закрепление навыков самостоятельного использования современных информационных технологий через:

- подбор и освоение информации по теме с помощью электронных каталогов, поисковых систем Интернета, электронных библиотек и других информационных ресурсов;

- подготовку и обоснование исходной информации, а также реализацию разработанных экономико-математических моделей с помощью MS Excel;

- оформление электронной версии курсового проекта в соответствии с предъявляемыми требованиями и возможностями автоматизации;

- подготовку доклада и компьютерной презентации для защиты проекта.

Критерии оценки курсового проекта и знаний, продемонстрированных при его защите:

- оценка «отлично» выставляется, если структура и содержание курсового проекта полностью соответствуют предъявляемым требо-

ваниям, в расчетах отсутствуют логические и алгоритмические ошибки, все выводы и предложения достоверны и аргументированы; студент показал полные и глубокие знания по изученной теме, логично и аргументированно ответил на все вопросы, связанные с защитой курсового проекта;

- оценка «хорошо» выставляется, если структура и содержание курсового проекта в целом соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах отсутствуют логические и алгоритмические ошибки, но отдельные выводы и предложения вызывают сомнение и не до конца аргументированы; студент твердо знает материал по теме проекта, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно отвечает на вопросы, связанные с защитой курсового проекта;

- оценка «удовлетворительно» выставляется, если структура и содержание курсового проекта не полностью соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах допущены не грубые логические и алгоритмические ошибки, оказавшие несущественное влияние на результат решения экономико-математических задач, отдельные выводы и предложения вызывают сомнение и не до конца аргументированы; студент показал знание только основ материала по теме проекта, усвоил его поверхностно, но не допускал при ответе на вопросы грубых ошибок или неточностей;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если структура и содержание курсового проекта не соответствуют предъявляемым требованиям; в расчетах допущены грубые логические и алгоритмические ошибки, повлиявшие на результат решения экономико-математических задач и достоверность сделанных выводов и предложений; студент не знает основ материала по теме курсового проекта, допускает при ответе на вопросы грубые ошибки и неточности.

1. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Требования к структуре и содержанию курсового проекта

Курсовой проект должен иметь следующую структуру:

Титульный лист (1 страница, смотри Приложение 1)

Содержание (1 с., смотри Приложение 2)

Введение (1-2 с.)

1. **Теоретическая глава**, название которой совпадает с названием теоретической темы. Теоретическая тема выбирается студентом по последнему номеру зачетной книжки из подраздела 2.1. настоящих методических указаний. (10-15 с.)

2. **Проектная часть**, в которой осуществляется постановка экономико-математической задачи по обоснованию оптимальной отраслевой структуры производства; происходит обоснование системы неизвестных и ограничений, входной информации; осуществляется разработка и реализация экономико-математических моделей; проводится постоптимизационный анализ результатов решения.

Вариант совокупности исходной информации для разработки экономико-математической модели также выбирается по последнему номеру зачетной книжки из приложений 4 и 5.

Рекомендуемое название главы:

Оптимизация параметров развития (наименование предприятия, на примере которого выполняется курсовой проект)

Данная глава должна состоять из 3 параграфов.

1. *Постановка и условия задачи, подготовка входной информации* (7-10 с.)

2. *Разработка экономико-математической модели по оптимизации отраслевой структуры производства* (4-7 с.)

3. *Анализ результатов решения* (4-5 с.)

Выводы и предложения (1-2 с.)

Список использованных источников (не менее 10 источников)

Приложения (по мере необходимости)

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Исходная информация по каждому варианту для разработки экономико-математической модели, формы расчетных таблиц и матрица экономико-математической модели также приведены в файле формата xls. Соответствующий файл по каждому варианту можно получить или у преподавателя, ведущего лабораторные занятия по курсу «Моделирование социально-экономических систем и процессов» и осуществляющего руководство курсовым проектированием, или на портале дистанционного обучения ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.

1.2. Требования к оформлению курсового проекта

Курсовой проект должен быть оформлен в текстовом процессоре MS Word (или аналогичной по возможностям программе) для печати на бумагу формата А4 (210*297 мм) на лицевой стороне каждого листа. Ориентация – книжная (отдельные таблицы и рисунки могут быть расположены на страницах альбомной ориентации или бумаге формата А3). Текст на странице располагается в один столбец с отступами для полей: верхнее и нижнее поля – 2 см, левое поле – 3 см, правое – 1,5 см.

При оформлении курсового проекта в текстовом процессоре MS Word для набора основного текста рекомендуется использовать один-именный стиль «основной текст», установив шрифт - Times New Roman, размер – 14; параметры абзаца: первая строка – 1,25 см, выравнивание – по ширине, интервал перед и после – 0, межстрочный интервал – одинарный (остальные параметры установлены по умолчанию, поэтому опущены). В документе обязательно должен быть включен автоматический перенос слов. Разрешается использовать для выделения отдельных фрагментов текста полужирный шрифт, курсив и подчеркивание.

Заголовки разделов, подразделов, рисунков и таблиц должны быть оформлены с использованием стилей. В конце их названий точку ставить не следует. Сокращения в заголовках разделов, подразделов, рисунков и таблиц не рекомендуются (за исключением единиц измерения). Автоматический перенос слов в заголовках должен быть запрещен.

Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Подразделы можно начинать по тексту в любом месте страницы, не отрывая при этом заголовок от следующего за ним абзаца.

Стиль заголовков разделов (Заголовок 1) должен иметь следующие параметры:

ФОРМАТ АБЗАЦА: выравнивание - по центру, интервал после - 12 пт., первая строка – нет, положение на странице - с новой страницы, запретить автоматический перенос слов;

ФОРМАТ ШРИФТА: шрифт - Times New Roman, начертание - Полужирный, размер - 14, видоизменение - все прописные, интервал - Обычный.

ФОРМАТ НУМЕРАЦИИ: многоуровневый список заголовков (1. Заголовок 1; 1.1. Заголовок 2; 1.1.1. Заголовок 3) (для заголовков «Введение», «Выводы и предложения», «Список использованных источников» и «Приложения» после применения к ним стиля заголовка

1 необходимо выключить формат нумерации).

Параметры стиля заголовков подразделов (Заголовок 2):

ФОРМАТ АБЗАЦА: выравнивание – по центру, интервал после 6 пт., первая строка – нет, положение на странице - не отрывать от следующего, запретить автоматический перенос слов;

ФОРМАТ ШРИФТА: шрифт - Times New Roman, начертание - Полужирный, размер - 14, видоизменений нет, интервал - Обычный.

ФОРМАТ НУМЕРАЦИИ: многоуровневый список заголовков (1. Заголовок 1; 1.1. Заголовок 2; 1.1.1. Заголовок 3).

Таблицы должны быть наглядными и легко читаемыми, обрамлены со всех сторон и внутри. Размер шрифта в таблицах может быть не меньше 10 и не больше 12. Разрыв таблиц между листами не допускается. Таблицы, не помещающиеся на одну страницу, должны быть вынесены в приложения.

Ширина таблицы должна быть 100% от ширины страницы. Ширина таблицы задается через меню **Таблица** пункт **Свойства таблицы** во вкладке **Таблица** установкой в окне **единицы** знака «%».

Текст в ячейках шапки таблицы должен быть выровнен по центру по вертикали и по горизонтали; в подлежащем – сверху и по левому краю или по ширине; внутри таблицы – снизу и по правому краю, в некоторых случаях наглядней выглядит выравнивание - по центру (для автоматизации и единообразия оформления таблиц желательно создать стили форматирования: шапка таблицы, подлежащее и содержимое таблицы).

Столбцы таблицы, содержащие однородную информацию, должны быть выровнены по ширине.

Над таблицами необходимо располагать названия, которые должны иметь сквозную нумерацию. Постоянная часть названия вставляется с помощью средств текстового процессора, знак номера (№) не используется¹. Для единообразия оформления необходимо создать стиль «Название таблицы» на основании стиля «Название объекта» с параметрами:

ФОРМАТ АБЗАЦА: выравнивание - по центру, интервал перед - 6 пт, первая строка – нет, положение на странице - запретить автоматический перенос слов, не отрывать от следующего.

ФОРМАТ ШРИФТА: шрифт - Times New Roman, начертание - Полужирный, размер - 12, видоизменений нет, интервал - Обычный.

¹ Меню - **Вставка**, пункт - **Ссылка**, вкладка – **Название**, подпись – **Таблица**.

Примеры оформления таблиц:

Таблица 1. Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, ц/га

| Показатели | Годы | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1992 | 1995 | 2000 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Зерновые культуры | 18,0 | 13,1 | 15,6 | 19,6 | 17,8 | 18,8 | 18,5 | 18,9 | 19,8 | 23,8 |
| Сахарная свекла | 192,0 | 188,0 | 188,0 | 219,0 | 227,0 | 277,0 | 282,0 | 325,0 | 292,0 | 362,0 |
| Подсолнечник | 11,6 | 10,6 | 9,0 | 9,7 | 10,0 | 10,2 | 11,9 | 11,4 | 11,3 | 12,3 |

Таблица 2. Возрастная структура зарубежных комбайнов и тракторов, поступивших на российский рынок в 2000-2007 гг., %

| Наименование техники | Новые | Отслужившие лет: | | | | |
|-------------------------|-------|------------------|------|-------|-------|----------|
| | | 1-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | более 20 |
| Комбайны | | | | | | |
| Зерноуборочные | 41,7 | 29,8 | 19,0 | 3,6 | 3,6 | 2,3 |
| Кормоуборочные | 19,7 | 13,6 | 28,8 | 28,8 | 9,1 | - |
| Свеклоуборочные | 45,5 | 27,2 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | - |
| Тракторы | | | | | | |
| Все | 66,8 | 9,2 | 3,0 | 13,2 | 5,6 | 2,2 |
| Джон Дир | 75,9 | 9,3 | 11,1 | 3,7 | - | - |
| ФэндТ Фаворит | 86,7 | 6,65 | 6,65 | - | - | - |

Значения, расположенные в одном и том же столбце, должны иметь одинаковый числовой формат (количество знаков в десятичной части числа). Для ячеек, содержащих числа, имеющие в целой части более 3 знаков, рекомендуется при описании формата использовать разделитель групп разрядов.

Для абзаца, следующего за таблицей, необходимо при описании формата абзаца установить интервал перед – 6 пт.

При ссылке на таблицу по тексту следует вставлять перекрестные ссылки на постоянную часть и номер соответствующей таблицы¹.

Для вставки постоянной части заголовка приложения необходимо создать стиль «Приложения», используя стиль «Название таблицы». Отличие стиля «Приложения» от стиля «Название таблицы» заключается в выравнивании по правому краю.

В случае, если в меню - **Вставка**, по команде - **Ссылка**, по типу ссылки – **Название**, подпись – **Приложение** отсутствует, то такую подпись следует добавить, используя команду **Создать**.

При ссылке на приложение по тексту следует вставлять перекрестные ссылки на постоянную часть и номер названия соответствующего приложения².

¹ Меню - **Вставка**, пункт – **Ссылка**, команда - **Перекрестная ссылка**, тип ссылки – **Таблица**, объект – **постоянная часть и номер**.

² Меню - **Вставка**, пункт – **Ссылка**, команда - **Перекрестная ссылка**, тип ссылки – **Приложения**, объект – **постоянная часть и номер**.

Пример оформления приложения:

Приложение 1

Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости

Рабочий лист: [2_1 Пример задачи ЛП в Solver.xls]модель

Отчет создан: 01.11.2010 8:59:45

Изменяемые ячейки

| Ячейка | Имя | Результ. значение | Нормир. стоимость | Целевой Коэффициент | Допустимое Увеличение | Допустимое Уменьшение |
|-----------|-----|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| \$D\$5 X1 | | 2 625,0 | 0,0 | 9,4 | 0,375 | 1E+30 |
| \$E\$5 X2 | | 186,5 | 0,0 | 14,5 | 3 | 4,2 |
| \$F\$5 X3 | | 388,5 | 0,0 | 10,3 | 4,2 | 0,333333333 |

Ограничения

| Ячейка | Имя | Результ. значение | Теневая Цена | Ограничение Правая часть | Допустимое Увеличение | Допустимое Уменьшение |
|--------------------------------------|-----|-------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| \$G\$6 га Сумма произведений | | 3 200,0 | 8,2000 | 3200 | 65 | 259,0277778 |
| \$G\$7 га Сумма произведений | | 575,0 | 0,0000 | 640 | 1E+30 | 65 |
| \$G\$8 кг Сумма произведений | | 180 791,7 | 0,0000 | 200000 | 1E+30 | 19208,33333 |
| \$G\$9 кг д. в-ва Сумма произведений | | 350 000,0 | 0,0175 | 350000 | 82321,42857 | 44750 |
| \$G\$10 ц Сумма произведений | | 105 000,0 | -0,0094 | 105000 | 13814,81481 | 2600 |

Под рисунками и схемами должны располагаться их названия со сквозной нумерацией.

Для вставки постоянной части заголовка рисунка необходимо создать стиль «Название рисунка», используя стиль «Название таблицы». Отличие стиля «Название рисунка» от стиля «Название таблицы» заключается в том, что при описании формата абзаца следует установить интервал 6 пт не перед абзацем, а после него.

Пример оформления рисунка:

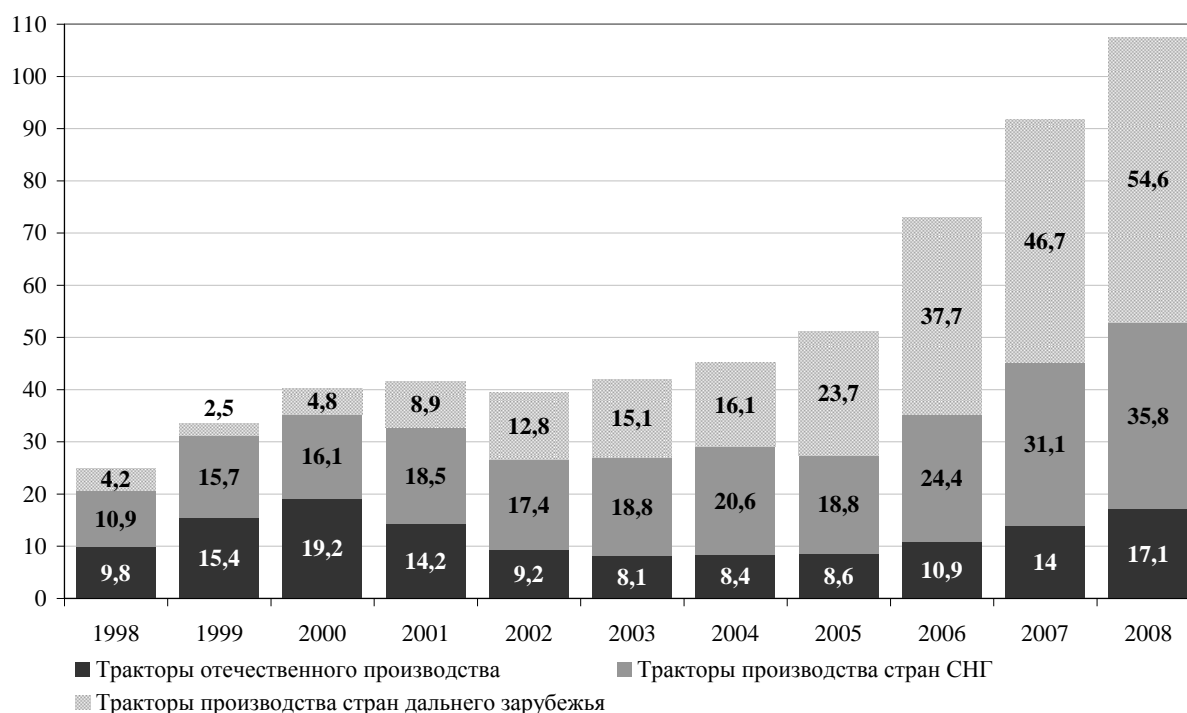


Рис. 1. Динамика и структура рынка тракторов в Российской Федерации в 1999-2008 гг., тыс. шт. (построено по данным Госкомстата России)

При ссылке на рисунок по тексту следует вставлять перекрестные ссылки на постоянную часть и номер названия соответствующего рисунка¹.

Таблицы и рисунки должны быть размещены в тексте по ходу изложения. Допускается в необходимых случаях их перенос на следующую страницу после упоминания по тексту с обязательной ссылкой.

Все формулы должны быть набраны с помощью редактора формул MS Word Microsoft Equation (или аналогичной по возможностям программе).

При использовании Microsoft Equation рекомендуются следующие размеры элементов формул (устанавливаются в настройках Microsoft Equation)²:

- обычный – 16 пунктов
- крупный индекс – 10 пунктов;
- мелкий индекс – 6 пунктов;
- крупный символ (знаки суммы, интеграла) – 18 пунктов;
- мелкий символ – 12 пунктов.

Рекомендуется использовать стиль **Математический**. При описании формата объекта Microsoft Equation в пункте меню **Положение** выбрать обтекание «в тексте».

Нумерация формул осуществляется последовательно в порядке расположения в тексте работы, в круглых скобках, арабскими цифрами, начиная с 1. Номера проставляются справа от формул.

Пример оформления формулы:

$$\alpha_{hj} \overline{X_j} \leq \sum_{j \in J} a_{hj} X_j \leq \beta_{hj} \overline{X_j} \quad (1)$$

Первой страницей курсового проекта является титульный лист, который заполняют по установленной в высшем учебном заведении форме (Приложение 1).

На второй странице под заголовком «Содержание» размещают оглавление проекта с указанием номеров страниц. Оглавление должно соответствовать указанным по тексту заголовкам составных частей проекта и номерам страниц, на которых они начинаются. Оглавление должно быть сформировано автоматически с использованием возможностей текстового процессора (чтобы заголовок «Содержание» не попал в список оглавления не применяйте к нему стиль заголовка). Пример оформления оглавления приведен в приложении 2.

¹ Меню - Вставка, пункт – Ссылка, команда - Перекрестная ссылка, тип ссылки – Рисунок, объект – постоянная часть и номер.

² Меню – Размер, пункт - Определить

Все страницы должны иметь сквозную нумерацию внизу и справа страницы. Первой страницей является титульный лист, но номер на нем не должен отображаться. Размер шрифта номера страницы – 12.

Чтобы продемонстрировать знания текстового процессора рекомендуется разместить в верхних колонтитулах страниц фамилию И.О. студента и название текущего раздела.

В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов.

При использовании материала из литературных и других источников информации необходимо указать в квадратных скобках порядковый номер источника (например: [12]), соответствующий списку использованной литературы (используйте средство текстового процессора **Перекрестная ссылка на абзац**). При цитировании следует упомянуть фамилию и инициалы автора, вместе с номером источника указать номер страницы, с которой взята цитата. Нельзя отрывать основную мысль автора от его целостной концепции.

Список использованных источников должен быть оформлен с применением формата нумерованного списка. В процессе работы источники можно располагать в порядке использования, но после завершения, их необходимо упорядочить в алфавитном порядке (отсортировать по возрастанию средствами текстового процессора и обновить поля с перекрестными ссылками во всем документе). Пример оформления списка литературы приведен в приложении 3.

