

Артемьев Юрий Георгиевич

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ
ОБЛАСТИ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Специальность 05.20.01 –
«Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 16.05.2013 г.
Формат 60x84 1/16 Бумага офсетная
Тираж 100 экз. Заказ №83
Отпечатано на ризографе
ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии
196625, Санкт-Петербург, Павловск, Филътровское шоссе, 3

Санкт-Петербург – Павловск – 2013

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхоз-академии).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Валге Александр Мартынович

Официальные оппоненты:

- **Керимов Мухтар Ахмиевич**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, профессор кафедры «Автомобили и тракторы»;

- **Калинин Андрей Борисович**, доктор технических наук, профессор, ООО «Гримме-Русь», региональный представитель в Северо-Западном регионе.

Ведущая организация: ФГБУ «Северо-Западная МИС»

Защита состоится «25» июня 2013 года в 13 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 220.060.06 при ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» по адресу: 196601, Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, СПбГАУ, ауд. 2.719 .

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан «22» мая 2013 г.

Автореферат размещен на сайтах: <http://vak2.ed.gov.ru>
<http://spbgau.ru>

Учёный секретарь
диссертационного совета

Смирнов Василий
Тимофеевич

6. Артемьев, Ю.Г. Обоснование алгоритма оптимизации состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия [Текст] / Ю.Г. Артемьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: Сб. науч. тр. – Вып. 82.– СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ. 2010. – с. 81-86.

7. Артемьев, Ю.Г. Алгоритмические основы выбора состава машинно-тракторного парка на основе теории множеств [Текст] / Ю.Г. Артемьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: Сб. науч. тр. – Вып. 83.– СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ. 2012. – с. 60-69.

8. Артемьев, Ю.Г. Метод оптимизации состава машинно-тракторного парка сельхозпредприятий в рыночных условиях [Текст] / Ю.Г. Артемьев // Технологии и средства механизации сельского хозяйства: Сб. науч. тр. / СПб.: СПбГАУ. 2012. – с. 13-22. – ISSN 0136-5169.

Патентование

9. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16799. Алгоритм управления ресурсным обеспечением / А.М. Валге, Ю.Г. Артемьев // Оpubл. 14.03.2011.

10. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2011620445. Информационно-поисковая система «Трактора сельскохозяйственного назначения» / А.М. Валге, Е.Г. Пакскина, Э.А. Папушин, Ю.Г. Артемьев // Оpubл. 15.06.2011.

11. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 18028. Алгоритм оптимизации машинно-тракторного парка многоотраслевого сельскохозяйственного предприятия / А.М. Валге, Ю.Г. Артемьев // Оpubл. 15.03.2012.

конкурирует с JD8430 и более выгоден на выполнение операции по обработке почвы).

8. Экономическая оценка выполненных разработок показала, что применение разработанного программного комплекса позволит в 3-5 раз сократить затраты на сбор данных и решение задачи, снизить производственные затраты на 5-13% за счет оптимизации состава МТП. При этом срок окупаемости капиталовложений составляет менее 1 года.

Основные положения диссертации отражены в следующих публикациях:

В изданиях, рекомендованных ВАК

1. Артемьев, Ю.Г. Проблемы оптимизации состава машинно-тракторного парка хозяйств в рыночных условиях [Текст] / А.М. Валге, Ю.Г. Артемьев // // Тракторы и Сельхозмашины, М. 2011. - №10, с. 6-7.
2. Артемьев, Ю.Г. Оптимизация ресурсного обеспечения сельскохозяйственного производства [Текст] / А.М. Валге, Ю.Г. Артемьев // Вестник РАСХН, М. 2012.- №1, с. 42-44.
3. Артемьев, Ю.Г. Выбор технической оснащенности сельскохозяйственного производства в рыночных условиях [Текст] / А.М. Валге, Ю.Г. Артемьев // Известия международной академии аграрного образования, СПб. 2012. - №13 том 2, с. 12-15.

В других изданиях научных трудов

4. Артемьев, Ю.Г. Компьютерная программа анализа эффективности использования ресурсного обеспечения при производстве сельскохозяйственной продукции в условиях северо-запада России [Текст] / А.М. Валге, Э.А. Папушин, Ю.Г. Артемьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: Сб. науч. тр. – Вып. 81.– СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ. 2009. -с. 39-46.
5. Артемьев, Ю.Г. Оценка эффективности использования ресурсов в сельскохозяйственном производстве [Текст] / А.М. Валге, Э.А. Папушин, Ю.Г. Артемьев // Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения: сборник материалов 7-й международной научно-практической конференции. Том 2. СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ. 2011. – с. 174-180.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Удельные затраты ресурсов на производство сельскохозяйственной продукции в Северо-Западном регионе России значительно превышают затраты по сравнению с промышленно-развитыми странами в аналогичных природно-климатических условиях. В основном это связано с нерациональным использованием производственных ресурсов и технических средств в условиях хозяйства, а также высокой энергоемкостью технологических процессов.

С переходом сельскохозяйственного производства России на рыночные отношения появилось множество производителей сельскохозяйственной продукции. Изменчивость рыночной конъюнктуры приводит к изменению спроса на производимую продукцию, изменению цен, а, следовательно, и рентабельности производства. В этих условиях требуется непрерывный мониторинг производства и выбор оптимальных управляющих решений по корректировке видов и объемов производимой продукции, распределению производственных ресурсов и выбору рационального состава машинно-тракторного парка (МТП) в условиях конкретного хозяйства.

В качестве математической модели для оптимизации состава МТП у большинства исследователей используется задача математического программирования, отличающаяся видом целевой функции и системой ограничений. Разработка математической модели и нахождение оптимального состава МТП для конкурирующих технических средств, предлагаемых в настоящее время на рынке, труднореализуема ввиду огромной размерности задачи. Поэтому разработка новых алгоритмов оптимизации состава МТП, которые позволили бы решать задачу практически без ограничений на количество вводимых в задачу технических средств является актуальной задачей.

В большинстве исследований не рассматривается вопрос об обосновании и выборе объемов работ, которые необходимо выполнить МТП. От видов выбранных работ зависят виды и объемы производимой продукции, а также доход и эффективность производства. Производство конкурентоспособной продукции в рыночных условиях требует постоянного анализа эффективности производственных затрат, использования ресурсов и оперативного

принятия решений по корректировке их распределения. Таким образом, рациональный состав МТП должен выполнять оптимальный объем работ, который будет способствовать получению востребованной и приносящей максимум прибыли продукции.

Цель исследований. Повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции в условиях Ленинградской области путём оптимизации использования ресурсного обеспечения и выбора рационального состава машинно-тракторного парка.

Объект исследования. Ресурсное обеспечение производства и состав машинно-тракторного парка одного из хозяйств Ленинградской области.

Предмет исследования. Методы оптимизации использования ресурсного обеспечения и состава машинно-тракторного парка при многоотраслевом сельскохозяйственном производстве.

Научная новизна работы заключается в разработке новых методов, алгоритмов и программных продуктов:

1. Разработаны методы, математические модели, алгоритмы оптимизации использования ресурсного обеспечения и состава машинно-тракторного парка с учетом рыночных условий производства и ограничений по ресурсному обеспечению.
2. На основе разработанных алгоритмов созданы программные продукты для оптимизации ресурсного обеспечения и выбора рационального состава МТП.
3. Произведен сравнительный анализ результатов расчета и сформированы рекомендации по использованию ресурсного обеспечения, структуре и составу МТП для ОАО племзавод «Красногвардейский».
4. Получена оценка экономической эффективности от использования разработанного программного обеспечения.