Электронный вариант завершенного курсового проекта нужно показать руководителю и, после устранения всех сделанных им замечаний, распечатать на белой бумаге (плотностью 70-80 гр. на м²) на принтере с минимальным качеством 300 точек на дюйм.

2. ТЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

2.1. Темы теоретической части курсового проекта

Тема №1: Теоретические основы моделирования

1.1 Модели: сущность, способы описания и элементы

- понятие «модель» и «моделирование»;
- требования, предъявляемые к моделям;
- виды подобия между оригиналом и моделью;
- способы описания моделей;
- понятие экономико-математических моделей;
- переменные и параметры экономико-математических моделей.

1.2 Классификация моделей

- по способу отражения действительности;
- по предназначению;
- по способу описания моделируемых экономических систем;
- по временному признаку;
- по типу связей;
- по уровню моделируемого объекта.

Рекомендуемые источники:¹

9, 13, 19, 21, 30, 33, 36, 48, 50, 58, 65, 80, 95, 101, 102, 103, 106, 108

Тема №2: Математическое моделирование экономических систем

1.1 Экономико-математические модели: сущность и классификация

- понятие экономико-математических моделей;
- переменные и параметры экономико-математических моделей;
- необходимость использования моделей при изучении систем;
- классификация экономико-математических моделей;

1.2 Этапы экономико-математического моделирования

- постановка экономической задачи и качественный анализ проблемы;
- построение математической модели;
- математический анализ модели;
- подготовка исходной информации;
- численное решение;
- анализ численных результатов и их применение.

Рекомендуемые источники:

9, 23, 30, 33, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 55, 78, 102, 103, 108, 114

¹ Перечень рекомендуемых источников приведен в подразделе 2.2.

Тема №3: Решение экономико-математических задач методами линейного программирования (ЛП)

1.1 Математическая формулировка задачи линейного программирования

- основная задача линейного программирования;
- приведение системы неравенств к основной задаче ЛП

1.2. Геометрическая интерпретация и решение задачи линейного программирования в случае двух переменных

- математические основы решения задачи графическим способом;
- этапы решения задач графическим способом;

1.3. Алгоритм симплексного метода решения задач ЛП

- формирование первого опорного плана;
- структура симплексной таблицы;
- исследование опорного плана на оптимальность;
- алгоритм итерации (улучшения опорного плана).

Рекомендуемые источники:

7, 9, 10, 11, 16, 19, 21, 30, 35, 44, 45, 48, 49, 55, 61, 77, 86, 100, 103, 104, 114

Тема №4: Транспортные задачи линейного программирования

1.1 Математическая формулировка транспортной задачи

- общая постановка транспортной задачи;
- запись модели транспортной задачи в структурном виде;
- методы решения транспортной задачи.

1.2. Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов

- структура табличной формы записи транспортной задачи;
- формирование первого опорного плана;
- исследование опорного плана на оптимальность;
- алгоритм итерации (улучшения опорного плана).

Рекомендуемые источники:

2, 4, 7, 9, 10, 21, 35, 44, 48, 55, 63, 86, 95, 100, 102, 103, 104, 114

Тема №5: Балансовые методы и модели

1.1 Модели межотраслевого баланса производства и распределения продукции

- понятие и структура балансовой модели, форма ее представления;
- элемент балансовой модели;
- пример решения экономической задачи балансовым методом.

1.2. Матричная модель планирования на предприятии

- сущность и структура Oracle Business Models;
- модель (матрица) БКГ (Boston Consulting Group);
- моделирование бизнес-процессов.

Рекомендуемые источники:

21, 23, 39, 44, 46, 51, 61, 78, 77, 93, 96, 102, 114

Тема №6: Методы сетевого моделирования

1.1 Теоретические аспекты сетевых методов в планировании и управлении

- область применения сетевых моделей (графиков);
- сущность, элементы и правила построения сетевых моделей.

1.2. Формулировка и алгоритм решения задачи о максимальном потоке

- сущность задачи о максимальном потоке;
- алгоритм решения задачи о максимальном потоке.

1.3. Формулировка и алгоритм решения задачи о кратчайшем пути

- сущность задачи о кратчайшем пути;
- алгоритм решения задачи о кратчайшем пути.

Рекомендуемые источники:

1, 4, 6, 10, 14, 21, 23, 55, 61, 70, 74, 78, 86, 88, 95, 98, 100, 102, 103, 108

Тема №7: Оптимизация сетевых графиков

1.1 Правила построения сетевых графиков и их элементы

- понятие сетевого графика;
- правила построения сетевых графиков;
- основные параметры сетевых графиков и методика их расчета.

1.2. Сетевой анализ проектов. Метод CPM

- описание проекта в виде перечня работ с указанием их взаимосвязи;
- алгоритм обоснования критического пути методом CPM;
- пример решения задачи методом CPM.

1.3. Сетевой анализ проектов. Метод PERT

- характеристика задач, решаемых методом PERT;
- описание проекта в виде перечня работ и характеристики времени их выполнения;
- пример решения задачи методом PERT.

Рекомендуемые источники:

1, 4, 10, 14, 21, 23, 55, 61, 70, 71, 78, 86, 88, 95, 98, 102, 103, 106, 114

Тема №8: Модели теории игр

1.1 Основы теории игр

- основные понятия теории игр;
- классификация игр.

1.2. Критерии выбора решений

- выбор решения в условиях неопределенности;

- выбор решения в условиях риска.

Рекомендуемые источники:

6, 7, 10, 11, 17, 21, 25, 27, 30, 34, 37, 44, 47, 55, 60, 67, 68, 78, 86, 95, 100, 103, 109, 114

Тема №9: Корреляционно-регрессионные модели в экономике

1.1. Понятие и виды производственных функций

- основные понятия и свойства производственных функций;
- основные типы производственных функций.

1.2. Моделирование статистических связей

- понятие статистической и корреляционной связи;
- условия применения корреляционно-регрессионного метода;
- задачи корреляционно-регрессионного анализа и моделирования;
- применение корреляционно-регрессионных моделей в анализе и прогнозе.

Рекомендуемые источники:

4, 9, 11, 12, 19, 21, 23, 30, 41, 44, 48, 50, 55, 77, 96, 102, 107, 113, 114

Тема №10: Имитационное моделирование в экономике

1.1 Понятие имитационных моделей и область их применения

- сущность имитационных моделей, структура и элементы;
- область применения имитационных моделей;
- использование метода Монте-Карло при разработке стохастических имитационных моделей.

1.2. Инструменты имитационного моделирования

- среда визуального моделирования AnyLogic;
- пакет имитационного моделирования Arena;
- пакет имитационного моделирования VisSim.

Рекомендуемые источники:

5, 7, 9, 15, 20, 28, 32, 33, 36, 40, 52, 53, 55, 87, 92, 95, 100, 101, 110, 112

2.2. Список рекомендуемых литературных источников

1. Адамадзиев К.Р. Моделирование экономических процессов: Учеб. пособие. Махачкала: ДГУ, 2002. URL: <http://www.edu.dgu.ru/DGU/FUE/ITEIMER/MANUALS/04.htm> (дата обращения: 01.03.2011)
2. Азарнова Т.В., Каширина И.Л., Чернышова Г.Д. Линейное программирование: Учеб. пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. 60 с. URL: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=27386 (дата обращения: 01.03.2011).
3. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 1993. 336 с.
4. Алесинская Т.В. Учебное пособие по решению задач по курсу «Экономико-математические методы и модели». Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002, 153 с. URL: <http://www.aup.ru/books/m84/> (дата обращения: 01.03.2011)
5. Аристов С.А. Имитационное моделирование экономических систем: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2004. 121 с.
6. Афанасьев М.Ю., Багриновский К.А., Матюшок В.М. Прикладные задачи исследования операций: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2006. 352 с.
7. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2003. 444 с. URL: <http://alleng.ru/d/econ/econ125.htm> (дата обращения: 01.03.2011)
8. Ахметов О.А., Мжельский М.Б. Метод анализа иерархий как составная часть методологии проведения оценки недвижимости // Актуальные вопросы оценочной деятельности. Новосибирск. 2001. URL: http://www.appraiser.okis.ru/valuer_metod_3_08.html (дата обращения: 01.03.2011)
9. Багриновский К.А., Матюшок В.М. Экономико-математические методы и модели (микроэкономика): Учеб. пособие. М.: Изд-во РУДН, 1999. 183 с.
10. Барбаумов В.Е. Справочник по математике для экономистов / Под ред. В.И.Ермакова . 2-е изд., перераб.и доп. М.: Высш. шк., 1997. 384 с.
11. Бережная Е.В. Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2003. 368 с.
12. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. 432 с. URL: <http://alleng.ru/d/econ/econ246.htm> (дата обращения: 01.03.2011)
13. Блехман И.И., А.Д. Мышкис, Панованко Я.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. Киев, «Наукова думка», 1976. 271 с. URL: <http://lib.sibnet.ru/book/9592> (дата обращения: 01.03.2011).
14. Бухалков М.И. Внутрифирменное планирование: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2000. 392 с.

15. Великая Я.Г., Зайцева Т.В. Средства имитационного моделирования для реинжиниринга бизнес-процессов // Научные ведомости БелГУ. 2008. URL: <http://dspace.bsu.edu.ru/handle/123456789/613> (дата обращения: 01.03.2011)
16. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: Учеб. пособие. 3-е изд. М.: Дрофа, 2004. 208 с.
17. Вильямс Дж. Совершенный стратег или букварь по теории стратегических игр. М.: Издательство «Советское радио», 1960. — 266 с.
18. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков: Учеб. пособие. М.: Академия, 2007. 364 с.
19. Гатаулин А.М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве: Учебник. М.: Агропромиздат, 1990. 432 с.
20. Гидрович С.Р., Сыроежин И.М. Игровое моделирование экономических процессов: Деловые игры. М.: Экономика, 1976. 116 с.
21. Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. Математические методы и модели для менеджмента: Учеб. пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. СПб. [и др.]: Лань, 2005. 525 с.
22. Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: тенденции, технологии, практика. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. 179 с. URL: http://www.aup.ru/books/m78/5_1.htm (дата обращения: 01.03.2011).
23. Гринберг А.С., Шестаков В.М. Информационные технологии моделирования процессов управления экономикой: Учеб. пособие. М.: ЮНИТИ, 2003. 400 с.
24. Грызина Н.Ю., Мастяева И.Н., Семенихина О.Н. Математические методы исследования операций в экономике: Учеб.-метод. комплекс. М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008. 204 с. URL: <http://kursach.by/biblioteka/vysshaya-matematika/index.php> (дата обращения: 01.03.2011).
25. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2002. 148 с. URL: <http://eup.ru/Documents/2003-10-27/2653E.asp> (дата обращения: 01.03.2011)
26. Дроздов Н.Д. Алгоритмы дискретного программирования. Учеб. пособие. Тверь: ТГУ, 2000. 82 с. URL: <http://pmkinfo.tversu.ru/pers/drozдов/dp.pdf> (дата обращения: 01.03.2011)
27. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталеv В.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 1999. 176 с.
28. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. Под ред. А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.

29. Еремин И.И. Двойственность в линейной оптимизации. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. URL: <http://tex.imm.uran.ru/book/> (дата обращения: 01.03.2011).

30. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник. Под общ. ред. А. В. Сидоровича. 5-е изд., испр. М.: Дело и Сервис, 2009. 384 с. URL: <http://alleng.ru/d/econ/econ186.htm> (дата обращения: 01.03.2011).

31. Зинкевич В.А., Черкашенко В.Н. Карта рисков - эффективный инструмент управления // «Франклин&Грант. Риск консалтинг». URL: <http://franklin-grant.ru/ru/reviews/review7.shtml> (дата обращения: 01.03.2011).

32. Имитационное моделирование с AnyLogic // Имитационное моделирование для бизнеса и науки. URL: http://www.xjtek.ru/anylogic/why_anylogic/ (дата обращения: 01.03.2011).

33. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1991. 192 с.

34. Камалян А.К. Принятие управленческих решений в условиях риска: теория, методология, практика. Воронеж: ВГАУ, 2000. 194 с.

35. Канторович Л.В., Горстко А.Б. Математическое оптимальное программирование в экономике. М.: Изд-во «Знание», 1968. 96 с.

36. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.

37. Киселева И.А. Моделирование рискованных ситуаций: Учеб.-практ. пособие. М.: МЭСИ, 2007. 102 с. URL: http://eiir.ru/books/mod_risk_situa.pdf (дата обращения: 01.03.2011)

38. Киселева Э.В., Соловьева С.И. Математическое программирование: Учебн. пособие. Новосибирск: НГАСУ. 2002. URL: <http://www.sibstrin.ru/student/books/inform/> (дата обращения: 01.03.2011).

39. Клюкин П.Н. Балансовые методы и макро моделирование в прогнозировании и стратегическом планировании // Прогнозирование, стратегическое и индикативное планирование / Под ред. Ю.В. Яковца. М.: Экономика, 2007. Гл. 6. §6.1-6.5. С. 127-153. URL: <http://economics.hse.ru/ecmet/publications/6853564.html> (дата обращения: 01.03.2011).

40. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: Учеб. пособие. М.: Дело, 2003. 336 с.

41. Корреляционно-регрессионный анализ и моделирование статистических связей // Общая теория статистики: Учеб. пособие. Под ред. И.И. Елисеевой. URL: <http://www.stathelp.ru/ots/g8.html> (дата обращения: 01.03.2011)

42. Кочкина Е.М., Радковская Е.В. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. эконом ун-та. 159 с.

URL: <http://www.fsp.usue.ru/spaw2/uploads/files/Ekonommatmetod.pdf> (дата обращения: 01.03.2011).

43. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов. СПб.: Питер, 2005. 464 с. URL: <http://alleng.ru/d/econ/econ145.htm> (дата обращения: 01.03.2011)

44. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Учеб. пособие. М. [и др.]: Питер, 2006. 496 с.

45. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании: Учебник. 4-е изд., испр. М.: Дело, 2003. 688 с. URL: <http://www.alleng.ru/d/math/math494.htm> (дата обращения: 01.03.2011)

46. Кремер Н.Ш. Высшая математика для экономистов: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ, 2000. 470 с.

47. Крушевский А.В. Теория игр. Киев.: Издательское объединение «Вища школа», 1977. 216 с.

48. Курносов А.П. Вычислительная техника и программирование: Учебник. М.: Финансы и статистика, 1991. 344 с.

49. Кусайынов Т.А. Оптимальные решения в сельскохозяйственном производстве. Астана: Б.и., 1998. 183 с.

50. Ленкова Р.К. Экономико-математические методы и модели в АПК: Лекции. Горки: БГСХА, 2001. 56 с.

51. Личко К.П. Прогнозирование и планирование аграрно-промышленного комплекса: Учебник. М.: Гардарики, 1999. 264 с.

52. Лукасевич И.Я. Моделирование рисков инвестиционных проектов // Анализ финансовых операций. URL: <http://www.bre.ru/risk/11788.html> (дата обращения: 01.03.2011).

53. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Академия «АйТи», 2005. 164 с.

54. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах: Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 323 с. URL: <http://lib.sibnet.ru/book/8144> (дата обращения: 01.03.2011).

55. Маркин Ю.П. Математические методы и модели в экономике: Учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007. 422 с.

56. Мастяева И.Н., Горбовцов Г.Я., Семенихина О.Н. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие. URL: <http://walw.ru/isl/index.php?1> (дата обращения: 01.03.2011)

57. Мастяева И.Н., Семенихина О.Н. Методы оптимизации. М.: МЭСИ, 2000. 135 с. URL: <http://kursach.by/biblioteka/vysshaya-matematika/index.php> (дата обращения: 01.03.2011).

58. Математические методы исследования экономики // Бакалавр экономики: Хрестоматия. Т 2 / Под общ. ред. В.И. Видяпина. М.: «Триада», 1999.

1056 с. URL: <http://lib.vvsu.ru/books/bakalavr02/page0095.asp> (дата обращения: 01.03.2011).

59. Математические модели организаций: Учеб. пособие. / А.А. Воронин, М.В. Губко, С.П. Мишин, Д.А. Новиков. М.: ЛЕНАНД, 2008. 360 с. URL: <http://www.aup.ru/books/m189/> (дата обращения: 01.03.2011).

60. Математическое программирование с EXCEL: Учеб. пособие / Данилин Г.А., Курзина В.М., Курзин П.А. и др. М.: МГУЛ, 2005. 113 с. URL: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=37897/ (дата обращения: 01.03.2011)

61. Матэкономика: Учеб. пособие. Благовещенск: АмГУ, 2003. URL: <http://matekonomika.narod.ru/data/list.htm> (дата обращения: 01.03.2011)

62. Методы экспертных оценок // Сайт «Экономтеория». URL: <http://economtheory.com/neformalizovannie-metodi-v-sis/metodi-ekspertnih-ocenok.php> (дата обращения: 01.03.2011)

63. Минюк С.А., Ровба Е.А., Кузьмич К.К. Математические методы и модели в экономике: Учеб. пособие. Мн.: ТетраСистемс, 2002. 432 с. URL: http://financialmanager.ru/ekonomika/item/matematicheskie-metody-i-modeli-v-ekonomike.html?category_id=13 (дата обращения: 01.03.2011).

64. Мур Дж., Уэдерфорд Л. Экономическое моделирование в Microsoft Office Excel: 6-е издание. М.: Вильямс, 2004. 1024 с. URL: <http://www.williamspublishing.com/Books/5-8459-0578-8.html> (дата обращения: 01.03.2011)

65. Мухин О. Моделирование систем: Курс лекций. Пермь: ПГТУ. URL: <http://stratum.ac.ru/textbooks/modelir/contents.html> (дата обращения: 01.03.2011).

66. Мхитарян В.С., Архипова М.Ю., Сиротин В.П. Эконометрика: Учеб.-метод. комплекс. М.: Изд. центр ЕАОИ. 2008. 144 с. URL: <http://kursach.by/biblioteka/vysshaya-matematika/index.php> (дата обращения: 01.03.2011).

67. Нейман фон Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Издательство «Наука», 1970. 708 с.

68. Николенко С.И. Теория экономических механизмов: Учеб. пособие М.: ИНТУИТ.РУ: БИНОМ. Лаборатория занятий, 2009. 207 с. URL: <http://institutiones.com/download/books/1786-teoriya-ekonomicheskix-mexanizmov-nikolenko.html> (дата обращения: 01.03.2011).

69. Ногин В.Д. Принятие решений при многих критериях. Учеб.-метод. пособие.– СПб. Изд-во «ЮТАС», 2007. 104 с. URL: <http://www.aup.ru/books/m157/> (дата обращения: 01.03.2011)

70. Оре О. Графы и их применение. М.: Изд-во «Мир», 1965. 175 с.

71. Оре О. Теория графов. М. Наука, 1980. 336 с. URL: <http://lib.sibnet.ru/book/9442> (дата обращения: 01.03.2011).