Практическую значимость работы составляют:

- алгоритм и компьютерная программа оптимизации использования ресурсного обеспечения при производстве сельскохозяйственной продукции;
- алгоритм, база данных и компьютерная программа выбора рационального состава МТП.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на:

определении объемов работ и выборе оптимального состава машинно-тракторного парка.

3. Разработаны алгоритм и компьютерная программа оптимизации использования ресурсного обеспечения, оценки его эффективности при производстве основных видов продукции хозяйства, определения оптимальных объемов работ в заданные агротехнические сроки.

4. Выполнен анализ алгоритмов и программного обеспечения решения задачи выбора оптимального состава МТП. Показано, что основу всех алгоритмов составляет метод конкурентного выбора по каждой операции наиболее эффективного технического средства. Для всех алгоритмов программное обеспечение составляет линейное программирование, что требует соблюдения аксиоматики алгоритма решения, и приводит к возрастанию размерности задачи при увеличении числа конкурирующих технических средств.

5. Программное обеспечение оптимизации состава МТП на основе линейного программирования не является универсальным и при изменении параметров задачи (количества работ, агросроков, марочного состава тракторов и сельхозмашин) необходимо заново строить математическую модель, вводить задачу в компьютер, производить поиск ошибок и отладку программы. Такой алгоритм требует высокой квалификации разработчика и пользователя программы, что не способствует ее широкому использованию в производственных и хозяйственных условиях.

6. Разработаны алгоритм и компьютерная программа оптимизации состава МТП на основе СУБД и теории множеств, отличающиеся возможностью работы с большим объемом данных и минимальными временными затратами для повторного решения задачи при изменении исходных данных. Разработаны алгоритм и компьютерная программа нахождения альтернативных вариантов решения с незначительным увеличением значения целевой функции. Разработанное программное обеспечение является универсальным и не требует перестройки программы при изменении параметров задачи.

7. Выполненные в диссертации разработки были апробированы на показателях хозяйства ОАО ПЗ «Красногвардейский», которые показали, что при оптимизации использования ресурсного обеспечения достигается увеличение прибыли до 24%. Оптимизация состава МТП показала, что на выполнение некоторых работ рациональней использовать технические средства другого марочного состава по сравнению с существующими (например, К-701

числе 4 на иностранном языке, включает 177 страниц, 8 приложений, 72 рисунка и 37 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, представлены основные положения работы, выносимые на защиту.

В первой главе «Обзор состояния производства и методов решения задач оптимизации состава МТП» выполнен анализ и рассмотрены перспективы развития сельскохозяйственной продукции и модернизации технической оснащенности по Ленинградской области. Произведен анализ алгоритмов оптимизации состава МТП на основе метода линейного программирования.

Большой вклад в разработку методов оптимизации состава МТП внесли исследователи Иофинов С.А., Еникеев В.Г., Липкович Э.И., Огнев О.Г., Пастернак П.П., Браславец М.Е., Сергованцев В.Т., Бледных В.В., Баширов Р.М., Хабатов Р.Ш., Бершицкий Ю.И., Горячев Ю.О., Ольм А.Ю., Терехов О.П.

В качестве математической модели для оптимизации состава МТП у большинства исследователей используется задача математического программирования, размерность и сложность структуры которой резко возрастает с увеличением количества используемых технических средств. При любом изменении исходных данных невозможно использовать ранее разработанную модель, что усложняет процесс адаптации модели под конкретные данные хозяйств.

Целью исследований является повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции в хозяйствах Ленинградской области путём оптимизации использования ресурсного обеспечения и выбора рационального состава машинно-тракторного парка.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Разработать метод, математическую модель и алгоритм оптимизации использования ресурсного обеспечения сельскохозяйственного производства.
2. Выполнить анализ существующих методов оптимизации состава МТП и разработать метод, математическую модель и алгоритм оптимизации машинно-тракторного парка с учетом

Оптимизация ресурсного обеспечения позволила увеличить прибыль от производства продукции на 1091,45 тыс.руб., что составляет 23,7% от текущего значения. Улучшение производственно-финансовой деятельности произошло за счёт перераспределения части производимого картофеля с реализации на собственное потребление. Также незначительно снизилось производство зерна, а освободившиеся земельные ресурсы перераспределились на производство молока, которое приносит максимальную прибыль.

Исходные данные для ПЗ «Красногвардейский» по видам выполняемых работ, срокам и объемам работ, используемым сельскохозяйственным машинам и тракторам, а также производительность и количество агрегатов заносятся в базу данных программы оптимизации МТП.

Для решения задачи выделено 5 агротехнических периода. В основном исследуемое хозяйство использует 4 марки тракторов: МТЗ-82, МТЗ-1221, JD 6920, JD 8430. Для увеличения количества конкурирующих технических средств, в задачу введены дополнительные марки тракторов: К-701, К-744Р-04, ЛТЗ-60АБ. Также хозяйство использует 24 марки сельхозмашин. Для него характерны следующие производственные затраты для выполнения операций: 166325,9 л. топлива, 12503,7 чел. ч. трудозатрат, 1572,55 тыс. руб. на оплату труда, 5909,4 тыс. руб. в качестве суммарных эксплуатационных затрат.

Оптимальным решением для критерия “минимум оплаты труда” является использование следующих марок тракторов: К-744Р, МТЗ-1221.2, МТЗ-82.1, JD 6920. При этом замена К-744Р на JD 8430 увеличит расходы на 11,5 тыс. руб. С другой стороны отказ от использования JD 6920 увеличит расходы, связанные с оплатой труда на 13 тыс. руб. при уменьшении на 3 ед. используемых технических средств. Сравнение вариантов выбора состава МТП по различным показателям производственных затрат представлено в таблице 2.

В пятой главе «Оценка экономической эффективности от использования выполненных разработок по решению оптимизационных задач (ресурсного обеспечения и состава МТП)» произведён расчет себестоимости разработки и цены программного обеспечения. Приведена оценка экономической эффективности от использования выполненных разработок.

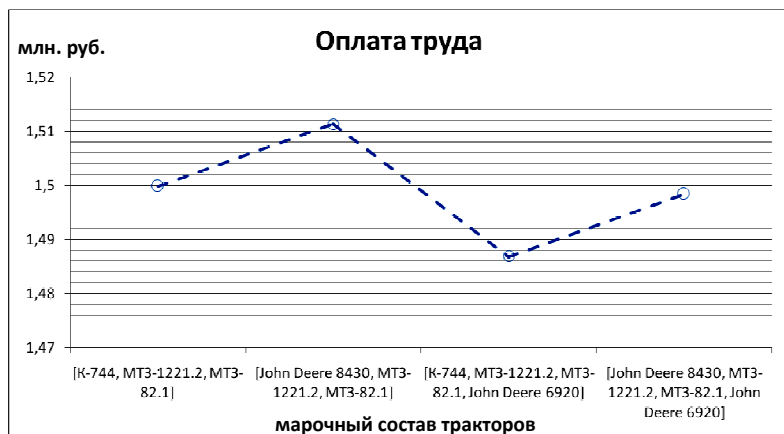


Рисунок 4 - График изменения суммарных затрат на оплату труда в зависимости от используемого состава МТП

В четвертой главе «Экспериментальная проверка программных продуктов» выполнена апробация программного обеспечения для данного хозяйства «Красногвардейский» и произведен сравнительный анализ результатов расчетов, сформированы рекомендации по использованию ресурсного обеспечения и необходимому составу МТП.