72. Орлов А.И. Высокие статистические технологии: Экспертные оценки: Учебник. М.: Изд-во «Экзамен». 2007. 372 с. URL: <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-04-hsexp> (дата обращения: 01.03.2011).

73. Орлов А.И. Менеджмент: Учебник. М.: Изд-во "Изумруд", 2003. 298 с. URL: http://www.aup.ru/books/m151/2_4.htm (дата обращения: 01.03.2011).

74. Орлов А.И. Теория принятия решений: Учебное пособие. М.: Изд-во "Март", 2004. URL: <http://www.aup.ru/books/m157/> (дата обращения: 01.03.2011)

75. Орлов А.И. Экспертные оценки. Учеб. пособие. М.: 2002. 31 с. URL: <http://orlovs.pp.ru/stat.php#k4> (дата обращения: 01.03.2011)

76. Орлова И.В. Экономико-математическое моделирование: Практ. пособие. М.: Вузовский учебник, 2007. 144 с.

77. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб. пособие. М.: Вузовский учебник, 2007. 365 с. URL: <http://financialmanager.ru/ekonomika/item/ekonomiko-matematicheskie-metody-i-modeli-kompyuternoe-modelirovanie.html> (дата обращения: 01.03.2011).

78. Пелих А.С., Терехов Л.Л., Терехова Л.А. Экономико-математические методы и модели в управлении производством. Ростов н/Д: «Феникс», 2005. 248 с.

79. Пикуза В. Автоматизация и моделирование бизнес-процессов в Excel // Интернет-портал для управленцев. URL: <http://www.management.com.ua/bpr/bpr027.html> (дата обращения: 01.03.2011).

80. Плотинский Ю.М. Теоретические и эмпирические модели социальных процессов: Учеб. пособие. М.: Логос, 1998. 280 с.

81. Половников В.А., Орлова И.В., Гармаш А.Н. Экономико-математические методы и прикладные модели. М.: Всеросс. заочн. финанс.-эконом. инст., 2002. URL: http://www.eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matemateskie_metody_i/index.shtml (дата обращения: 01.03.2011)

82. Прикладное программное обеспечение для решения экономических задач / А.Ю. Коврижных, Е.А. Конончук, Г.Е. Лузина, Ю.А. Меленцова. Екатеринбург. ИОНЦ «Бизнес-информатика». 2008. URL: http://elar.usu.ru/bitstream/1234.56789/1678/7/1335173_methodlbook.pdf (дата обращения: 01.03.2011).

83. Райцин В.Я. Моделирование социальных процессов: Учебник. М.: Экзамен, 2005. 189 с.

84. Ременников В.Б. Управленческие решения: Учеб.-метод. комплекс. URL: http://www.e-college.ru/xbooks/xbook167/book/index/index.html?go=part-008*page.htm (дата обращения: 01.03.2011)

85. Румянцев М. Средства имитационного моделирования бизнес-процессов // Корпоративные системы. 2007. №2 URL: <http://www.management.com.ua/ims/ims135.html> (дата обращения: 01.03.2011)
86. Савиных В. Н. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента: Учеб. пособие. М.: КноРус, 2009. 192 с.
87. Сергеев А.И. Использование систем моделирования «AnyLogic» и «Каскад» в курсе автоматизации производства. Оренбург: ОГУ. URL: http://orenport.ru/docs/281/work_stud/Members/Sergeeva.htm (дата обращения: 01.03.2011)
88. Сетевые графики в планировании Учеб. пособие / И.М. Разумов, Л.Д. Белова, М.И. Ипатов и др. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1981. 168 с.
89. Симонов К.В. Групповые заочные методы экспертных оценок // Политический анализ. Электронная библиотека Социологического факультета МГУ: Учебная литература. URL: <http://lib.socio.msu.ru/l/library> (дата обращения: 01.03.2011)
90. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2001. 343 с. URL: <http://lib.sibnet.ru/book/9596> (дата обращения: 01.03.2011).
91. Сотников Р. Использование методов экспертных оценок в оценочной практике // Сайт «Оценщик.ру» URL: <http://www.ocenchik.ru/docs/438.html> (дата обращения: 01.03.2011)
92. Статистическое моделирование. URL: <http://itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/> (дата обращения: 01.03.2011)
93. Степанов В.Г. Статистика. Часть 2.: Учеб.-метод. комплекс. М.: Московский институт экономики, менеджмента и права, 2010. URL: http://e-college.ru/xbooks/xbook056/book/index/index.html?go=part-003*page.htm (дата обращения: 01.03.2011)
94. Тарасенко Н.В., Шеломенцева Н.Н. Решение задач оптимизации в Excel: Метод. указ. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2003. 43 с. URL: <http://lib.sibnet.ru/book/11210> (дата обращения: 01.03.2011).
95. Таха Хемди А. Введение в исследование операций. 7-е издание: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 912 с.
96. Терентьев С.В. Экономико-математические методы: Курс лекций. Орел: ОГТУ. URL: <http://emm.ostu.ru/lect/lect.html> (дата обращения: 01.03.2011)
97. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. М.: СИНТЕГ, 2009, 224 с. URL: <http://www.aup.ru/books/m188/> (дата обращения: 01.03.2011).
98. Уилсон Р. Введение в теорию графов. М.: Издательство «Мир», 1977. 208 с.

99. Улезько А.В. Стратегия формирования и тактика использования ресурсного потенциала сельскохозяйственных предприятий. Воронеж: ГП «ИПФ «Воронеж», 2004. 224 с.
100. Улезько А.В., А.А. Тютюников. Практикум по моделированию социально-экономических систем и процессов: Учеб. пособие. Воронеж: ВГАУ, 2009. 143 с.
101. Уткин В.Б., Балдин К.В. Информационные системы в экономике: Учебник. 4-е изд., испр. М.: Академия, 2008. 283 с.
102. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие. М.: ЮНИТИ, 2002. 391 с.
103. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: Учебник. М.: Финансы и статистика, 2005. 616 с.
104. Хеди Э., Кандлер У. Методы линейного программирования: Пер. с англ. М.: Колос, 1965. 447 с.
105. Хлебников Д., Яцына А., Савушкин Л. Матричная модель предприятия. М.: Консалтинговая компания MD. URL: <http://www.e-executive.ru/knowledge/announcement/339407/> (дата обращения: 01.03.2011)
106. Хорафас Д.Н. Системы и моделирование. М.: Издательство «Мир», 1967. 420 с.
107. Шаль А.В. Микроэкономические производственные функции. Ростов н/Д: РГУ, 2005 г. URL: <http://open-edu.sfedu.ru/pub/1460> (дата обращения: 01.03.2011)
108. Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций: Учебник. 3-е изд. М.: Дашков и К, 2006. 395 с.
109. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: Учебник. М.: «Дашков и К°», 2005. 880 с. URL: <http://www.institutiones.com/general/1394-teoriya-riska.html> (дата обращения: 01.03.2011).
110. Шевченко В.Н. Золотых Н.Ю. Линейное и целочисленное линейное программирование: Учеб. пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 2002. 76 с. URL: http://www.itlab.unn.ru/uploads/opt_3_part/01_LP/lp.pdf (дата обращения: 01.03.2011).
111. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М.: Издательство «Мир», 1978. 421 с.
112. Щепкин А.В. Внутрифирменное управление (модели и методы). М.: ИПУ РАН, 2001. 80 с. URL: <http://www.aup.ru/books/m111/> (дата обращения: 01.03.2011)
113. Эконометрия: регрессионный анализ / Н.М. Ибрагимов, В.В. Карпенко, Е.А. Коломак, В.И. Суслов. URL: <http://econom.nsc.ru/jep/books/013/suslov.zip>. (дата обращения: 01.03.2011).

114. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие. Под ред. С.И. Макарова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: КноРус, 2009. 240 с.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ ПРОЕКТНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Постановка задачи.

Исходя из наличия земельных ресурсов и имеющегося поголовья сельскохозяйственных животных, необходимо найти такое сочетание отраслей, которое обеспечило бы получение максимальной суммы чистого дохода при условии соблюдения всех агротехнических и зооветеринарных требований, выполнения договорных обязательств по реализации продукции и гарантированного обеспечения отраслей животноводства кормами.

Входная информация.

Для разработки экономико-математической модели данной задачи необходимо иметь следующую информацию:

- площадь сельскохозяйственных угодий, имеющихся у предприятия (по видам);
- объемы реализации продукции по договорам;
- перечень сельскохозяйственных культур, которые планируется возделывать;
- урожайность основной и побочной продукции, нормы высева семян, нормативы отходов;
- производственные затраты в расчете на 1 га посева;
- агротехнические требования по насыщению севооборотов отдельными культурами и группами культур;
- схема планируемого зеленого конвейера;
- поголовье имеющихся сельскохозяйственных животных;
- структура стада, уровень продуктивности скота, затраты корма на единицу продукции;
- структура рационов кормления скота;
- питательность кормов, включенных в рационы кормления;
- выход продукции в расчете на 1 структурную голову;
- производственные затраты в расчете на 1 структурную голову без учета стоимости кормов;
- цены приобретения покупных кормов и кормовых добавок;
- цены реализации продукции.

Основными источниками информации являются фактические данные, получаемые в хозяйствах, нормативно-справочная литература.

Описание методики разработки экономико-математической модели по оптимизации отраслевой структуры производства приводится на примере ООО «Криница».

Условия задачи и подготовка входной информации.

В ООО «Криница» имеется 3 750 га пашни и 210 га пастбищ. Продуктивные сенокосы отсутствуют. Хозяйством заключены договора на реализацию 20 000 ц озимой пшеницы, 100 000 ц сахарной свеклы и 15 000 ц молока. Также по договорам аренды земельных долей арендодателям еже-

годно должно передаваться 1 250 ц пшеницы и 3 125 ц ячменя. (Данные показатели по вариантам приведены в приложении 4)

Исходя из сложившейся конъюнктуры и наличия специализированной техники, планируется возделывать следующие сельскохозяйственные культуры: озимую пшеницу, ячмень, сою, сахарную свеклу, подсолнечник, кукурузу на силос и зеленый корм, однолетние и многолетние травы. В соответствии с потребностями животноводства травы будут выращиваться на сено, сенаж и зеленый корм. Для организации непрерывного обеспечения поголовья скота зелеными кормами планируется возделывание озимой пшеницы на зеленый корм.

Информация об уровне урожайности сельскохозяйственных культур в разрезе основной и побочной продукции и размере производственных затрат на 1 га их посева приведена в таблице 3.

Таблица 3. Информация о планируемой урожайности и производственных затратах на 1 га посева сельскохозяйственных культур

| Сельскохозяйственные культуры | Планируемая урожайность, ц/га | | Производственные затраты на 1 га, тыс.руб. |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| | основной продукции | побочной продукции | |
| Озимая пшеница | 42 | | 10,1 |
| Ячмень | 36 | 34 | 8,5 |
| Соя | 15 | 12 | 8,9 |
| Сахарная свекла | 450 | | 44,9 |
| Подсолнечник | 22 | | 7,2 |
| Кукуруза на силос | 280 | | 10,8 |
| Кукуруза на зеленый корм | 270 | | 10,2 |
| Однолетние травы на сено | 25 | | 4,8 |
| Однолетние травы на сенаж | 60 | | 5,4 |
| Однолетние травы на зеленый корм | 120 | | 6,2 |
| Многолетние травы на сено | 40 | | 4,3 |
| Многолетние травы на сенаж | 100 | | 5,5 |
| Многолетние травы на зеленый корм | 200 | | 6,1 |
| Озимые на зеленый корм | 100 | | 4,6 |
| Пар | | | 3,2 |
| Пастбища | 40 | | |

В ООО «Криница» на корм скоту планируется использовать солому ячменя и сои. Побочная продукция по остальным возделываемым культурам будет измельчаться и заделываться в почву.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Урожайность сельскохозяйственных культур по вариантам приведена в приложении 4. Выход побочной продукции по ячменю и сои принимается на уровне 1:1,5 и 1:1 соответственно. Планируемый уровень материально-денежных затрат в расчете на 1 га также приведен в приложении 4

Поскольку производимая на предприятии продукция растениеводства будет использоваться по нескольким направлениям, необходимо провести промежуточные расчеты, связанные с ее распределением на семена, на корм скоту и на реализацию.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: При определении объемов распределяемой продукции по каналам использования расчет следует проводить с учетом отходов, возникающих в процессе первичной обработки зерновых и подсолнечника, угара силосной массы и т.д. По зерновым культурам, возделываемым на товарные цели, объем зерноотходов, возникающих после первичной обработки зерна, рекомендуется устанавливать на уровне 2%, а сои – 2,5% от планируемого уровня их урожайности. Данный объем зерноотходов должен быть направлен на корм скоту. По зерновым культурам, выращиваемым на фураж расчет отходов не проводится. По подсолнечнику объем отходов составит 4% от уровня урожайности. «Угар» силосной массы за время брожения и хранения принимается на уровне 25% от закладываемой на хранение зеленой массы.

В ООО «Криница» семенами собственного производства планируется засеять 80% площадей посева озимой пшеницы и 75% - ячменя. По остальным сельскохозяйственным культурам планируется использование покупных семян. Норма высева семян озимой пшеницы планируется на уровне 2,5 ц на 1 га, ячменя – 2,9 ц. Страховой фонд по семенам ячменя формируется в размере 10% от их потребности. Исходя из этого, с каждого гектара посева озимой пшеницы и ячменя на семена должно направляться соответственно 2,00 ($2,5 \cdot 80\% = 2,00$) и 2,39 ц ($((2,9 + 2,9 \cdot 10\%) \cdot 75\% = 2,39$) основной продукции.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Семенами собственного производства по всем вариантам будет засеиваться 80% площадей посева озимой пшеницы и 75% - ячменя. Страховой фонд по семенам ячменя собственного производства рекомендуется определять в размере 10% от потребности в семенах. По семенам озимых культур страховой фонд не планировать.

Цены реализации продукции растениеводства планируются на следующем уровне: пшеница озимая – 480 руб., ячмень – 410 руб., соя – 1 200 руб., сахарная свекла – 140 руб., подсолнечник – 1 150 руб. за 1 ц.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Цены реализации продукции по вариантам приведены в приложении 4

Расчеты, связанные с распределением продукции растениеводства, приведены в таблицах 4-5.

Таблица 4. Распределение продукции в расчете на 1 га посева сельскохозяйственных культур

| Сельскохозяйственные культуры | Выход с 1 га, ц | | Отходы | | На семена | | | | | На корм скоту | | Товарная продукция | |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|-------|----------------------------|-------------------|------|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | основной продукции | побочной продукции | % | ц | норма высева на 1 га, ц | страховой фонд | | доля площадей, засеваемых семенами собственного производства, % | распределяется на семена, ц | основной продукции | побочной продукции | в натуральном выражении, ц | в денежном выражении, тыс.руб. |
| | | | | | | % | ц | | | | | | |
| Озимая пшеница товарная | 42 | | 2,0 | 0,84 | 2,50 | | | 80,00 | 2,00 | 0,84 | | 39,16 | 18,80 |
| Ячмень товарный | 36 | 34,0 | 2,0 | 0,72 | 2,90 | 10,00 | 0,29 | 75,00 | 2,39 | 0,72 | 34,00 | 32,89 | 13,48 |
| Ячмень фуражный | 36 | 34,0 | | | 2,90 | 10,00 | 0,29 | 75,00 | 2,39 | 33,61 | 34,00 | | |
| Соя | 15 | 12,0 | 2,5 | 0,38 | | | | | | 0,38 | 12,00 | 14,62 | 17,54 |
| Сахарная свекла | 450 | | | | | | | | | | | 450,00 | 63,00 |
| Подсолнечник | 22 | | 4,0 | 0,88 | | | | | | | | 21,12 | 24,29 |
| Кукуруза на силос | 280 | | 25,0 | 70,00 | | | | | | 210,00 | | | |
| Кукуруза на зеленый корм | 270 | | | | | | | | | 270,00 | | | |
| Однолетние травы на сено | 25 | | | | | | | | | 25,00 | | | |
| Однолетние травы на сенаж | 60 | | | | | | | | | 60,00 | | | |
| Однолетние травы на зеленый корм | 120 | | | | | | | | | 120,00 | | | |
| Многолетние травы на сено | 40 | | | | | | | | | 40,00 | | | |
| Многолетние травы на сенаж | 100 | | | | | | | | | 100,00 | | | |
| Многолетние травы на зеленый корм | 200 | | | | | | | | | 200,00 | | | |
| Озимые на зеленый корм | 100 | | | | | | | | | 100,00 | | | |
| Пастбища | 40 | | | | | | | | | 40,00 | | | |

Таблица 5. Выход корма и переваримого протеина (ПП) в расчете на 1 га посева сельскохозяйственных культур

| Сельскохозяйственные культуры | Содержится в 1 ц корма | | | | Выход продукции с 1 га, ц | | Основная продукция | | Побочная продукция | | Всего | |
|-----------------------------------|------------------------|--------|-----------------------|--------|------------------------------|----------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-------|--------|
| | основная продукция | | побочная продукция | | | | | | | | | |
| | ц ЭКЕ | ПП, кг | ц ЭКЕ | ПП, кг | основной | побочной | ц ЭКЕ | ПП, кг | ц ЭКЕ | ПП, кг | ц ЭКЕ | ПП, кг |
| Озимая пшеница | 1,08 | 0,106 | | | 0,84 | | 0,91 | 0,089 | | | 0,91 | 0,089 |
| Ячмень товарный | 1,18 | 0,111 | 0,28 | 0,011 | 0,72 | 34,00 | 0,85 | 0,080 | 9,52 | 0,374 | 10,37 | 0,454 |
| Ячмень фуражный | 1,18 | 0,111 | 0,28 | 0,011 | 33,61 | 34,00 | 39,66 | 3,731 | 9,52 | 0,374 | 49,18 | 4,105 |
| Соя | 1,47 | 0,281 | 0,32 | 0,013 | 0,38 | 12,00 | 0,56 | 0,107 | 3,84 | 0,156 | 4,40 | 0,263 |
| Кукуруза на силос | 0,23 | 0,014 | | | 210,00 | | 48,30 | 2,940 | | | 48,30 | 2,940 |
| Кукуруза на зеленый корм | 0,23 | 0,014 | | | 270,00 | | 62,10 | 3,780 | | | 62,10 | 3,780 |
| Однолетние травы на сено | 0,65 | 0,053 | | | 25,00 | | 16,25 | 1,325 | | | 16,25 | 1,325 |
| Однолетние травы на сенаж | 0,36 | 0,030 | | | 60,00 | | 21,60 | 1,824 | | | 21,60 | 1,824 |
| Однолетние травы на зеленый корм | 0,22 | 0,023 | | | 120,00 | | 26,40 | 2,760 | | | 26,40 | 2,760 |
| Многолетние травы на сено | 0,74 | 0,099 | | | 40,00 | | 29,60 | 3,960 | | | 29,60 | 3,960 |
| Многолетние травы на сенаж | 0,41 | 0,039 | | | 100,00 | | 41,00 | 3,870 | | | 41,00 | 3,870 |
| Многолетние травы на зеленый корм | 0,22 | 0,031 | | | 200,00 | | 44,00 | 6,200 | | | 44,00 | 6,200 |
| Озимые на зеленый корм | 0,21 | 0,021 | | | 100,00 | | 21,00 | 2,100 | | | 21,00 | 2,100 |
| Пастбища | 0,28 | 0,028 | | | 40,00 | | 11,20 | 1,120 | | | 11,20 | 1,120 |

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Информация о нормативной питательности кормов для всех вариантов приведена в таблице 5. Основным показателем, характеризующим питательность кормов является содержание в них энергетических кормовых единиц (ЭКЕ). Содержание переваримого протеина в приложении приведено в граммах в 1 кг корма, а в расчетах используется содержание в килограммах в 1 ц корма.