Для оптимизации ресурсного обеспечения используется производство основных видов продукции рассматриваемого хозяйства. В среднем ежегодно производится 7308 т. молока, 358 т. мяса, 3000 т. картофеля, 3340 т. зерна. Часть произведенной продукции зерна и картофеля расходуется на собственные нужды, например, для производства молока. На основе исходных данных о трудозатратах, энергозатратах, ценах реализации продукции строится математическая модель задачи. Сравнение расчетной и фактической структуры производства представлено таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение расчётной и фактической структуры производства

	Молоко, т.		Привес КРС, т.		Картофель, т.		Зерно, т.	
	Реализ.	Потребл.	Реализация	Реализ.	Потребл.	Реализ.	Потребл.	
Расчётн.	6672,6	520,0	358,0	500,0	2478,3	100,0	3090,9	
Фактич.	6483,0	569,0	358,0	869,0	2131,0	43,0	3415,0	

изменений использования ресурсов в зависимости от изменения цен на производимую продукцию.

3. Разработать программу для оптимизации использования ресурсного обеспечения и выбора оптимального состава МТП.
4. Экспериментально проверить программные продукты для сравнительного анализа результатов расчета и формирования рекомендаций по использованию ресурсного обеспечения, структуре и составу МТП для одного из хозяйств Ленинградской области.
5. Получить оценку экономической эффективности от использования разработанного программного обеспечения.

Во второй главе «Алгоритмические основы решения оптимизационных задач» рассмотрены алгоритмы оптимизации использования ресурсного обеспечения и оптимизации состава МТП.

Рассмотрены структура и особенности решения задач оптимизации состава МТП при использовании метода линейного программирования.

Общий принцип решения задачи построен на основе выбора одного из n конкурирующих тракторов. В конкуренции участвуют только те трактора, которые одновременно могут выполнять один и тот же вид работы. Размерность задачи зависит от количества введенных в задачу конкурирующих тракторов и агрегируемых ими машин. С увеличением количества тракторов размерность задачи резко возрастает. Например, оптимизационная задача для трех тракторов, 16 сельхозмашин и 14 операций состоит из 19 переменных и 41 уравнения. При увеличении марок тракторов до шести и количества операций до 24, задача уже будет состоять из 115 переменных и 135 уравнений.

От объемов и видов выполняемых машинно-тракторным парком работ зависит структура и количество производимой продукции, а, следовательно, доход и эффективность производства. Очевидно, что состав и количество технических средств должны соответствовать объемам производства и рациональному распределению ресурсного обеспечения. Для решения этой проблемы разработан алгоритм оптимизации МТП с учетом ограничений по ресурсному обеспечению, блок-схема которого представлена на рисунке 1.

Производство конкурентоспособной продукции в рыночных условиях требует постоянной корректировки распределения

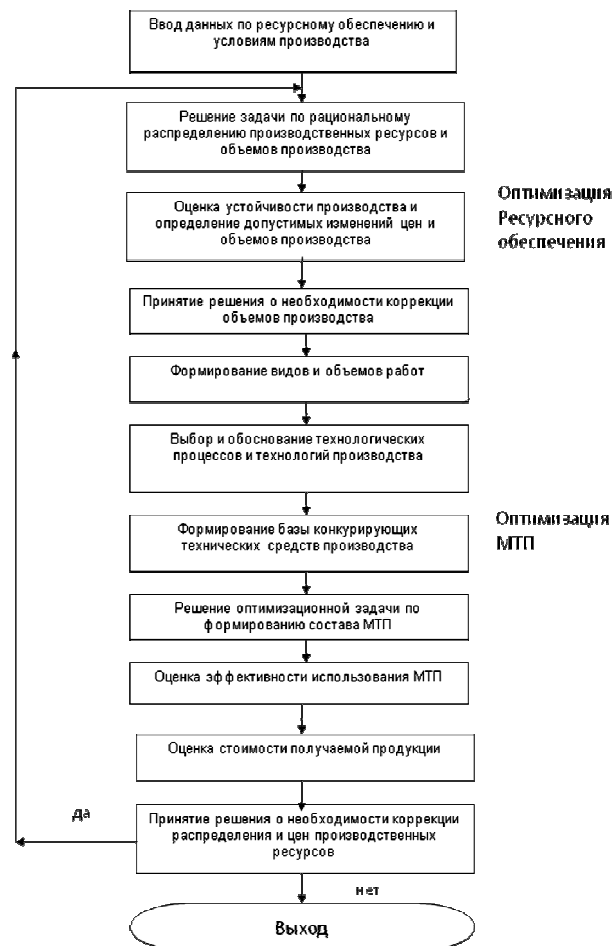


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма оптимизации состава МТП с учетом ограничений по ресурсному обеспечению