Важным элементом системы обеспечения отрасли животноводства кормами собственного производства является организация зеленого конвейера, позволяющего обеспечить регулярное поступление зеленой массы в течение всего летнего периода. В таблицах 6-7 приведены схема зеленого конвейера и распределение зеленой массы, получаемой с 1 га посева кормовых культур.

Таблица 6. Схема организации зеленого конвейера, %% от урожайности

| Источники зеленого корма | Сроки использования зеленых кормов | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|------|--------|-----------------------|
| | 2-я половина мая | 1-я половина июня | 2-я половина июня | июль | август | 1-я половина сентября |
| Кукуруза 1 срока сева | | | | | 100% | |
| Кукуруза 2 срока сева | | | | | | 100% |
| Многолетние травы на зеленый корм | | 65% | | 35% | | |
| Однолетние травы 1 срока сева | | | 100% | | | |
| Однолетние травы 2 срока сева | | | | 100% | | |
| Озимые на зеленый корм | 100% | | | | | |
| Пастбища | 25% | 20% | 15% | 20% | 10% | 10% |

Таблица 7. Распределение зеленой массы кормовых культур по срокам использования в расчете на 1 га посева, ц ЭКЕ

| Источники зеленого корма | Выход с 1 га | Сроки использования зеленых кормов | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|------|--------|-----------------------|
| | | 2-я половина мая | 1-я половина июня | 2-я половина июня | июль | август | 1-я половина сентября |
| Кукуруза 1 срока сева | 62,1 | | | | | 62,1 | |
| Кукуруза 2 срока сева | 62,1 | | | | | | 62,1 |
| Многолетние травы на зеленый корм | 44,0 | | 26,4 | | 17,6 | | |
| Однолетние травы 1 срока сева | 26,4 | | | 26,4 | | | |
| Однолетние травы 2 срока сева | 26,4 | | | | 26,4 | | |
| Озимые на зеленый корм | 21,0 | 21,0 | | | | | |
| Пастбища | 11,2 | 2,8 | 2,2 | 1,7 | 2,2 | 1,1 | 1,1 |

Поступление зеленых кормов планируется в период с 15 мая по 15 сентября.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Схема организации зеленого конвейера для всех вариантов приведена в таблице 6.

Для обеспечения научно обоснованного чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах необходимо задать границы включения отдельных культур или их групп в структуру посевных площадей. При традиционной системе земледелия для сельскохозяйственных предприятий Центрально-Черноземной зоны рекомендуемый удельный вес зерновых культур в структуре посевных площадей должен составлять от 50 до 60%, озимых – от 20 до 30%, максимальная доля подсолнечника не должна превышать 12,5% (возврат на то же поле не ранее чем через 7 лет). Максимальный удельный вес в посевах сахарной свеклы определяется, как правило, исходя не из агротехнических требований, а из наличия специализированной сельскохозяйственной техники для возделывания и уборки сахарной свеклы, и не превышает 5-10% площади пашни. В случае специализации предприятия на производстве сахарной свеклы ее доля в посевах не должна превышать 25%. Пределы насыщения севооборота другими техническими культурами определяются конкретными условиями предприятия по их возделыванию. Площади кормовых культур определяются в ходе решения задачи исходя из потребностей отрасли животноводства.

Исходя из агротехнических требований и наличия специализированной сельскохозяйственной техники для ООО «Криница» задаются следующие границы насыщения севооборота отдельными культурами и группами культур.

Таблица 8. Пределы насыщения севооборота отдельными культурами и группами культур

| Сельскохозяйственные культуры | Нижняя граница | | Верхняя граница | |
|-------------------------------|----------------|-------|-----------------|-------|
| | % | га | % | га |
| Всего пашни | 100,0% | 3 750 | 100,0% | 3 750 |
| Зерновые всего | 50,0% | 1 875 | 60,0% | 2 250 |
| Озимые зерновые | 20,0% | 750 | 30,0% | 1 125 |
| Соя | | | 10,0% | 375 |
| Сахарная свекла | | | 8,0% | 300 |
| Подсолнечник | | | 12,5% | 469 |
| Пар | 5,0% | 188 | 10,0% | 375 |

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Нижние и верхние границы насыщения севооборота отдельными культурами группами культур приведены в таблице 8.

Поголовье фуражных коров составляет 300 голов. Организация стада предусматривает замкнутый цикл (выращивание всего ремонтного и сверхремонтного молодняка будет производиться на предприятии).

Таблица 9. Расчет структуры стада, объемов производства прироста и реализации скота в живой массе в ООО «Криница»

| Показатели | Телята до 20 дней | С 20 дней до 6 месяцев | | С 6 месяцев до 1 года | | Телки с 1 года до 18 месяцев | Телки с 18 до 24 месяцев | Нетели | Бычки с 1 года до 16 месяцев | Коровы | | Скот на откорме | Всего |
|------------------------------------|-------------------|------------------------|-------|-----------------------|-------|------------------------------|--------------------------|--------|------------------------------|--------|-------------|-----------------|--------|
| | | телочки | бычки | телки | бычки | | | | | дойные | сухостойные | | |
| Количество кормодней в периоде | 20 | 162 | 162 | 183 | 183 | 182 | 183 | 270 | 120 | 305 | 60 | 60 | |
| Поголовье, гол. | 90 | 44 | 45 | 44 | 45 | 44 | 29 | 15 | 45 | 100 | 100 | 15 | |
| Всего кормодней по группе | 1 800 | 7 128 | 7 290 | 8 052 | 8 235 | 8 008 | 5 307 | 4 050 | 5 400 | 30 500 | 6 000 | 900 | 92 670 |
| Среднегодовое поголовье, гол. | 5 | 20 | 20 | 22 | 23 | 22 | 15 | 11 | 15 | 84 | 16 | 2 | 255 |
| Структура стада, % | 2,0 | 7,8 | 7,8 | 8,6 | 9,0 | 8,6 | 5,9 | 4,3 | 5,9 | 32,9 | 6,3 | 0,8 | 100,0 |
| Среднесуточный прирост, г | 700 | 600 | 725 | 600 | 725 | 550 | 550 | 500 | 725 | | | 600 | 631 |
| Общий вес приплода, кг | 3 150 | | | | | | | | | | | | 3 240 |
| Прирост живой массы, кг | 1 260 | 4 277 | 5 285 | 4 831 | 5 970 | 4 404 | 2 919 | 2 025 | 3 915 | | | 540 | 35 427 |
| Реализация, гол. | | | | | | | 29 | | 45 | | | 15 | |
| Вес 1 головы на конец периода, кг | 49 | 146 | 166 | 256 | 299 | 356 | 457 | 491 | 386 | | | 536 | |
| Живая масса скота к реализации, кг | | | | | | | 13 246 | | 17 376 | | | 8 040 | 38 661 |
| В расчете на 1 структурную голову: | | | | | | | | | | | | | |
| Прирост живой массы, ц | | | | | | | | | | | | | 3,54 |
| Реализовано живой массы, ц | | | | | | | | | | | | | 3,87 |

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Расчет структуры стада, объемов производства и реализации прироста для оборота стада с замкнутым циклом, приведен в таблице 9. Расчеты приведены для основного стада в размере 100 фуражных коров. Данные показатели будут использоваться по всем вариантам.

В качестве исходной информации использовались следующие значения: поголовье фуражных коров – 100 голов, выбраковка коров – 15%, выход телят на 100 коров – 90 гол., вес теленка при рождении – 35 кг. Расчет проводился в разрезе следующих половозрастных групп: телята до 20 дней, телочки от 20 дней до 6 месяцев, телки с 6 месяцев до 1 года, телки с 1 года до 18 месяцев, телки от 18 до 24 месяцев, нетели, бычки от 20 дней до 6 месяцев, бычки с 6 месяцев до 1 года, бычки с 1 года до 16 месяцев, выбракованный скот на откорме. Среднесуточный прирост по половозрастным группам планируется по данным предприятий с учетом продуктивного потенциала скота и планируемого уровня кормления.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: При описании животноводческих отраслей для упрощения расчетов, связанных с подготовкой исходной информации, в качестве единицы измерения используются структурные головы.

За структурную голову, принимается единица маточного поголовья: в молочном скотоводстве – фуражные коровы, в свиноводстве – основные свиноматки, в овцеводстве – овцематки. В откормочных хозяйствах за структурную голову принимается единица откормочного поголовья. В хозяйствах, специализирующихся на производстве яиц, за структурную голову принимается 1000 кур-несушек, а в специализирующихся на производстве мяса птицы – 1000 голов молодняка птицы.

Исходя из планируемого среднесуточного прироста по половозрастным группам и среднегодового поголовья скота объем прироста в расчете на 1 структурную голову составит в плановом периоде 3,54 ц, объем реализованной живой массы – 3,87 ц. (таблица 9)

Потребность в кормах в расчете на одну структурную голову определяется исходя из уровня продуктивности крупного рогатого скота, структуры рационов кормления и затрат корма на производство единицы продукции. Планируемый надой на одну фуражную корову составляет 6 100 кг, среднесуточный прирост по стаду – 631 г. (таблица 9).

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Планируемый надой на 1 фуражную корову для каждого варианта приведен в приложении 4.

Планируемая структура затрат корма для замкнутого оборота стада представлена в таблице 10.

Таблица 10. Планируемая структура затрат корма на производство продукции скотоводства

| Корма | Структура затрат корма, % | |
|--------------------|---------------------------|------------|
| | на молоко | на прирост |
| Всего корма | 100,0 | 100,0 |
| в т.ч. концентраты | 27,5 | 22,6 |
| комбикорм | 7,0 | 1,0 |
| ячмень | 19,5 | 20,6 |
| прочие | 1,0 | 1,0 |
| грубые корма | 20,4 | 18,0 |
| сено | 10,2 | 16,9 |
| солома | 10,2 | 1,0 |
| сочные корма | 21,6 | 32,8 |
| сенаж | 8,2 | 21,4 |
| силос | 13,4 | 11,4 |
| зеленые корма | 21,0 | 23,1 |
| меласса | 7,1 | |
| молоко | | 0,5 |
| обрат | | 2,5 |
| ЗЦМ | | 0,6 |
| БВМД | 2,4 | |

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Приведенная в таблице 10 структура затрат корма на производство молока и прироста крупного рогатого скота будет использоваться во всех вариантах.

Для разработки модели также необходимо иметь информацию о питательности кормов и кормовых добавок, производящихся вне предприятия (таблица 11).

Таблица 11. Питательность кормов и кормовых добавок

| Корма | Содержится в 1 ц корма | |
|-----------|------------------------|-------|
| | ц ЭКЕ | ПП, ц |
| Комбикорм | 0,87 | 0,155 |
| Меласса | 0,94 | 0,060 |
| Молоко | 0,27 | 0,033 |
| Обрат | 0,13 | 0,035 |
| ЗЦМ | 2,40 | 0,426 |
| БВМД | 0,85 | 0,333 |

Исходя из планируемого уровня продуктивности дойных коров (6 100 кг) и их живой массы (500 кг) норматив затрат корма на производство 1 кг молока составляет 0,98 ЭКЕ при содержании переваримого протеина в 1 ЭКЕ 91,8 г. По затратам корма на прирост аналогичные показатели составляют 9,25 ЭКЕ и 120 г соответственно.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: *Информация о нормативной питательности кормовых добавок из таблицы 11 будет использоваться для всех вариантов.*

Общая сумма затрат корма на производство молока определяется как произведение величины годового надоя молока на 1 фуражную корову и норматива затрат корма на производство 1 кг молока ($6\,100 \cdot 0,98 / 100 = 59,78$ ц ЭКЕ), а на производство прироста как произведение выхода прироста на 1 структурную голову и норматива затрат корма на производство 1 кг прироста ($3,54 \cdot 9,25 / 100 = 32,75$ ц ЭКЕ).

Потребность в переваримом протеине рассчитывается путем перемножения годовой потребности в кормах в ц ЭКЕ и соответствующих нормативов минимального содержания переваримого протеина в 1 ЭКЕ. Годовая потребность в переваримом протеине на производство молока составляет $59,78 \cdot 91,8 / 1000 = 5,50$ кг, а на производство прироста – $32,75 \cdot 120 / 1000 = 3,93$ кг. Таким образом, минимальная годовая потребность в переваримом протеине в расчете на 1 структурную голову крупного рогатого скота составит $5,50 + 3,93 = 9,43$ кг переваримого протеина.

При определении потребности в кормах в расчете на 1 структурную голову используются следующие нормативы формирования страхового фонда кормов: по концентрированным кормам собственного производства – 10%, по грубым кормам – 15%, по сочным – 20%.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: *Информация о затратах корма на производство молока и прироста крупного рогатого скота по каждому варианту приведена в приложении 4. В этом же приложении приведена информация о нормативах минимального содержания переваримого протеина в 1 ЭКЕ при производстве молока и прироста крупного рогатого скота*

Указанные выше нормативы формирования страхового фонда кормов: по концентрированным кормам собственного производства – 10%, по грубым кормам – 15%, по сочным – 20%, будут использоваться по всем вариантам.

Расчет годовой потребности в кормах в расчете на 1 структурную голову крупного рогатого скота приведен в таблице 12.

Таблица 12. Годовая потребность в кормах в расчете на 1 структурную голову крупного рогатого скота

| Виды корма | На молоко | | На прирост | | Всего, ц ЭКЕ | Страховой фонд | | Всего со страховым фондом, ц ЭКЕ |
|------------------------------------|-----------|-------|------------|-------|-----------------|----------------|-------|---|
| | % | ц ЭКЕ | % | ц ЭКЕ | | % | ц ЭКЕ | |
| Всего кормов | 100,0 | 59,78 | 101,00 | 32,75 | 92,53 | | 6,90 | 99,43 |
| из них концентраты | 27,5 | 16,44 | 22,60 | 7,33 | 23,77 | | 1,83 | 25,60 |
| в т.ч. комбикорм | 7,00 | 4,18 | 1,00 | 0,32 | 4,50 | | | 4,50 |
| ячмень | 19,50 | 11,66 | 20,60 | 6,68 | 18,34 | 10,0 | 1,83 | 20,17 |
| прочие | 1,00 | 0,60 | 1,00 | 0,32 | 0,92 | | | 0,92 |
| Сено | 10,20 | 6,10 | 16,90 | 5,48 | 11,58 | 15,0 | 1,74 | 13,32 |
| Солома | 10,20 | 6,10 | 1,00 | 0,32 | 6,42 | 15,0 | 0,96 | 7,38 |
| Сенаж | 8,20 | 4,90 | 21,40 | 6,94 | 11,84 | 20,0 | 2,37 | 14,21 |
| Силос | 13,40 | 8,01 | 11,40 | 3,70 | 11,71 | 20,0 | 2,34 | 14,05 |
| Зеленый корм во 2-ой половине мая | 2,60 | 1,55 | 2,90 | 0,94 | 2,49 | | | 2,49 |
| в 1-ой половине июня | 2,60 | 1,55 | 2,90 | 0,94 | 2,49 | | | 2,49 |
| во 2-ой половине июня | 2,60 | 1,55 | 2,90 | 0,94 | 2,49 | | | 2,49 |
| в июле | 5,30 | 3,17 | 5,80 | 1,88 | 5,05 | | | 5,05 |
| в августе | 5,30 | 3,17 | 5,80 | 1,88 | 5,05 | | | 5,05 |
| в 1-ой половине сентября | 2,60 | 1,55 | 2,80 | 0,91 | 2,46 | | | 2,46 |
| Меласса | 7,10 | 4,24 | | | 4,24 | | | 4,24 |
| Молоко | | | 0,50 | 0,16 | 0,16 | | | 0,16 |
| Обрат | | | 2,50 | 0,81 | 0,81 | | | 0,81 |
| ЗЦМ | | | 0,60 | 0,19 | 0,19 | | | 0,19 |
| БВМД | 2,40 | 1,43 | | | 1,43 | | | 1,43 |
| Требуется переваримого протеина, ц | | 5,50 | | 3,93 | 9,43 | | 0,70 | 10,13 |

Материально-денежные затраты в расчете на 1 структурную голову крупного рогатого скота (без стоимости кормов) планируются на уровне 33,9 тыс. руб.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Материально-денежные затраты по животноводству в расчете на 1 структурную голову включаются в модель без учета стоимости кормов для того, чтобы избежать двойного счета, поскольку затраты на производство кормов и их приобретение определяются уже в ходе решения экономико-математической задачи.

Размер материально-денежных затрат в расчете на 1 структурную голову по вариантам приведен в приложении 4.

Молоко на корм собственного производства потребляется по складывающейся себестоимости, а остальные корма и кормовые добавки приобретаются по следующим ценам: комбикорм – 12,25 руб.; обрат – 1,50 руб.; заменитель цельного молока (ЗЦМ) – 42,00 руб.; меласса – 2,80 руб.; белково-витаминно-минеральная добавка (БВМД) – 13,00 руб. за 1 кг.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Цены приобретаемых кормов и кормовых добавок по вариантам приведены в приложении 4.

Исходя из рыночной конъюнктуры планируются следующие цены реализации продукции животноводства: молоко – 1 190 руб., прирост КРС - 5 800 руб. за 1 ц.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Планируемые цены реализации продукции по вариантам приведены в приложении 4.

В этом случае стоимость товарной продукции в расчете на 1 структурную голову составит: $(61,00 - 0,16/0,27) \cdot 1190 + 3,87 \cdot 5800 = 94,331$ тыс. руб.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Объем реализованного молока определяется как разница между надоем молока в расчете на 1 корову и молоком, направляемым на выпойку телят. Например, в рассматриваемой ситуации потребление молока в расчете на 1 структурную голову составляет 0,16 ц ЭКЕ (таблица 12). При питательности молока 0,27 ЭКЕ, потребность в молоке на корм в натуральном выражении составит 0,59 ц.

Построение экономико-математической модели

Система переменных данной экономико-математической задачи представлена основными и вспомогательной переменными. За основные переменные принимаются:

X_j - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры, га;

X_j^g - поголовье j -го вида сельскохозяйственных животных, стр. гол.;

X_j^k - объем приобретения j -го вида корма или кормовой добавки, ц;

- x_1 - Площадь посева озимой пшеницы
- x_2 - ячменя товарного
- x_3 - ячменя фуражного
- x_4 - сои
- x_5 - сахарной свеклы
- x_6 - подсолнечника
- x_7 - кукурузы на силос
- x_8 - кукурузы на зеленый корм 1 срока сева
- x_9 - кукурузы на зеленый корм 2 срока сева
- x_{10} - однолетних трав на сено
- x_{11} - однолетних трав на сенаж
- x_{12} - однолетних трав на зеленый корм 1 срока сева
- x_{13} - однолетних трав на зеленый корм 2 срока сева
- x_{14} - многолетних трав на сено
- x_{15} - многолетних трав на сенаж
- x_{16} - многолетних трав на зеленый корм
- x_{17} - озимых на зеленый корм
- x_{18} - Площадь пара
- x_{19} - Площадь пастбищ
- x_{20} - Комбикорм
- x_{21} - Меласса
- x_{22} - Молоко на корм
- x_{23} - Обрат
- x_{24} - Заменитель цельного молока (ЗЦМ)
- x_{25} - Белково-витаминно-минеральная добавка (БВМД)
- x_{26} - Поголовье крупного рогатого скота

Вспомогательные переменные X' и X'' используются соответственно для определения стоимости товарной продукции и суммы производственных затрат по предприятию, тыс. руб.

- x_{27} - Стоимость товарной продукции
- x_{28} - Производственные затраты

Все условия задачи записаны в виде линейных уравнений и неравенств (ограничений), которые можно разбить на группы:

- по использованию ресурсов;
- по выполнению агротехнических требований возделывания сельскохозяйственных культур;
- по выполнению договорных обязательств по реализации продукции;
- по обеспеченности потребностей животноводства кормами собственного производства;
- по определению стоимости производственных затрат.

Основными ограничениями (с 1 по 3) являются условия, ограничивающие систему фактическим наличием ресурсов.

Ограничение по использованию пашни будет записано следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{18} a_{ij} X_j \leq B_i \quad (i=1) \quad (32),$$

где X_j - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

a_{ij} - затраты пашни в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

B_i - наличие пашни в хозяйстве.

То есть, условие, гарантирующее, что площадь посева всех сельскохозяйственных культур и пара не превысит площади пашни, имеющейся в наличии, записывается как:

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + \dots + 1X_{17} + 1X_{18} \leq 3750 \quad (i=1).$$

Ограничения по использованию остальных видов сельскохозяйственных угодий описываются неравенством следующего типа:

$$\sum_{j=19}^{19} a_{ij}^s X_j \leq B_i \quad (33),$$

где X_j - площадь j -ого вида сельскохозяйственных угодий;

a_{ij}^s - бинарные коэффициенты связи (равны либо 0, либо 1) по i -му виду сельскохозяйственных угодий;

B_i - наличие в хозяйстве j -ого вида сельскохозяйственных угодий.

Исходя из этого, условие, гарантирующее, что площадь используемых пастбищ не превысит площади пастбищ, имеющихся в наличии, будет записано в следующем виде

$$1X_{19} \leq 210 \quad (i=2).$$

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: В случае наличия сенокосов должно быть предусмотрено ограничение по их использованию.

Так как поголовье сельскохозяйственных животных не должно превышать имеющего количества скотомест для его содержания, то третье основное ограничение в структурном виде записывается как:

$$\sum_{j=26}^{26} a_{ij}^g X_j^g \leq B_i \quad (34),$$

где X_j^g - поголовье j -го вида скота;

a_{ij}^g - бинарные коэффициенты связи (равны либо 0, либо 1) по i -му виду сельскохозяйственных животных;

B_i - наличие скотомест для содержания i -го вида сельскохозяйственных животных.

То есть использование производственных помещений для размещения поголовья крупного рогатого скота ограничивается через реализацию условия:

$$1X_{26} \leq 300 \quad (i=3).$$

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: В случае низкого уровня продуктивности сельскохозяйственных животных их поголовье может быть исключено из оптимального плана. В этой связи, при необходимости сохранения поголовья скота рекомендуется зафиксировать имеющееся поголовье, преобразовав ограничение в равенство, в правой части которого должно быть указано фактическое поголовье скота в структурных головах.

Первую группу дополнительных ограничений (с 4 по 13) составляют ограничения по выполнению агротехнических требований, соблюдение которых необходимо для соблюдения научно обоснованного чередования сельскохозяйственных культур. Эти требования представлены условиями двух видов: во-первых, по насыщению севооборота отдельными культурами или группами культур; во-вторых, по обеспечению озимых культур предшественниками.

Ограничение по насыщению севооборота отдельными культурами или группами культур в структурном виде может быть записано как:

$$\sum_{j=1}^{18} X_j \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} Q_i \quad (i=4, \dots, 12) \quad (35)$$

где X_j - площадь j -ого вида сельскохозяйственных угодий;

Q_i - верхние или нижние пределы насыщения севооборотов отдельными сельскохозяйственными культурами или группами культур.

Например, ограничение по насыщению севооборота зерновыми и зернобобовыми культурами может быть записано следующим образом:

$$\begin{aligned} 1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_{17} &\geq 1875 & i=4, \\ 1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_{17} &\leq 2250 & i=5. \end{aligned}$$

Ограничение по насыщению севооборота озимыми:

$$\begin{aligned} 1X_1 + 1X_{17} &\geq 750 & i=6, \\ 1X_1 + 1X_{17} &\leq 1125 & i=7. \end{aligned}$$

Аналогично заполняются ограничения по насыщению севооборота соей, сахарной свеклой, подсолнечником, паром.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Информация о пределах насыщения севооборота отдельными сельскохозяйственными культурами или группами культур берется из таблицы 47.

Ограничение по обеспечению озимых культур предшественниками в структурном виде может быть записано как:

$$\sum_{j=1}^1 X_j - \sum_{j=2}^{18} \alpha_j X_j^p \leq 0 \quad (36),$$

где X_j - площадь посева j -ой озимой культуры;

X_j^p - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

α_j - коэффициент возможного использования посевов j -ой сельскохозяйственной культуры в качестве предшественника под озимые.

Данное ограничение может быть записано следующим образом

$$1X_1 - 1X_4 - 1X_8 - 1X_{10} - 1X_{11} - 1X_{12} - 1X_{13} - 0,33X_{14} - 0,33X_{15} - 0,33X_{16} - 1X_{18} \leq 0 \quad (i=13).$$

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Коэффициент 0,33 при переменных, означающих многолетние травы, свидетельствует о том, что планируемый срок использования многолетних трав в хозяйстве составляет три года, поэтому ежегодно третья часть многолетних трав запахивается и может быть использована в качестве предшественника под озимые. Если срок эксплуатации многолетних трав будет равен четырем годам, то данный коэффициент будет равен 0,25.

Также могут быть использованы и дополнительные ограничения, описывающие соотношения различных сельскохозяйственных культур. Например, можно задать требование об обязательном размещении посевов подсолнечника после пара.

Вторую группу дополнительных ограничений (с 14 по 17) составляют ограничения по выполнению договорных обязательств по реализации продукции и расчету за аренду земельных долей.

$$\sum_{j=1}^{18} r_{ij} X_j + \sum_{j=26}^{26} r_{ij}^g X_j^g \geq R_i \quad (37),$$

где X_j - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры или;

X_j^g - поголовье j -го вида скота;

r_{ij} - выход продукции i -го вида в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

r_{ij}^g - выход продукции i -го вида в расчете на 1 структурную голову j -го вида скота;

R_i - минимально необходимый объем производства продукции i -го вида.

Хозяйство заключило договора на реализацию трех видов продукции: пшеницы (20 000 ц), сахарной свеклы (100 000 ц) и молока (15 000), а по договорам аренды за пользование землей арендодателям должно быть передано 1 250 ц пшеницы и 3 125 ц ячменя. Ограничения по минимально требуемым объемам производства продукции будут записаны следующим образом:

$$\begin{aligned} 39,16X_1 &\geq 21250 & i=14, \\ 32,89X_2 &\geq 3125 & i=15, \\ 450X_5 &\geq 100000 & i=16. \end{aligned}$$

Ограничение по реализации молока будет иметь вид:

$$-1X_{22} + 61,00X_{26} \geq 15000 \quad i=17.$$

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Поскольку потребность в молоке на корм планируется удовлетворять за счет молока собственного производства, а его объем будет определяться в ходе решения задачи, то в данном ограничении из объема валового производства молока ($61,00X_{26}$) необходимо вычесть потребность в молоке на корм (X_{22}).

Информация о выходе товарной продукции в натуральном выражении с 1 га посева соответствующих сельскохозяйственных культур берется из таблицы 43.

Третью группу дополнительных ограничений (с 18 по 38) составляют ограничения по обеспечению потребности животноводства в кормах. Эти ограничения гарантируют, что эта потребность будет удовлетворена за счет как собственных, так и приобретенных кормов.

$$\sum_{j=1}^{19} k_{ij} X_j + \sum_{j=20}^{25} p_{ij} X_j^k - \sum_{j=26}^{26} d_{ij} X_j^g \geq 0 \quad (38),$$

где X_j - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

X_j^k - объем приобретаемых кормов и кормовых добавок j -го вида;

X_j^g - поголовье j -го вида скота;

k_{ij} - выход корма i -го вида в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

p_{ij} - содержание энергетических кормовых единиц в единице приобретаемого j -ого вида корма или j -ой кормовой добавки;

d_{ij} - потребность в корме i -го вида в расчете на 1 структурную голову j -ого вида сельскохозяйственных животных.

Ограничение по удовлетворению общей потребности отрасли животноводства в кормах может быть записано следующим образом:

$$0,91X_1 + 10,37X_2 + 49,18X_3 + 4,40X_4 + \dots + 2,40X_{24} + 0,85X_{25} - 99,43X_{26} \geq 0 \quad i=18.$$

По обеспечению рациона кормления переваримый протеином:

$$0,09X_1 + 0,45X_2 + 4,10X_3 + 0,26X_4 + \dots + 0,43X_{24} + 0,33X_{25} - 10,13X_{26} \geq 0 \quad i=19.$$

Аналогично записываются ограничения по обеспечению потребности в отдельных кормах.

Например, ограничение по удовлетворению потребности в концентрированных кормах запишется как:

$$0,91X_1 + 0,85X_2 + 39,66X_3 + 0,56X_4 + 0,87X_{20} - 25,60X_{26} \geq 0 \quad i=20.$$

Ограничение по удовлетворению потребности в ячмене:

$$0,85X_2 + 39,66X_3 - 20,17X_{26} \geq 0 \quad i=22.$$

Ограничение по удовлетворению потребности в соломе:

$$9,52X_2 + 9,52X_3 + 3,84X_5 - 7,38X_{26} \geq 0 \quad i=25.$$

С помощью ограничений 28-33 происходит моделирование «зеленого конвейера», позволяющего обеспечить равномерное поступление зеленых кормов. Распределение зеленой массы кормовых культур по срокам использования в расчете на 1 га посева приведено в таблице 7.

Например, ограничение по удовлетворению потребности в зеленых кормах в июле запишется следующим образом:

$$26,40X_{13} + 17,60X_{16} + 2,20X_{19} - 5,05X_{26} \geq 0 \quad i=31.$$

В ограничениях по определению потребности в приобретаемых на стороне кормах и кормовых добавок технико-экономические коэффициенты по переменным, обозначающим их объем, отражают питательность 1 ц кормов и добавок.

Так ограничение по удовлетворению потребности в комбикорме записывается как:

$$0,87X_{20} - 4,50X_{27} = 0 \quad i=21.$$

Ограничение по удовлетворению потребности в мелассе:

$$0,94X_{34} - 4,24X_{27} = 0 \quad i=34.$$

Вспомогательными являются ограничения по определению стоимости товарной продукции и производственных затрат в целом по предприятию.

Ограничение по определению стоимости товарной продукции:

$$\sum_{j=1}^{19} t_j^r X_j + \sum_{j=26}^{26} t_j^g X_j^g - X' = 0 \quad (39),$$

где X_j - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

X_j^g - поголовье j -го вида скота;

X' - стоимость товарной продукции по предприятию;

t_j^r - выход товарной продукции растениеводства в стоимостном выражении в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

t_j^g - выход товарной продукции растениеводства в стоимостном выражении в расчете на 1 структурную голову j -ого вида сельскохозяйственных животных.

Данное ограничение может быть записано следующим образом:

$$18,797X_1 + 13,485X_2 + 17,544X_4 + 63,000X_5 + 24,288X_6 + 94,331X_{26} - X_{27} = 0.$$

Ограничение по определению суммы производственных затрат можно записать как:

$$\sum_{j=1}^{19} z_j X_j + \sum_{j=21}^{25} c_j X_j^k + \sum_{j=26}^{26} v_j X_j^g - X'' = 0 \quad (i=40),$$

где X_j - площадь посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

X_j^k - объем приобретаемых кормов и кормовых добавок j -го вида;

X_j^g - поголовье j -го вида скота;

X'' - производственные затраты по предприятию;

z_j - материально-денежные затраты в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры;

c_j - цена приобретения j -ого вида корма или j -ой кормовой добавки;

v_j - материально-денежные затраты без учета стоимости кормов в расчете на 1 структурную голову j -ого вида сельскохозяйственных животных.

Это ограничение может быть записано следующим образом

$$10,100X_1 + 8,500X_2 + 8,500X_3 + \dots + 1,300X_{25} + \dots + 33,900X_{26} - X_{28} = 0.$$

Значения всех переменных должны быть неотрицательными:

$$X_j \geq 0, X_j^k \geq 0, X_j^g \geq 0, X' \geq 0, X'' \geq 0.$$

Поскольку в качестве критерия оптимальности в данной задаче выбрана максимизация суммы чистого дохода (разница между стоимостью товарной продукции и суммой производственных затрат по предприятию), то целевая функция примет вид:

$$Z_{\max} = X' - X'' \text{ или } Z_{\max} = X_{27} - X_{28}.$$

В матричном виде экономико-математическая модель по оптимизации отраслевой структуры производства представлена в таблице 52.

Реализация разработанной экономико-математической модели производства осуществляется с помощью надстройки **Поиск решения** пункта меню **Сервис Microsoft Excel**. Порядок работы с данной надстройкой описан в разделе 4.1. настоящих методических указаний.

Таблица 13. Экономико-математическая модель по оптимизации отраслевой структуры производства (часть 1)

| № | Ограничения | Единица измерения | Переменные | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|
| | | | Озимая пшеница | Ячмень | | Соя | Сахарная свекла | Подсолнечник | Кукуруза | | | Однолетние травы | |
| | | | | товарный | фуражный | | | | на силос | на зеленый корм | | на сено | на сенаж |
| | | | | | | | | | | 1 срока сева | 2 срока сева | | |
| | | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ | X ₁₁ |
| | Значения по решению => | | 947,7 | 783,9 | 135,8 | 375,0 | 300,0 | 469,0 | 87,3 | 20,7 | 8,2 | 245,9 | 39,8 |
| 1 | Пашня | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | Пастбища | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Поголовье крупного рогатого скота | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Площадь зерновых и зернобобовых min | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | |
| 5 | max | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | |
| 6 | Площадь озимых min | | | | | | | | | | | | |
| 7 | max | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Площадь сои | | | | 1 | | | | | | | | |
| 9 | Площадь сахарной свеклы | | | | | 1 | | | | | | | |
| 10 | Площадь подсолнечника | | | | | | 1 | | | | | | |
| 11 | Площадь пара min | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Площадь пара max | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Обеспечен-ть озимых предшественниками | | | | -1 | | | | -1 | | -1 | -1 | -1 |
| | Объем реализации по договорам: | | | | | | | | | | | | |
| 14 | пшеница | | | | | | | | | | | | |
| 15 | ячмень | | 32,89 | | | | | | | | | | |
| 16 | сахарная свекла | | | | | 450,0 | | | | | | | |
| 17 | молоко | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Требуется корма всего | | 10,37 | 49,18 | 4,40 | | | 48,30 | 62,10 | 62,10 | 16,25 | 21,60 | 21,60 |
| 19 | Требуется переваримого протеина | | 0,45 | 4,10 | 0,26 | | | 2,94 | 3,78 | 3,78 | 1,33 | 1,82 | 1,82 |
| 20 | Концентраты всего: | | 0,85 | 39,66 | 0,56 | | | | | | | | |
| 21 | в т.ч. комбикорм | | | | | | | | | | | | |
| 22 | ячмень | | 0,85 | 39,66 | | | | | | | | | |
| 23 | прочие концентраты | | | | 0,56 | | | | | | | | |
| 24 | Сено | | | | | | | | | | 16,25 | | |
| 25 | Солома | | 9,52 | 9,52 | 3,84 | | | | | | | | |
| 26 | Сенаж | | | | | | | | | | | 21,60 | 21,60 |
| 27 | Силос | | | | | | | 48,30 | | | | | |
| 28 | Зеленый корм во 2-ой половине мая | | | | | | | | | | | | |
| 29 | в 1-ой половине июня | | | | | | | | | | | | |
| 30 | во 2-ой половине июня | | | | | | | | | | | | |
| 31 | в июле | | | | | | | | | | | | |
| 32 | в августе | | | | | | | | 62,10 | | | | |
| 33 | в сентябре | | | | | | | | | 62,10 | | | |
| 34 | Меласса | | | | | | | | | | | | |
| 35 | Молоко | | | | | | | | | | | | |
| 36 | Обрат | | | | | | | | | | | | |
| 37 | ЗЦМ | | | | | | | | | | | | |
| 38 | БВМД | | | | | | | | | | | | |
| 39 | Стоимость товарной продукции | | 13,48 | | 17,54 | 63,00 | 24,28 | | | | | | |
| 40 | Производственные затраты | | 8,500 | 8,500 | 8,900 | 44,90 | 7,200 | 10,80 | 10,20 | 10,20 | 4,800 | 5,400 | 5,400 |
| | Z _{max} | | | | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы 13 (часть 2).