ресурсного обеспечения, которое необходимо анализировать при изменении показателей, влияющих на эффективность производства – рыночных цен на производимую продукцию, стоимости материалов, энергоресурсов, трудовых ресурсов, технических средств и модернизации технологий.

В качестве целевой функции при оптимизации распределения ресурсного обеспечения используется разность между доходом от реализации продукции и затратами на её производство:

основными из которых являются: агропериоды, технологические операции, трактора и сельхозмашины. Все таблицы связаны между собой с помощью ключевых полей, что обеспечивает возможность использования всех данных при поиске оптимального состава МТП.

В разработанной программе имеется возможность выбора одного из 4 критериев оптимизации: минимум расхода топлива, минимум трудозатрат, минимум оплаты труда, минимум суммарных затрат. Расчет осуществляется для каждого из критериев с помощью возможностей базы данных, а именно при помощи использования соответствующего запроса, который на основе исходных данных и формул для расчёта эксплуатационных затрат производит вычисления затрат для каждого машинно-тракторного агрегата по всем выполняемым операциям. Оптимальный состав технических средств по выбранному критерию представляется в виде соответствующего отчета, пример которого приведен на рисунке 3.

МашТрак	годовое значение КолАгр	Агропериоды				
		1	2	3	4	5
Ягуар 870+ PU 300	1,2			1,2		
MAC DON M-100C	1,5			1,5		
MANITOU MSI 20 (0,6				0,6	
Акселор - 343 (КТ)	1,1		1,1			
В - 138 (КТ)	0,5	0,5				
К-74Р	3,1	1,1	3,1	1,6		
КамАЗ - 53205 (КТ)	2,5			2,5	1,0	1,2
МТЗ-1221.2	5,8		5,8		0,7	3,0
МТЗ-82.1	8,1		1,5	8,1	5,6	2,2
ЯГУАР - 9670	2,9				2,9	

Рисунок 3 - Оптимальный состав технических средств по критерию минимум трудозатрат

Для поиска всех возможных альтернативных вариантов решения задачи по одному из выбранных критериев разработана программа на языке Java. На основе исходных данных, хранящихся в базе данных, в поисковом пространстве, содержащем конкурирующие технические средства, происходит поиск всех возможных сочетаний марок тракторов, которые могут выполнить заданные операции в установленный срок. По результатам поиска строится диаграмма сравнительных вариантов решения (рисунок 4).

По полученному множеству можно определить необходимое количество тракторов k-ого типа:

$$n_k(\min) = \max(n_{ijk}) \quad (8)$$

Пошаговый анализ процесса решения задач оптимизации состава МТП показал, что целевая функция не имеет резкого экстремума, поэтому для практики представляет интерес поиск возможных альтернативных вариантов с небольшим (до 5-10%) увеличением целевой функции. Разработан алгоритм для их поиска, основанный на выборе всех возможных сочетаний марок тракторов, которые могут выполнить заданные операции в установленный срок. Максимальное количество альтернативных вариантов решения определяется по формуле сочетаний без повторов:

$$M = \sum_n^{i=1} C_n^i = \sum_n^{i=1} \frac{n!}{(n-i)!i!}, \quad (9)$$

где n – количество марок тракторов; C_n^i – количество комбинаций при выборе i марок тракторов из n возможных вариантов.