| № | Переменные | | | | | | | | | | | | | | | | | Сумма произведений | Тип ограничений | Объем ограничений | |
|------------------|------------------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|------|----------|-----------|---------|----------------|-------|------|------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Однолетние травы | | Многолетние травы | | | Озимые на зеленый корм | Пар | Пастбища | Комбикорм | Меласса | Молоко на корм | Обрат | ЗЦМ | БВМД | Поголовье крупного рогатого скота | Стоимость товарной продукции | Производственные затраты | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | на зеленый корм |
| | 1 срока сева | 2 срока сева | X ₁₂ | X ₁₃ | X ₁₄ | | | | | | | | | | | | | | | X ₁₅ | X ₁₆ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 3 750,0 | ≤ | 3 750 |
| 2 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 210,0 | ≤ | 210 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 300,0 | ≤ | 300 |
| 4 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 250,0 | ≥ | 1 875 |
| 5 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 250,0 | ≤ | 2 250 |
| 6 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 955,3 | ≥ | 750 |
| 7 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 955,3 | ≤ | 1 125 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 375,0 | ≤ | 375 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 300,0 | ≤ | 300 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 469,0 | ≤ | 469 |
| 11 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 188,0 | ≥ | 188 |
| 12 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 188,0 | ≤ | 375 |
| 13 | -1 | -1 | -0,33 | -0,33 | -0,33 | | -1 | | | | | | | | | | | | 0,0 | ≤ | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,0 | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 37 112,0 | ≥ | 21 250 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 783,1 | ≥ | 3 125 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 135 | ≥ | 103 125 |
| 17 | | | | | | | | | | | -1 | | | | 61,00 | | | | 18 122,2 | ≥ | 15 000 |
| 18 | 26,4 | 26,4 | 29,6 | 41,0 | 44,0 | 21,0 | | 11,2 | 0,87 | 0,94 | 0,27 | 0,13 | 2,40 | 0,85 | -99,43 | | | | 9 389,7 | ≥ | 0 |
| 19 | 2,76 | 2,76 | 3,96 | 3,87 | 6,20 | 2,10 | | 1,12 | 0,16 | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,43 | 0,33 | -10,13 | | | | 161,7 | ≥ | 0 |
| 20 | | | | | | | | | 0,87 | | | | | | -25,60 | | | | 790,2 | ≥ | 0 |
| 21 | | | | | | | | | 0,87 | | | | | | -4,50 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | -20,17 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | -0,92 | | | | 793,2 | ≥ | 0 |
| 24 | | | 29,6 | | | | | | | | | | | | -13,32 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | -7,38 | | | | 7 980,9 | ≥ | 0 |
| 26 | | | | 41,0 | | | | | | | | | | | -14,21 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | -14,05 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 28 | | | | | | 21,0 | | 2,80 | | | | | | | -2,49 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 29 | | | | | 26,4 | | | 2,20 | | | | | | | -2,49 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 30 | 26,4 | | | | | | | 1,70 | | | | | | | -2,49 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 31 | | 26,4 | | | 17,6 | | | 2,20 | | | | | | | -5,05 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 32 | | | | | | | | 1,10 | | | | | | | -5,05 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 33 | | | | | | | | 1,10 | | | | | | | -2,46 | | | | 0,0 | ≥ | 0 |
| 34 | | | | | | | | | 0,94 | | | | | | -4,24 | | | | 0,0 | = | 0 |
| 35 | | | | | | | | | | 0,27 | | | | | -0,16 | | | | 0,0 | = | 0 |
| 36 | | | | | | | | | | | 0,13 | | | | -0,81 | | | | 0,0 | = | 0 |
| 37 | | | | | | | | | | | | 2,40 | | | -0,19 | | | | 0,0 | = | 0 |
| 38 | | | | | | | | | | | | | 0,85 | | -1,43 | | | | 0,0 | = | 0 |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | 94,33 | -1 | | | 0,0 | = | 0 |
| 40 | 6,20 | 6,20 | 4,30 | 5,50 | 6,10 | 4,60 | 3,20 | | 1,22 | 0,28 | | 0,15 | 4,20 | 1,30 | 33,90 | | -1 | | 0,0 | = | 0 |
| Z _{max} | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -1 | 38 409,7 | max | | |

Анализ результатов решения задачи

Поставленная задача решается в двух вариантах: первый вариант на основе исходной информации по выбранному варианту, второй – при увеличении поголовья фуражных коров на 20%.

В результате решения задачи по двум вариантам определяются площади посева сельскохозяйственных культур, объемы приобретаемых кормов и кормовых добавок, стоимость товарной продукции и производственных затрат по предприятию.

Анализ результатов решения поставленной экономико-математической задачи предполагает выполнение следующих обязательных этапов.

1. Расчет структуры посевных площадей. Рекомендованная форма таблицы, описывающей структуру использования пашни, приведена в таблице 14.

Таблица 14. Структура использования пашни по оптимальному решению

| Сельскохозяйственные культуры | 1 вариант | | 2 вариант | | Отклонение2 варианта от 1 |
|-------------------------------------|-----------|---|-----------|---|------------------------------|
| | га. | % | га. | % | га. |
| Зерновые всего | | | | | |
| в т.ч. озимая пшеница | | | | | |
| озимая рожь | | | | | |
| Технические всего | | | | | |
| в т.ч. сахарная свекла | | | | | |
| подсолнечник | | | | | |
| соя | | | | | |
| Кормовые всего | | | | | |
| в т.ч. кукуруза на силос | | | | | |
| кукуруза на зеленый корм | | | | | |
| многолетние травы на сено | | | | | |
| многолетние травы на зеленый корм | | | | | |
| однолетние травы на сено | | | | | |
| однолетние травы на зеленый корм | | | | | |
| озимые на зеленый корм | | | | | |
| Всего посевов | | | | | |
| Пар | | | | | |
| Всего пашни в хозяйственном обороте | | | | | |

В данной таблице необходимо проанализировать выполнение агротехнических требований и оценить глубину изменения структуры пашни при изменении поголовья скота и его продуктивности.

2. Оценка изменения структуры товарной продукции. Предполагает сравнение структуры товарной продукции по двум вариантам оптимального решения.

Рекомендованная форма таблицы, описывающей структуру товарной продукции, приведена в таблице 15.

Таблица 15. Структура товарной продукции

| Продукция, отрасль | 1 вариант | | 2 вариант | | Отклонения 2 варианта от 1, тыс. руб. |
|--------------------------|-----------|-----|-----------|-----|---|
| | тыс. руб. | % | тыс. руб. | % | |
| Зерно | | | | | |
| Сахарная свекла | | | | | |
| Подсолнечник | | | | | |
| Соя | | | | | |
| Итого по растениеводству | | | | | |
| Молоко | | | | | |
| Прирост КРС | | | | | |
| Итого по животноводству | | | | | |
| Всего | | 100 | | 100 | |

По данным таблицы 15 необходимо сделать выводы о глубине изменения структуры товарной продукции и указать факторы, обусловившие данные изменения.

3. Оценка обеспеченности отрасли животноводства кормами. Предполагает расчет потребности в кормах по видам сельскохозяйственных животных и выявление кормов, по которым наблюдаются излишки производства.

Рекомендованная форма таблицы, описывающей производство и использование кормов, приведена в таблице 16.

Таблица 16. Анализ производства и использования кормов, ц ЭКЕ

| Продукция, отрасль | 1 вариант | | | 2 вариант | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| | Требуется кормов | Произведено кормов | Избыток кормов | Требуется кормов | Произведено кормов | Избыток кормов |
| Всего кормов | | | | | | |
| Концентраты всего: | | | | | | |
| в т.ч. комбикорм | | | | | | |
| ячмень | | | | | | |
| прочие концентраты | | | | | | |
| Сено | | | | | | |
| Солома | | | | | | |
| Сенаж | | | | | | |
| Силос | | | | | | |
| Зеленый корм во 2-ой половине мая | | | | | | |
| в 1-ой половине июня | | | | | | |
| во 2-ой половине июня | | | | | | |
| в июле | | | | | | |
| в августе | | | | | | |
| в сентябре | | | | | | |
| Меласса | | | | | | |
| Молоко | | | | | | |
| Обрат | | | | | | |
| ЗЦМ | | | | | | |
| БВМД | | | | | | |

По данным таблицы 16 необходимо сделать выводы о причинах, обусловивших возникновение излишков кормов по каждому из вариантов и возможных мероприятиях по использованию выявленных излишков или их сокращению.

4. Оценка эффективности производства. Предполагает сравнение уровня эффективности двух вариантов развития предприятия, полученных по оптимальным решениям.

Рекомендованная форма таблицы, описывающей показатели эффективности сельскохозяйственного производства, приведена в таблице 17.

Таблица 17. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства

| Показатели | 1 вариант | 2 вариант | 2 вариант в % к 1 варианту |
|--------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| Произведено на 100 га пашни, ц: | | | |
| зерна | | | |
| сахарной свеклы | | | |
| подсолнечника | | | |
| сои | | | |
| Произведено на 100 га сельхозугодий: | | | |
| молока, ц | | | |
| прироста крупного рогатого скота, ц | | | |
| товарной продукции, тыс. руб. | | | |
| прибыли, тыс. руб. | | | |
| Уровень рентабельности, % | | | |

По данным таблицы 17 необходимо сделать выводы о более эффективном варианте развития исследуемого предприятия.

4. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ MICROSOFT EXCEL

4.1. Пример решения задачи линейного программирования

Сельскохозяйственное предприятие специализируется на производстве зерна, сахарной свеклы и подсолнечника. Для возделывания этих сельскохозяйственных культур может быть выделено до 3 200 га пашни, дизельного топлива в объеме до 200 000 кг и минеральных удобрений в объеме до 400 000 кг действующего вещества. Требуется найти такое сочетание посевных площадей, которое обеспечило бы получение максимума прибыли.

Следует также учесть, что:

- площадь посева технических культур (сахарной свеклы и подсолнечника) не должна превышать 20% общей площади пашни;
- предприятием заключен договор на продажу зерна в объеме 105 000 ц.

Входная информация, необходимая для разработки экономико-математической модели приведена в таблице 57.

Таблица 18. Информация для разработки экономико-математической модели

| Показатели | Сельскохозяйственные культуры | | |
|--|-------------------------------|-----------------|--------------|
| | зерновые | сахарная свекла | подсолнечник |
| Урожайность, ц/га | 40 | 475 | 24 |
| Цена реализации 1 ц продукции, руб./ц | 480 | 120 | 850 |
| Выход товарной продукции с 1 га, тыс. руб. | 19,2 | 57,0 | 20,4 |
| Затраты на 1 га: | | | |
| материально-денежных средств, тыс. руб. | 9,8 | 42,5 | 10,1 |
| дизельного топлива, кг | 50 | 124 | 68 |
| минеральных удобрений, кг д. в-ва | 90,0 | 360,0 | 120 |
| Прибыль с 1 га, руб. | 9,4 | 14,5 | 10,3 |

За неизвестные примем площади посева сельскохозяйственных культур по видам:

X_1 – площадь посева зерновых культур;

X_2 – площадь посева сахарной свеклы;

X_3 – площадь посева подсолнечника.

При построении экономико-математической модели задачи необходимо составить пять ограничений:

- сумма площадей посева сельскохозяйственных культур не должна превышать площади, имеющейся в предприятии (3 200 га). Коэффициенты при неизвестных характеризуют расход пашни на возделывание 1 га соответствующей сельскохозяйственной культуры. В правой части ограничения указывается объем площади пашни.

$$1) X_1 + X_2 + X_3 \leq 3200;$$

- сумма площадей посева технических культур не должна превышать площади, которая может быть отведена для этой цели ($3200 \cdot 20\% = 640$ га). Коэффициенты при неизвестных характеризуют расход пашни, отводимой под технические культуры, на возделывание 1 га соответствующей технической культуры. В правой части ограничения указывается объем площади пашни, которая может быть отведена под технические культуры.

$$2) X_2 + X_3 \leq 640;$$

- третье и четвертое ограничения гарантируют, что использование ресурсов не превысит их наличия. То есть сумма произведений затрат ресурсов на 1 га на площади посева соответствующих сельскохозяйственных культур не должна превышать объемов ресурсов, имеющихся в предприятии. Коэффициенты при неизвестных характеризуют расход соответствующего ресурса на возделывание 1 га соответствующей сельскохозяйственной культуры. В правой части ограничений указывается наличие этих ресурсов в хозяйстве:

$$3) 50X_1 + 124X_2 + 68X_3 \leq 200\,000;$$

$$4) 90X_1 + 360X_2 + 120X_3 \leq 350\,000;$$

- пятое ограничение гарантирует производство запланированного объема реализации зерна. В качестве коэффициентов при переменных выступает выход зерна с 1 га площади посева зерновых культур. В правой части указывается запланированный объем реализации зерна

$$5) 40X_1 \geq 105\,000.$$

В результате получена система пяти линейных неравенств с тремя неизвестными. Требуется найти такие неотрицательные значения этих неизвестных $X_1 \geq 0$; $X_2 \geq 0$; $X_3 \geq 0$, которые бы удовлетворяли данной системе неравенств и обеспечивали получение максимума прибыли:

$$Z_{\max} = 9,4X_1 + 14,5X_2 + 10,3X_3.$$

В качестве коэффициентов при неизвестных в целевой функции выступает прибыль, получаемая с 1 га площади посева сельскохозяйственных культур.

Поскольку данная задача решается с помощью MS Excel, то и подготовку всей входной информации для построения экономико-математической модели целесообразно осуществлять также с использованием этого табличного процессора. Эти расчеты представлены на листе «Исходные» файла MS Excel (рисунок 2). Это не только облегчает расчеты, связанные с подготовкой входной информации, но и дает возможность в дальнейшем автоматически обновлять параметры экономико-математической модели при реализации различных вариантов.

| | A | B | C | D |
|----|---|-------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Исходная информация для разработки экономико-математической модели по оптимизации структуры посевных площадей | | | |
| 2 | Показатели | Сельскохозяйственные культуры | | |
| 3 | | зерновые | сахарная свекла | подсолнечник |
| 4 | Урожайность, ц/га | 40 | 475 | 24 |
| 5 | Цена реализации 1 ц продукции, руб./ц | 480 | 120 | 850 |
| 6 | Выход товарной продукции с 1 га, тыс. руб. | 19,2 | 57,0 | 20,4 |
| 7 | Затраты на 1 га: | | | |
| 8 | материально-денежных средств, тыс. руб. | 9,8 | 42,5 | 10,1 |
| 9 | дизельного топлива, кг | 50 | 124 | 68 |
| 10 | минеральных удобрений, ц д.в-ва | 90,0 | 360,0 | 120 |
| 11 | Прибыль с 1 га, руб. | 9,4 | 14,5 | 10,3 |
| 12 | | | | |
| 13 | Наличие ресурсов: | | | |
| 14 | площадь пашни, га | 3 200 | | |
| 15 | площадь пашни под технические культуры, га | 640 | | |
| 16 | объем дизельного топлива, кг | 200 000 | | |
| 17 | объем минеральных удобрений, кг д. в-ва | 350 000 | | |
| 18 | План реализации зерна, ц | 105 000 | | |

Рис. 2. Входная информация для разработки экономико-математической модели

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|--|---|-------------------|------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Экономико-математическая модель по оптимизации структуры посевных площадей | | | | | | | | |
| 2 | № | Ограничения | Единицы измерения | Переменные | | | Сумма произведений | Тип ограничений | Объем ограничений |
| 3 | | | | зерновые | сахарная свекла | подсолнечник | | | |
| 4 | | | | X1 | X2 | X3 | | | Bi |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | Площадь пашни | га | 1 | 1 | 1 | 0,0 | ≤ | 3 200 |
| 7 | 2 | Площадь пашни под техническими культурами | га | | 1 | 1 | 0,0 | ≤ | 640 |
| 8 | 3 | Дизельное топливо | кг | 50 | 124 | 68 | 0,0 | ≤ | 200 000 |
| 9 | 4 | Минеральные удобрения | кг д. в-ва | 90 | 360 | 120 | 0,0 | ≤ | 350 000 |
| 10 | 5 | Минимальный объем производства зерна | ц | 40 | | | 0,0 | ≥ | 105 000 |
| 11 | | Zmax | тыс.руб. | 9,4 | 14,5 | 10,3 | 0,0 | max | |

Рис. 3. Экономико-математическая модель по оптимизации структуры посевных площадей

Экономико-математическая модель по оптимизации структуры посевных площадей в матричном виде заполняется на листе «Модель»

файла MS Excel, уже содержащего лист «Исходные» (рисунок 3). Техничко-экономические коэффициенты, оценки целевой функции (столбцы D, E, F), объемы ограничений (столбец I) рекомендуется определять через ссылки на соответствующие ячейки листа «Исходные».

На рисунке 3 показано, каким образом произошло заполнение ячейки F9, описывающей затраты минеральных удобрений на 1 га посева подсолнечника (смотри строку « f_x » рисунка 1).

В столбцы A (№), B (Ограничения), C (Единицы измерения) и H (Тип ограничений) вводятся соответствующие данные в текстовом формате. Они не используются в расчетах и служат для информативности и облегчения понимания содержания модели.

Для искоемых величин переменных X_1 , X_2 , X_3 необходимо оставить пустые ячейки соответственно D5, E5, F5. Столбец G (Сумма произведений), предназначен для определения суммы произведений значений искоемых неизвестных (ячейки D5, E5, F5) и технико-экономических коэффициентов по соответствующим ограничениям (строки 6-10) и целевой функции (строка 11).

Формула нахождения суммы произведений для строки с целевой функцией (для ячейки G11) приведена в верхней строке рисунка 4.

| Экономико-математическая модель по оптимизации структуры посевных площадей | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| № | Ограничения | Единицы измерения | Переменные | | | Сумма произведений | Тип ограничений | Объем ограничений |
| | | | зерновые | сахарная свекла | подсолнечник | | | |
| | | | X1 | X2 | X3 | | | |
| | | | | | | | | |
| 1 | Площадь пашни | га | 1 | 1 | 1 | 0,0 | ≤ | 3 200 |
| 2 | Площадь пашни под техническими культурами | га | | 1 | 1 | 0,0 | ≤ | 640 |
| 3 | Дизельное топливо | кг | 50 | 124 | 68 | 0,0 | ≤ | 200 000 |
| 4 | Минеральные удобрения | кг д. в-ва | 90 | 360 | 120 | 0,0 | ≤ | 350 000 |
| 5 | Минимальный объем производства зерна | ц | 40 | | | 0,0 | ≥ | 105 000 |
| | Zmax | тыс.руб. | 9,4 | 14,5 | 10,3 | 0,0 | max | |

Рис. 4. Экономико-математическая модель по оптимизации структуры посевных площадей

То есть, в столбце G будут определяться:

- количество используемых ресурсов (ячейка G6 – общей площади пашни; G7 – пашни, которая может быть использована под посевы технических культур; G8 – трудовых ресурсов; G9 – минеральных удобрений);
- количество произведенного зерна (ячейка G10);
- величина прибыли (ячейка G11).

Таким образом, построен опорный план и получено первое допустимое решение. Значения неизвестных X_1 , X_2 , X_3 равны нулю (ячейки D5, E5, F5 - пустые ячейки), ячейки столбца G «Сумма произведений» по всем ограничениям (строкам 6-10) и целевой строке (строка 11) также имеют нулевые значения.

Для оптимизации имеющегося плана воспользуемся инструментом **Поиск решения**, который находится в меню **Сервис**. Если такой команды в меню **Сервис** нет, необходимо в пункте **Настройка** поставить галочку напротив **Поиск решения**. После этого данная процедура станет доступной в меню **Сервис**.

После выбора команды **Поиск решения** появится диалоговое окно.