Разработаны формулы для расчёта эксплуатационных затрат на выполнение сельскохозяйственных работ.

В третьей главе «Разработка программного комплекса оптимизации использования ресурсного обеспечения и выбора оптимального состава МТП» рассматривается общий подход к разработке программного обеспечения. Разработаны программы оптимизации использования ресурсного обеспечения и оптимизации состава МТП. Выполнена апробация программного комплекса на тестовых расчетах.

Программа оптимизации ресурсного обеспечения реализована в среде MS Excel 2007, так как эта система поддерживает возможность решения задач линейного программирования с определением двойственных оценок и показателей устойчивости модели. Программа содержит пользовательский интерфейс, состоящий из блоков исходных данных, математической модели, решения и анализа решения задачи.

Анализ использования и распределения имеющихся ресурсов производства выполнен в блоке «Анализ решения».

В основу работы программы оптимизации состава МТП заложена пополняемая база данных, состоящая из 11 взаимосвязанных таблиц,

$$F = \sum_{i \in N} c_i x_i - \sum_{i \in N} d_i x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

где x_i - вид реализуемой на рынке продукции; c_i - стоимость i -ой реализуемой продукции; d_i - суммарные финансовые затраты на производство i -ой продукции. Которая дополняется системой ограничений:

- на виды и объемы используемых ресурсов;
- балансные ограничения по использованию произведенной продукции на собственные производственные нужды;
- ограничения по согласованию объемов продукции на реализацию и собственное потребление.

Целевая функция (1) с системой уравнений-ограничений представляют собой классическую задачу линейного программирования. При наличии основного решения задачи всегда имеется и двойственное решение, которое показывает возможную прибыль, если произвести количественные изменения ограничений или перераспределить ресурсы. Проблема устойчивости решения задачи состоит в определении допустимых отклонений цен на используемые ресурсы при сохранении структуры решения задачи. Для определения устойчивости оптимального решения по ресурсному обеспечению необходимо решить следующую задачу:

$$\begin{aligned} z &= c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \rightarrow \max \\ a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n &\leq (b_1 \pm \Delta b_1) \\ &\dots \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n &\leq (b_n \pm \Delta b_n) \end{aligned}, \quad (2)$$

где Δb_j - допустимое отклонение j -го ресурсного обеспечения, при котором сохраняются все переменные базового решения задачи.

Результаты решения оптимизационной задачи позволяют получить следующие показатели:

- распределение прибыли и затрат по видам производимой продукции;
- распределение ресурсов по отраслям производства;
- полнота использования ресурсов;
- диапазон изменений цен реализации продукции при сохранении принятой структуры производства;

- варианты перераспределения ресурсов с целью повышения эффективности их использования и увеличения дохода;
- варианты привлечения дополнительных производственных ресурсов при изменении структуры производства для увеличения дохода производства.

Одним из направлений решения задачи оптимизации состава МТП является использование современных систем управления базами данных (СУБД), обладающие широкими возможностями управления практически неограниченными массивами данных. Возможности фильтрации, сортировки, преобразования и ранжирования данных позволяют найти в суперпространстве решения, удовлетворяющие заданным критериям задачи. Использование СУБД и теории множеств позволяют отказаться от использования методов математического программирования, а следовательно снимаются и ограничения, накладываемые методами математического программирования.

В общем виде задача оптимизации состава МТП сводится к поиску из всего множества агрегатов с разными энергетическими средствами таких, которые обеспечивали бы выполнение всех работ по всем агротехническим срокам с минимальными затратами каких-либо видов ресурсов. Блок-схема алгоритма оптимизации МТП с использованием теории множеств и СУБД представлена на рисунке 2.

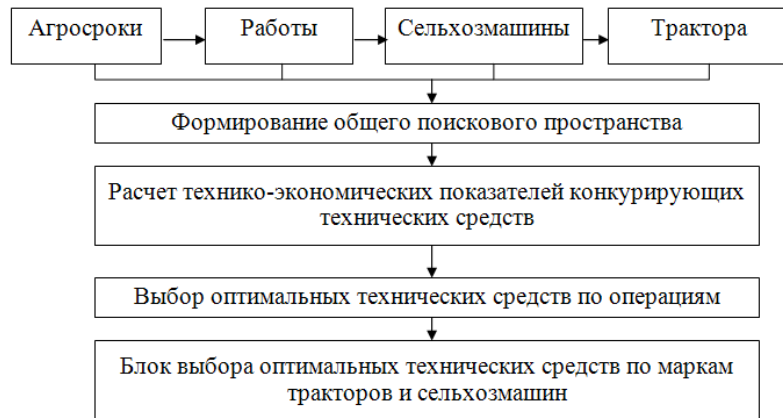


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма оптимизации состава МТП с использованием теории множеств и СУБД

Для решения задачи введем следующие множества:

- агросроки выполнения годового объема работ:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}; \quad (3)$$

- виды работ по агросрокам:

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}. \quad (4)$$

Любая из работ b_i может содержаться в любом из агросроков a_j , поэтому множество всех работ C определяется произведением Эйлера:

$$C = A \times B = \{(a_1 b_1, a_1 b_2, \dots, a_1 b_m); (a_2 b_1, a_2 b_2, \dots, a_2 b_m); (a_3 b_1, a_3 b_2, \dots, a_3 b_m); \dots; (a_n b_1, a_n b_2, \dots, a_n b_m)\} \quad (5)$$

Произведение $a_j b_i$ принимается равным "1", если выбранная работа имеется в данном агросроке и "0", если такого сочетания нет. Множество всех агросроков, работ, сельхозмашин и тракторов можно записать в виде матрицы соотношений:

$$R_c = \begin{Bmatrix} c_{11}t_1 & c_{11}t_2 & \dots & c_{11}t_x \\ c_{12}t_1 & c_{12}t_2 & \dots & c_{12}t_x \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{21}t_1 & c_{21}t_2 & \dots & c_{21}t_x \\ c_{22}t_1 & c_{22}t_2 & \dots & c_{22}t_x \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{mn}t_1 & c_{mn}t_2 & \dots & c_{mn}t_x \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} c_{11} & c_{11} & \dots & c_{11} \\ c_{12} & c_{12} & \dots & c_{12} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{21} & c_{21} & \dots & c_{21} \\ c_{22} & c_{22} & \dots & c_{22} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{mn} & c_{mn} & \dots & c_{mn} \end{Bmatrix} \times$$

$$T \rightarrow \begin{Bmatrix} s_{111} & s_{112} & \dots & s_{11x} \\ s_{121} & s_{122} & \dots & s_{12x} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{211} & s_{212} & \dots & s_{21x} \\ s_{221} & s_{222} & \dots & s_{22x} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{mn1} & s_{mn2} & \dots & s_{mnx} \end{Bmatrix} \rightarrow \begin{Bmatrix} n_{111} & n_{112} & \dots & n_{11x} \\ n_{121} & n_{122} & \dots & n_{12x} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{211} & n_{212} & \dots & n_{21x} \\ n_{221} & n_{222} & \dots & n_{22x} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{mn1} & n_{mn2} & \dots & n_{mnx} \end{Bmatrix}, \quad (6)$$

где c_{ij} – j -ый вид работ в i -ом агросроке, t_i – трактор i -ой марки; s_{ijk} – стоимость (затраты) единицы времени работы k -го агрегата (руб./см) для выполнения j -ой работы в i -ый агросрок, n_{ijk} – необходимое количество тракторов k -го типа

По матрице соотношений (6) по каждой работе определяется марка трактора и количество агрегатов, выполняющих работу с минимальными затратами:

$$n_{ijk} = \min[(\exists c_{ij})P(s_{ijk})]. \quad (7)$$