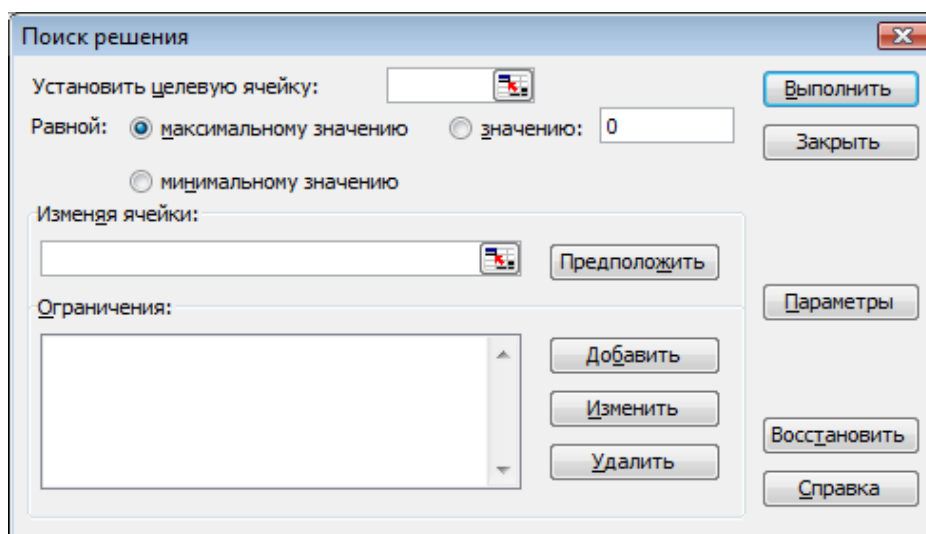


Рис. 5. Диалоговое окно команды Поиск решения

Так как в качестве критерия оптимизации нами выбрана максимизация прибыли, то в поле **Установить целевую ячейку** необходимо ввести ссылку на ячейку, содержащую формулу расчета прибыли. В нашем случае это ячейка \$G\$11.

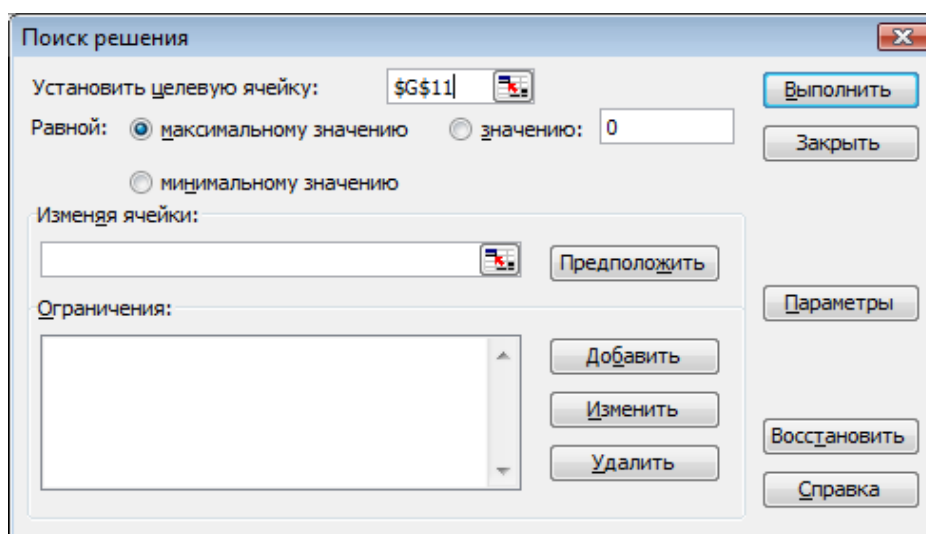


Рис. 6. Диалоговое окно команды Поиск решения

Чтобы максимизировать значение конечной ячейки путем изменения значений влияющих ячеек (влияющими, в данном случае это и изменяемые ячейки, являются ячейки, которые предназначены для хранения значений искомым неизвестных), переключатель необходимо установить в положение **Равной максимальному значению**.

В поле **Изменяя ячейки** необходимо ввести ссылки на изменяемые ячейки, разделяя их запятыми, либо, если ячейки находятся рядом, указывая первую и последнюю ячейку, разделяя их двоеточием (\$D\$5:\$F\$5).

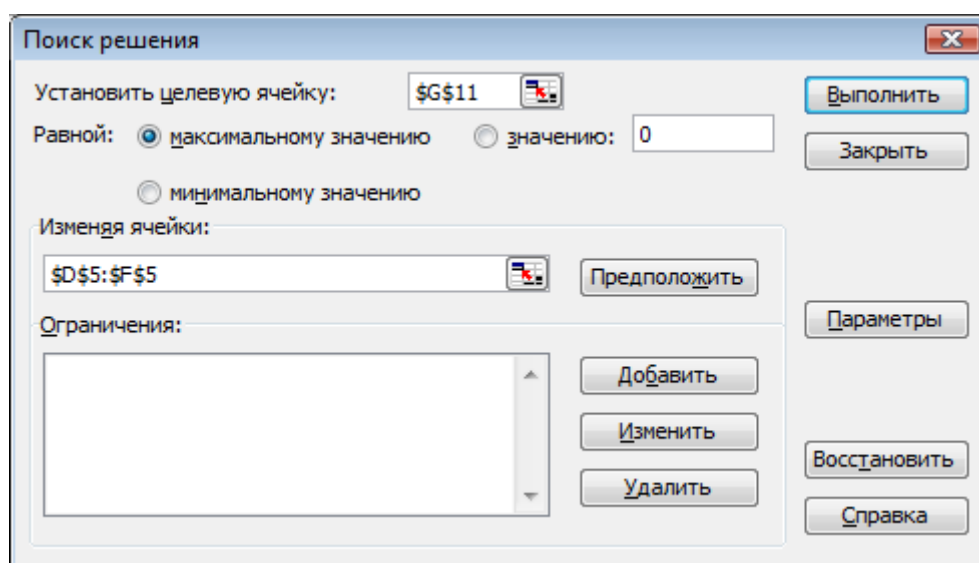


Рис. 7. Диалоговое окно команды Поиск решения

В поле **Ограничения** необходимо ввести все ограничения, накладываемые на поиск решения.

В разделе **Ограничения** диалогового окна команды **Поиск решения** необходимо выбрать функцию **Добавить**. Появится следующее диалоговое окно.

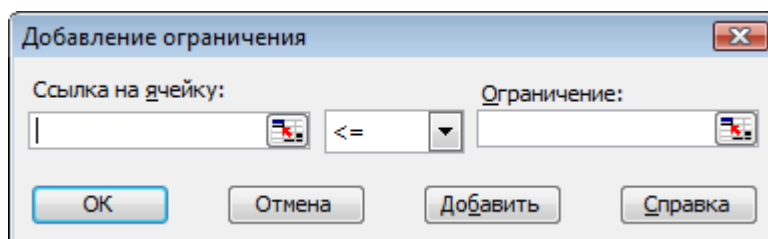


Рис. 8. Диалоговое окно команды Добавление ограничения

Добавление ограничений рассмотрим на примере всех ограничений. В поле **Ссылка на ячейку** необходимо ввести адрес одной ячейки (совокупности ячеек), на которую накладываются ограничения. В нашем случае это ячейки **\$G\$6:\$G\$9**, в которых находятся формулы расчета количества используемых ресурсов. Затем из раскрывающегося списка условных операторов необходимо выбрать необходимый знак,

который должен располагаться между ссылкой на ячейку и ограничением. В нашем случае, это \leq . В поле **Ограничение** необходимо ввести ссылки на ячейки, в которых находятся значения, характеризующие наличие ресурсов. В нашем случае это ячейки **\$I\$6:\$I\$9**.

В результате диалоговое окно примет следующий вид.

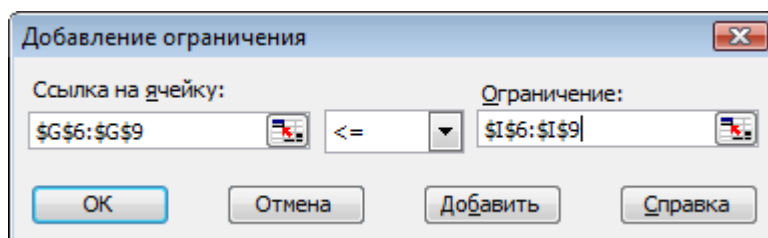


Рис. 9. Диалоговое окно команды Добавление ограничения

После подтверждения добавления описанных ограничений (необходимо нажать кнопку **Добавить**), аналогично добавляется ограничение по обеспечению минимального объема производства зерна (строка 10).

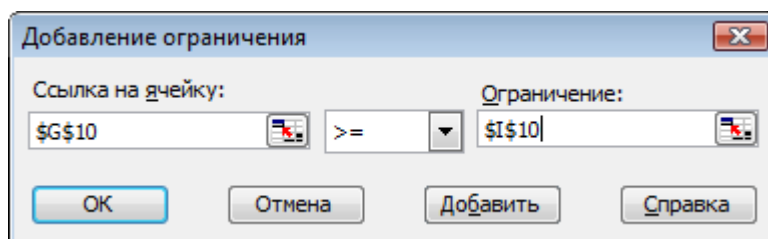


Рис. 10. Диалоговое окно команды Добавление ограничения

После описания последнего ограничения необходимо вернуться в диалоговое окно команды **Поиск решения**, нажав виртуальную кнопку **ОК**.

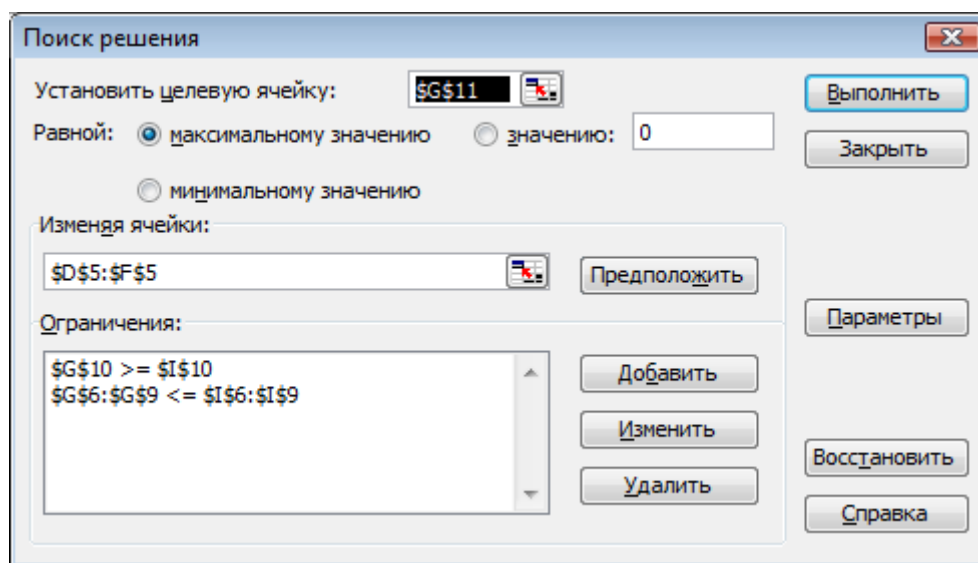


Рис. 11. Диалоговое окно команды Добавление ограничения

В случае внесения изменения в какое-либо из ограничений, необходимо выделить его в списке **Ограничения** и выбрать команду **Изменить**. Аналогичным способом можно удалить ненужное ограничение.

После добавления ограничений описываются параметры поиска решения. Для этого в диалоговом окне команды **Поиск решения** выбирается команда **Параметры** (рисунок 12).

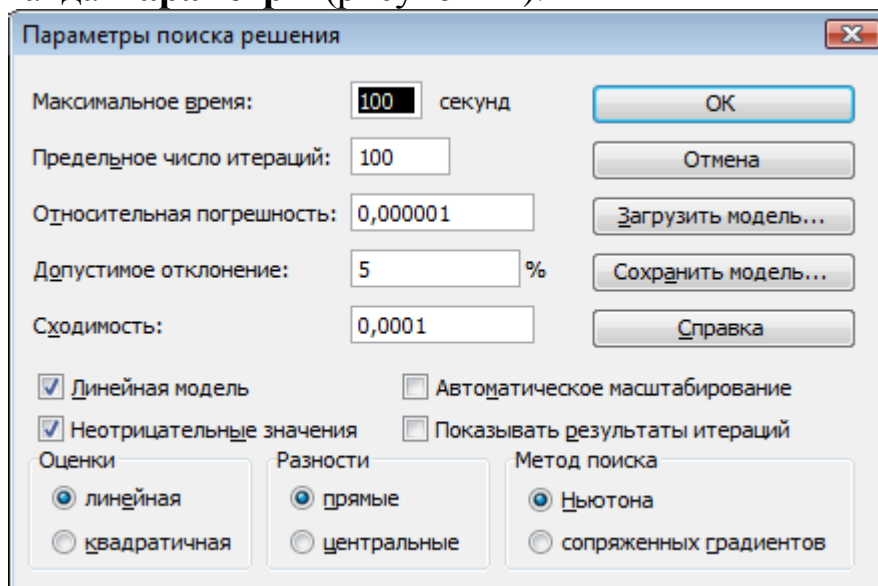


Рис. 12. Диалоговое окно команды **Параметры поиска решения**

Опция **Линейная модель** в диалоговом окне команды **Параметры поиска решения** служит для ускорения поиска решения линейной задачи оптимизации.

Опция **Неотрицательные значения** позволяет установить нулевую нижнюю границу для тех влияющих ячеек, для которых она не была указана в поле **Ограничение** диалогового окна **Добавить ограничение**.

Остальные параметры можно оставить без изменений либо установить необходимые параметры, используя опцию **Справка**.

Выбор параметров подтверждается нажатием виртуальной кнопки **ОК**.

Для запуска задачи на решение необходимо нажать виртуальную кнопку **Выполнить** диалогового окна команды **Поиск решения**.

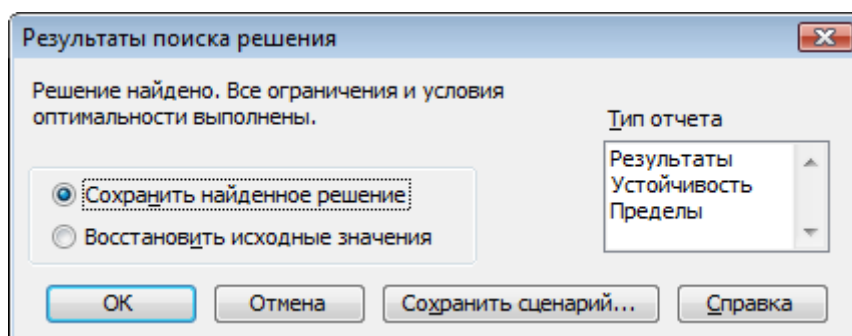


Рис. 13. Диалоговое окно команды Результаты поиска решения

Для сохранения найденного решения на листе необходимо выбрать в диалоговом окне **Результаты поиска решения** опцию **Сохранить найденное решение**.

Для восстановления исходных данных применяется опция **Восстановить исходные значения** диалогового окна **Результаты поиска решения**.

Прерывание поиска решения осуществляется нажатием клавиши **ESC**.

В результате решения и сохранения результатов поиска модель примет вид, представленный на рисунке 14.

| Microsoft Excel - пример на солвер | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------|------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка | | | | | | | | | |
| G11 =СУММПРОИЗВ(\$D\$5:\$F\$5;D11:F11) | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 2 | № | Ограничения | Единицы измерения | Переменные | | | Сумма произведений | Тип ограничений | Объем ограничений |
| 3 | | | | зерновые | сахарная свекла | подсолнечник | | | |
| 4 | | | | X1 | X2 | X3 | | | Bi |
| 5 | | | | 2 625,0 | 186,5 | 388,5 | | | |
| 6 | 1 | Площадь пашни | га | 1 | 1 | 1 | 3 200,0 | ≤ | 3 200 |
| 7 | 2 | Площадь пашни под техническими культурами | га | | 1 | 1 | 575,0 | ≤ | 640 |
| 8 | 3 | Дизельное топливо | кг | 50 | 124 | 68 | 180 791,7 | ≤ | 200 000 |
| 9 | 4 | Минеральные удобрения | кг д. в-ва | 90 | 360 | 120 | 350 000,0 | ≤ | 350 000 |
| 10 | 5 | Минимальный объем производства зерна | ц | 40 | | | 105 000,0 | ≥ | 105 000 |
| 11 | | Zmax | тыс.руб. | 9,4 | 14,5 | 10,3 | 31 380,6 | max | |

Рис. 14. Экономико-математическая модель по оптимизации структуры посевных площадей с результатами решения

В ячейках D5:F5 получены значения искоемых неизвестных (площади посева равны: зерновых - 2 625,0 га, сахарной свеклы – 186,5 га, подсолнечника – 388,5 га), в ячейках G6:G9 определены объемы используемых ресурсов (общей площади пашни – 3200 га; площади пашни, которая будет использоваться под посевы технических культур, – 575 га; дизельного топлива – 180 791,7 кг; минеральных удобрений – 350 000 кг д. в-ва), в ячейке G10 найдено количество зерна, которое может быть реализовано, - 105 000 ц). При этом величина прибыли достигает 31 380,6 тыс. руб. (ячейка G11).

В случае если в результате поиска не было найдено решение, удовлетворяющее заданным условиям, в диалоговом окне **Результаты поиска решения** появится соответствующее сообщение (рисунок 15).

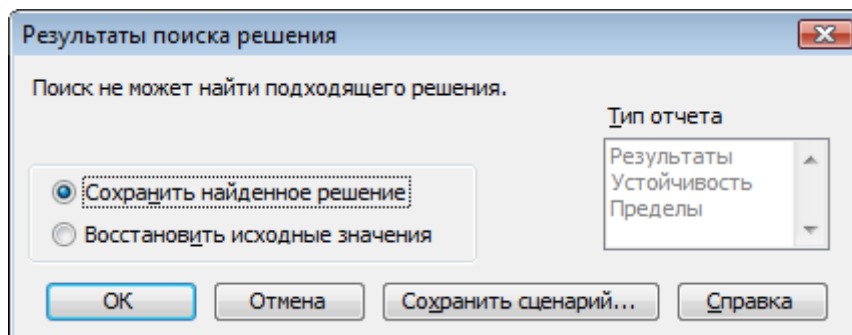


Рис. 15. Диалоговое окно команды Результаты поиска решения

Одной из наиболее часто встречающихся причин невозможности найти оптимальное решение является невыполнение одного или нескольких ограничений.

Сохранив найденное решение, требуется построчно сравнить полученные значения столбцов «Сумма произведений» и «Объем ограничений» и проверить, удовлетворяет ли отношение между ними ограничению, стоящему в столбце «Тип ограничений». Определив, таким образом, невыполняемые ограничения, необходимо найти и ликвидировать причины, обуславливающие невозможность соблюдения данного конкретного условия (это может быть, например, слишком большие или, наоборот, очень маленькие запланированные объемы ограничений и т.п.).

4.2. Анализ результатов решения задачи на основе стандартных отчетов MS Excel

Наряду с получением оптимального решения Надстройка MS Excel позволяет получить три стандартных отчета, которые могут использоваться для анализа результатов решения экономико-математической задачи. Это отчет по результатам, отчет по устойчивости и отчет по пределам. Формирование отчетов происходит с помощью диалогового окна **Результаты поиска решения** путем выбора соответствующего пункта меню **Тип отчета**. Для создания нужного отчета необходимо выделить мышью его название. Для выделения нескольких отчетов следует использовать мышшь одновременно с нажатой клавишей **Ctrl**. Выбор отчетов подтверждается нажатием виртуальной кнопки **ОК**. Каждый сформированный отчет размещается на отдельном листе текущей книги.

Отчет по результатам состоит из трех частей и содержит информацию о целевой функции; о значениях переменных, полученных в результате решения задачи; об ограничениях.

В отчете по результатам представлена информация:

- о целевой функции и изменяемых ячейках (переменных): адреса ячеек, используемых для вычисления значений; имена; исходные значения (до решения задачи) и значения при оптимальном решении;
- об ограничениях: адреса ячеек, используемых для вычисления значений; имена; значения при оптимальном решении; формулы, соответствующие левым частям ограничений; статус ограничений (характеристика степени использования конкретного ресурса) и разница (количественная характеристика недоиспользованных объемов ресурсов).

Отчет по результатам для задачи, описанной в подразделе 5.1., приведен на рисунке 1.

Целевая ячейка (Максимум)

| Ячейка | Имя | Исходное значение | Результат |
|---------|-----------------------------|-------------------|-----------|
| \$G\$11 | тыс.руб. Сумма произведений | 0,0 | 31 380,6 |

Изменяемые ячейки

| Ячейка | Имя | Исходное значение | Результат |
|--------|-----|-------------------|-----------|
| \$D\$5 | X1 | 0,0 | 2 625,0 |
| \$E\$5 | X2 | 0,0 | 186,5 |
| \$F\$5 | X3 | 0,0 | 388,5 |

Ограничения

| Ячейка | Имя | Значение | Формула | Статус | Разница |
|---------|-------------------------------|-----------|------------------|------------|---------|
| \$G\$6 | га Сумма произведений | 3 200,0 | \$G\$6<=\$I\$6 | связанное | 0 |
| \$G\$7 | га Сумма произведений | 575,0 | \$G\$7<=\$I\$7 | не связан. | 65 |
| \$G\$8 | кг Сумма произведений | 180 791,7 | \$G\$8<=\$I\$8 | не связан. | 19208,3 |
| \$G\$9 | кг д. в-ва Сумма произведений | 350 000,0 | \$G\$9<=\$I\$9 | связанное | 0 |
| \$G\$10 | ц Сумма произведений | 105 000,0 | \$G\$10>=\$I\$10 | связанное | 0,0 |

Рис. 16. Отчет по результатам

На основании данного отчета можно сделать следующие выводы:

- полученный оптимальный план обеспечивает при заданном уровне прибыльности отдельных сельскохозяйственных культур получение прибыли в сумме 31 380,6 тыс. руб.;
- получение максимально возможной суммы прибыли возможно при размещении посевов озимой пшеницы на площади 2 625,0 га, сахарной свеклы – 186,5 га, подсолнечника – 388,5 га;
- полностью используются (т.е. являются дефицитными) такие ресурсы как вся пашня и минеральные удобрения, а объем производства озимой пшеницы по оптимальному решению не превышает минимально необходимого;
- остаются недоиспользованными такие ресурсы, как пашня, отводимая под технические культуры (65 га) и дизельное топливо (19 208,3 кг).

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Если ресурс используется полностью (то есть ресурс дефицитный) или левая часть ограничения строго равна правой части, то в графе «Статус» соответствующее ограничение описывается как «связанное»; при неполном использовании ресурса (то есть в случае если ресурс недефицитен) или неравенстве левых и правых частей ограничений в этой графе указывается «не связан.».

Отчет по устойчивости состоит из двух частей и содержит информацию об изменяемых ячейках и ограничениях.

В отчете по устойчивости представлена информация:

- об изменяемых ячейках (переменных): адреса ячеек, используемых для вычисления значений; имена; результирующие значения (при оптимальном решении); нормированная стоимость; коэффициент целевой функции; предельно допустимые величины увеличения и уменьшения коэффициентов целевой функции, при которых сохраняется базис оптимального решения;

- об ограничениях: адреса ячеек, используемых для вычисления значений; имена; результирующие значения (при оптимальном решении); теневые цены (двойственная оценка, оценка влияния изменения ресурса на изменение целевой функции); исходные запасы ресурсов или объемы прочих ограничений; предельно допустимые величины увеличения и уменьшения объемов ограничений, при которых остается неизменным уровень теневой цены для данного ограничения.

Отчет по устойчивости для анализируемой задачи приведен на рисунке 2.

Изменяемые ячейки

| Ячейка | Имя | Результ. значение | Нормир. стоимость | Целевой Коэффициент | Допустимое Увеличение | Допустимое Уменьшение |
|--------|-----|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| \$D\$5 | X1 | 2 625,0 | 0,0000 | 9,4 | 0,375 | 1E+30 |
| \$E\$5 | X2 | 186,5 | 0,0000 | 14,5 | 3 | 4,2 |
| \$F\$5 | X3 | 388,5 | 0,0000 | 10,3 | 4,2 | 0,333333333 |

Ограничения

| Ячейка | Имя | Результ. значение | Теневая Цена | Ограничение Правая часть | Допустимое Увеличение | Допустимое Уменьшение |
|---------|-------------------------------|-------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| \$G\$6 | га Сумма произведений | 3 200,0 | 8,2000 | 3200 | 65 | 259,0277778 |
| \$G\$7 | га Сумма произведений | 575,0 | 0,0000 | 640 | 1E+30 | 65 |
| \$G\$8 | кг Сумма произведений | 180 791,7 | 0,0000 | 200000 | 1E+30 | 19208,33333 |
| \$G\$9 | кг д. в-ва Сумма произведений | 350 000,0 | 0,0175 | 350000 | 82321,42857 | 44750 |
| \$G\$10 | ц Сумма произведений | 105 000,0 | -0,0094 | 105000 | 13814,81481 | 2600 |

Рис. 17. Отчет по устойчивости

Поскольку все переменные вошли в базисное решение, то нормированная стоимость по всем неизвестным равна нулю.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: В случае если какая-либо переменная не вошла бы в базисное решение, то нормированная стоимость показала бы, на сколько изменится целевая функция при принудительном включении единицы этой сельскохозяйственной культуры в оптимальное решение.

По переменным X_2 (площадь посева сахарной свеклы) и X_3 (площадь посева подсолнечника) коэффициенты целевой функции (прибыль в расчете на 1 га посева) могут быть увеличены соответственно на 3 и 4,2 тыс. руб. или уменьшены соответственно на 4,2 и 0,333333333 тыс. руб. без изменения базиса оптимального решения (найденной оптимальной структуры посевных площадей). То есть указанные пределы описывают границы изменения прибыльности, за которыми меняется оценка экономической целесообразности возделывания сахарной свеклы и подсолнечника.

По переменной X_1 допустимое уменьшение является бесконечно большой величиной¹. Это связано с тем, что для выполнения всех ограничений площадь посева озимой пшеницы не может быть меньше, чем по оптимальному решению, и падение прибыльности данной сельскохозяйственной культуры никак не повлияет на структуру посевных площадей. С другой стороны, при росте прибыльности озимой пшеницы более чем на 0,375 тыс. руб. эта культура становится экономически привлекательной, что обуславливает возможный рост ее доли в структуре посевных площадей.

При анализе отчета по ограничениям основное внимание уделяется теневым ценам и допустимым пределам изменения объемов ограничений.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: При формировании столбца «Теневая цена» все ячейки по умолчанию имеют формат целых чисел. В этой связи после формирования отчета измените формат ячеек, увеличив число десятичных знаков до 4-5.

Теневые цены, по сути, могут служить ориентиром при принятии решения о дополнительном привлечении ресурсов или наращивании объемов производства того или иного вида продукции.

Так по ресурсам, которые не являются дефицитными (пашня, отводимая под технические культуры, и дизельное топливо), теневые цены равны нулю.

¹ 1E+30, т.е. 1 и 30 нулей, - наибольшее число, которое можно представить в Excel, поэтому оно считается бесконечно большим по сравнению с другими числами, фигурирующими в модели.

Введение в хозяйственный оборот дополнительно 1 га пашни при заданном уровне прибыльности сельскохозяйственных культур обеспечит рост целевой функции на 8,2 тыс. руб. Причем, этот уровень теневой цена будет сохраняться при отклонениях площади пашни от оптимального решения от минус 259,0278 га до плюс 65 га.

Дополнительное приобретение 1 кг минеральных удобрений обуславливает рост целевой функции на 0,0175 тыс. руб. Данное влияние на объем прибыли сохранится при отклонении объема приобретаемых удобрений от значения по оптимальному решению от минус 44 750 кг до плюс 82 321,4286 кг.

Таким образом, теневая цена ограничений по использованию ресурсов служит своеобразным критерием оценки целесообразности вовлечения в производство дополнительного объема того или иного вида ресурсов. Так экономически целесообразно вовлекать дополнительно в процесс производства до 65 га пашни при условии, что плата за использование ее 1 га не превысит 8,2 тыс. руб. Дополнительное приобретение минеральных удобрений в объеме 82 321 разумно при цене минеральных удобрений не выше 17,5 тыс. руб. за 1 т.

Теневая цена по ограничению, связанному с определением объема озимой пшеницы, свидетельствует о том, что производство каждого дополнительного центнера зерна пшеницы будет снижать размер прибыли по предприятию на 0,0094 тыс. руб. Критичными для данного уровня влияния объемов производства озимой пшеницы на целевую функцию будут отклонения от минус 2 600 ц до плюс 13814,8148 ц.

Отчет по пределам состоит из двух частей и содержит информацию о ячейке, описывающей целевую функцию, и ячейках, описывающих переменные.

В отчете по пределам представлена информация:

- о ячейке, описывающей целевую функцию: адрес ячейки, имя целевой функции; значение целевой функции при оптимальном решении;
- о ячейках, описывающих переменные: адреса ячеек, используемых для вычисления значений переменных; имена; значения переменных при оптимальном решении; значения нижних и верхних пределов, которые может содержать влияющая ячейка при условии фиксированности значений остальных ячеек и их удовлетворения наложенным ограничениям; целевой результат при достижении верхних и нижних пределов.

Отчет по пределам для анализируемой задачи приведен на рисунке 3.

| Целевое | | Значение |
|---------|-----------------------------|----------|
| Ячейка | Имя | |
| \$G\$11 | тыс.руб. Сумма произведений | 31 380,6 |

| Изменяемое | | | Нижний предел | Целевой результат | Верхний предел | Целевой результат |
|------------|-----|----------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| Ячейка | Имя | Значение | | | | |
| \$D\$5 | X1 | 2 625,0 | 2 625,0 | 31 380,6 | 2 625,0 | 31 380,6 |
| \$E\$5 | X2 | 186,5 | 0,0 | 28 677,0 | 186,5 | 31 380,6 |
| \$F\$5 | X3 | 388,5 | 0,0 | 27 378,6 | 388,5 | 31 380,6 |

Рис. 18. Отчет по пределам

Целевой результат по нижнему пределу отражает объем прибыли, который может быть получен при достижении площадей каждой сельскохозяйственной культуры указанных в отчете нижних пределов.

Так, при полном отказе от возделывания сахарной свеклы максимальная сумма прибыли составит 28 677 тыс. руб., при полном отказе от возделывания подсолнечника – 27 378,6 тыс. руб. По озимой пшенице значение целевой функции остается неизменным, поскольку сократить площадь ее посева ниже 2 625 га невозможно, поскольку в этом случае не будет выполнено условие по минимально необходимому объему производства озимой пшеницы, т.е. задача не будет иметь решения.

Верхний предел характеризует наибольшее значение, которое могут иметь изменяемые ячейки при условии, что все ограничения выполняются, а значения остальных изменяемых ячеек фиксированы (равны оптимальным). Как правило, в случае решения задачи на максимум все верхние пределы изменяемых ячеек соответствуют значениям переменных по оптимальному решению, так же как и значения целевой функции.

ПРИЛОЖЕНИЯ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки»

Кафедра информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине

«Моделирование социально-экономических систем и процессов»

**на тему «Оптимизация параметров развития
ООО «Криница»**

Выполнил студент Э-4С
Проскурин С.А. ДЭ 10100
(Россошанское представительство)

Руководитель: д.э.н., профессор
Улезько А.В.

**Воронеж
2012**

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1.ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ | 5 |
| 1.1. Оптимизационные экономико-математические модели: сущность, специфика и области применения | 5 |
| 1.2. Задачи выбора оптимального решения в аграрном производстве | 13 |
| 3.ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ ООО «КРИНИЦА». | 19 |
| 3.1. Постановка и условия задачи, подготовка входной информации | 19 |
| 3.2. Разработка и реализация экономико-математической модели по оптимизации отраслевой структуры производства | 29 |
| 3.2. Анализ результатов решения | 36 |
| ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ..... | 41 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 43 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 44 |

**Библиографическое описание монографий, учебников или учебных пособий
от 1-го до 3-х авторов.**

1. Улезько А.В. Стратегия формирования и тактика использования ресурсного потенциала сельскохозяйственных предприятий. Воронеж: ГП «ИПФ «Воронеж», 2004. 224 с.
2. Курносов А.П., Черных А.Н., Кузнецова Е.Д. Оптимизация параметров развития сельскохозяйственных предприятий в условиях государственного регулирования АПК. ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. 191 с.

**Библиографическое описание монографий, учебников или учебных пособий
более 3-х авторов.**

3. Оптимизация параметров функционирования сельскохозяйственных предприятий при изменяющихся условиях хозяйствования / А.П. Курносов, А.В. Улезько, А.К. Камалян и др. М.: Изд-во Московского государственного социального университета «Союз», 2000. 163 с.

Библиографическое описание статей в сборниках научных трудов от 1-го до 3-х авторов.

4. Кателиков А.Н. Состояние и тенденции формирования машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве // Экономические и правовые механизмы формирования стратегии развития предпринимательских структур в условиях финансового кризиса: Сб. науч. тр. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. С. 161-163.
5. Рябова Е.П., Тютюников А.А. Теоретические основы адаптации сельскохозяйственных предприятий к изменениям среды функционирования // Вестник Тамбовского университета. Сер. Гуманитарные науки. 2008. Вып. 1 (57). С. 133-136.
6. Курносов А.П., Архипенко В.А., Сердюк А.Н. Имитационные модели в бизнес-планировании // Современная аграрная экономика: проблемы и решения: Сб. науч. тр. Ч. II. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2006. С. 12-15.

Библиографическое описание статей в сборниках научных трудов более 3-х авторов.

7. Совершенствование организационно-технического обеспечения интеграционных процессов в сельском хозяйстве / А.В. Улезько, Т.В. Савченко, А.Н. Кателиков и др. // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. Белгород, 2009. №3(31). С. 128-132.

Библиографическое описание статей в журналах от 1-го до 3-х авторов.

8. Курносов А., Камалян А. Учет фактора риска при планировании и выработке сельскохозяйственной политики // Международный сельскохозяйственный журнал. 2000. №2. С. 10-14.
9. Катышев П.К., Чернавский С.Я., Эйсмонт О.А. Оценка функции издержек сельскохозяйственного производства в России // Экономика и математические методы. 2008. №2. С. 3-15.

Библиографическое описание статей в журналах более 3-х авторов.

10. Эффективность инвестиций в развитие производства сахарной свеклы / А.П. Курносов, А.К. Камалян, А.В. Улезько и др. // Сахарная свекла. 2002. №10. С. 17-19.

Библиографическое описание электронных ресурсов.

11. Макаревич О.А., Барановская Т.П. Исследование агропромышленного холдинга путем его когнитивного моделирования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ (№ 60(06)). URL: <http://ej.kubagro.ru/2010/06/pdf/11.pdf> (дата обращения: 05.09.2010).
12. Тумай К. Имитационное моделирование бизнес-процессов. Как отображаются характеристики процессов при моделировании / К. Тумай. М.: 2001. URL: http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/consult/mod_biz_process.htm (дата обращения: 01.03.2011)
13. Имитационное моделирование // Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 03.09.2010)

Приложение 4

Исходная информация для разработки экономико-математической модели по вариантам

[illegible]

Приложение 5

| Показатели | Номера вариантов | | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Норма высева семян, ц/га | | | | | | | | | | |
| Озимая пшеница | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Ячмень | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |
| Передача продукции по договорам аренды, ц | | | | | | | | | | |
| Озимая пшеница | 1 333 | 1 367 | 1 400 | 1 433 | 1 467 | 1 500 | 1 533 | 1 567 | 1 600 | 1 633 |
| Ячмень | 3 333 | 3 417 | 3 500 | 3 583 | 3 667 | 3 750 | 3 833 | 3 917 | 4 000 | 4 083 |
| Реализация продукции по договорам, ц | | | | | | | | | | |
| Озимая пшеница | 1 375 | 1 513 | 1 664 | 1 830 | 2 013 | 2 214 | 2 436 | 2 679 | 2 947 | 3 242 |
| Сахарная свекла | 102 000 | 104 040 | 106 121 | 108 243 | 110 408 | 112 616 | 114 869 | 117 166 | 119 509 | 121 899 |
| Молоко | 15 600 | 16 520 | 17 400 | 18 240 | 19 040 | 19 800 | 20 520 | 21 200 | 21 840 | 22 440 |
| Цена реализации 1 ц продукции, руб. | | | | | | | | | | |
| Озимая пшеница | 490 | 500 | 510 | 520 | 530 | 540 | 550 | 560 | 570 | 580 |
| Ячмень | 420 | 430 | 440 | 450 | 460 | 470 | 480 | 490 | 500 | 510 |
| Соя | 1 210 | 1 220 | 1 230 | 1 240 | 1 250 | 1 260 | 1 270 | 1 280 | 1 290 | 1 300 |
| Сахарная свекла | 180 | 175 | 170 | 165 | 160 | 155 | 150 | 145 | 140 | 135 |
| Подсолнечник | 1 450 | 1 420 | 1 390 | 1 360 | 1 330 | 1 300 | 1 270 | 1 240 | 1 210 | 1 180 |
| Молоко | 1 450 | 1 420 | 1 390 | 1 360 | 1 330 | 1 300 | 1 270 | 1 240 | 1 210 | 1 180 |
| Прирост КРС | 7 200 | 7 100 | 7 000 | 6 900 | 6 800 | 6 700 | 6 600 | 6 500 | 6 400 | 6 300 |
| Входная информация по животноводству | | | | | | | | | | |
| МДЗ на 1 структурную голову (без стоимости кормов), тыс. руб. | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 | 33,9 |
| Надой на 1 фуражную корову, ц | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 |
| Получено прироста на 1 структурную голову, ц | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 | 3,54 |
| Реализовано мяса на 1 структурную голову, ц | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 | 3,87 |
| Затраты корма на 1 ц молока, ц.к.ед. | 0,98 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 1,01 | 1,02 | 1,03 | 1,05 |
| Требуется переваримого протеина на 1 ц к.ед. , кг | | | | | | | | | | |
| на молоко | 0,092 | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,090 | 0,090 | 0,089 | 0,089 | 0,089 |
| на прирост | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Цена 1 ц комбикорма, тыс. руб. | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 | 1,225 |
| Цена 1 ц патоки, тыс. руб. | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 |
| Цена 1 ц обрат, тыс. руб. | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Цена 1 ц ЗЦМ, тыс. руб. | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 |
| Цена 1 ц БВМД, тыс. руб. | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |