

На правах рукописи

Лавров Александр Владимирович

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННО-ВОЗРАСТНОГО
СОСТАВА ТРАКТОРНОГО ПАРКА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ РЕСУРСОВ**

Специальность 05.20.01 – технологии и средства
механизации сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2013

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВИМ Россельхозакадемии).

Научный руководитель канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
Шевцов Владимир Георгиевич.

Официальные оппоненты: **Артюшин Анатолий Алексеевич,**
д-р техн. наук, проф., чл.-кор.
Россельхозакадемии, ГНУ ВИМ
Россельхозакадемии, гл. науч. сотр.
отдела координации и организации
научных исследований;

Годжаев Захид Адыгезалович,
д-р техн. наук, проф., Открытое
акционерное общество «Федеральный
исследовательский испытательный
центр машиностроения» (ОАО
«ФИИЦ М»), ген. директор.

Ведущая организация: Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «Поволжская государственная зональная машиноиспытательная станция» (ФГБУ «Поволжская МИС»).

Защита состоится «___» _____ 2013 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 006.020.01 при ГНУ ВИМ Россельхозакадемии по адресу: 109428, г. Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВИМ Россельхозакадемии.

Автореферат разослан «___» _____ 2013 г. и размещен на официальном сайте ВАК РФ в электронной базе диссертаций и авторефератов «___» _____ 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. техн. наук

Пехальский И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Особенность современного состояния сельскохозяйственных организаций России заключается в том, что с 1990-го по 2010 г. произошло сокращение тракторного парка в 4 раза (с 1365,6 до 310,3 тыс. тр.), вслед за которым тракторооснащенность уменьшилась в 2,4 раза (с 10,6 до 4,4 тр./1000 га), площадь пашни сократилась в 1,8 раза (со 129,0 до 70,76 млн га), количество занятых работников уменьшилось в 5 раз (с 95 до 1,9 млн чел). В сложившихся условиях ограниченности ресурсов сельскохозяйственные организации вынуждены в массовом порядке эксплуатировать тракторы сверх срока амортизации с непрогнозируемым предельным сроком использования. Однако эта мера не дает возможности выполнить весь цикл сельскохозяйственных работ в полном объеме в требуемые агротехнические сроки. Наряду с этим возрастают затраты на поддержание техники в работоспособном состоянии, увеличиваются затраты на горюче-смазочные материалы.

Таким образом, в настоящее время актуальными являются исследования влияния технических характеристик тракторов, эксплуатируемых за сроком амортизации, и дефицитности технического обеспечения на ресурсозатратность механизированного сельскохозяйственного производства, а также разработка на их основе методики оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка хозяйства в условиях ограниченности ресурсов.

Исследования, составившие основу диссертационной работы, выполнены в соответствии с планами НИОКР ГНУ ВИМ Россельхозакадемии на 2007-2012 гг. в рамках программы фундаментальных и приоритетных исследований Россельхозакадемии.

Цель и задачи исследования. Цель данной работы – раскрытие закономерностей взаимодействия тракторного парка, пашни и трудового потенциала как ресурсов, переносящих свою стоимость на продукцию механизированных технологий растениеводства, и создание на основе этих закономерностей методики оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка, обеспечивающую минимизацию потерь, связанных с работой тракторов сверх срока амортизации в условиях ограниченности ресурсов. Исходя из этого, поставлены следующие задачи исследования:

- провести мониторинг изменения характеристик названных выше ресурсов и выявить существующие между ними взаимосвязи;
- разработать схему переноса стоимости этих ресурсов на продукцию механизированного сельскохозяйственного производства;
- выявить аналитические зависимости изменения потерь и затрат, связанных с техническими характеристиками тракторов, эксплуатируемых за сроком амортизации, и дефицитом техники;
- сформировать ресурсосберегающий критерий оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка;
- разработать методику определения оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка хозяйства в условиях ограниченности ресурсов;
- создать программу для ЭВМ и применить ее при расчете оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка РФ и модельного хозяйства по данной методике;
- оценить экономическую эффективность полученных результатов.

Объект исследования – тракторный парк как технический ресурс реализации машинных технологий производства продукции растениеводства в условиях ограниченности ресурсов.

Предмет исследования – закономерности влияния технических характеристик тракторов, используемых сверх срока амортизации, на потери при реализации механизированных технологий производства продукции растениеводства.

Методы исследования. При обосновании теоретических положений применены методы математической статистики, дедуктивный метод, дифференциальный анализ и экономико-математическое моделирование. Оценка влияния технических характеристик на эффективность использования тракторного парка осуществлена с помощью технико-экономического метода, структурного подхода к программированию, а также проведен вычислительный эксперимент.

Положения, выносимые на защиту:

- база данных количественно-возрастного помарочного состояния тракторного парка РФ за период с 1990-го по 2010 г.;

- функциональные зависимости между характеристиками основных производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций;

- методика оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка хозяйства при эксплуатации тракторов сверх срока амортизации;

- компьютерная программа автоматизации расчетов по разработанной методике.

Научная новизна исследования состоит в методике определения оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка на основе минимизации совокупных затрат, учитывающих изменение технических характеристик тракторов, работающих сверх срока амортизации и снижающихся при уменьшении количества таких тракторов и представленных упущенной выгодой в виде невозстановленных ресурсов: тракторного парка, площади пашни и рабочих мест, и возрастающих при сокращении тракторного парка.

Практическая значимость результатов исследований заключается в информационном и программном обеспечении прогнозирования обновления парка сельскохозяйственных тракторов на хозяйственном и региональном уровнях при использовании тракторов сверх срока амортизации.

Реализация результатов работы.

Программа для ЭВМ

«Программа оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка хозяйств как системы с ограниченными ресурсами», 2012.

Базы данных:

- «Количественно-возрастной состав по годам (за период 1990-2009 гг.) парка тракторов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)», 2010;

- «Технологии и технические средства для восстановительных обработок неиспользуемых и запущенных угодий», 2012;

- «Выбывание пашни России из активного сельскохозяйственного оборота всех типов сельскохозяйственных производств и сокращение тракторного парка сельскохозяйственных организаций (за период 1990-2010 гг.)», 2012.

Разработанные базы данных использованы в ГНУ ВИМ Россельхозакадемии при формировании Системы машин и технологий

для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 г. (Том 1. Растениеводство).

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены и одобрены на международных научно-практических конференциях: «Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве» (Москва, ГНУ ВИЭСХ, 2010 г.); «Ресурсосберегающие технологии и техническое обеспечение производства зерна» (Москва, ГНУ ВИМ, 2010 г.); «Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства» (Москва, ГНУ ВИМ, 2011 г.); «Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве» (Москва, ГНУ ВИЭСХ, 2012 г.); «Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем» (Углич, 2012 г.); «Научное обеспечение инновационных процессов в агропромышленной сфере» (Москва, ГНУ ГОСНИТИ, 2012 г.).

Публикации. Основное содержание исследований опубликовано в 10 печатных работах, в том числе 3 работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 7 работ в научных трудах и материалах конференций, получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ – 2 и баз данных – 4.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 136 страницах основного текста, содержит 31 таблицу, 39 рисунков, 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение включает обоснование актуальности исследования, объект и предмет исследования, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» представлены изменения тракторного парка, площади пашни и количества занятых работников сельскохозяйственных организаций (СХО) в РФ за период с 1990-го по 2010 г. Дан анализ работ, связанных с ресурсного обеспечением механизированного сельскохозяйственного производства, ограничением предельного срока службы в зависимости от изменения технических характеристик

тракторов, оценкой экономической эффективности сельскохозяйственной техники.

В результате анализа сделан вывод, что имеющиеся научные результаты в рассмотренных направлениях связаны с проблемами простого воспроизводства и не учитывают особенностей развития сельскохозяйственных организаций в условиях ограниченности ресурсов. Остаются нераскрытыми взаимосвязанность ресурсов; предельный возраст тракторов рассматривается как превышающий срок амортизации не более чем 2-3 года. Существующие методики экономической оценки не учитывают затраты и потери от дефицита техники и ее эксплуатации за сроком амортизации.

Во второй главе «Тракторный парк как технический ресурс обеспечения механизированного производства» на основании данных Росстата по СХО РФ за период с 1990-го по 2010 г., обработанных как результат пассивного эксперимента, установлена функциональная роль тракторного парка в формировании других производственных ресурсов, разработана база данных количественно-возрастного помарочного состояния тракторного парка РФ за этот период.

Результаты обработки экспериментальных данных (таблица 1) показывают, что соотношение ресурсов является постоянной величиной (изменчивость вариационного ряда меньше 10%), кроме тракторного парка и площади пашни (коэффициент вариации больше 20% это значительная изменчивость вариационного ряда), которые связаны логистической зависимостью тракторооснащенности от количества тракторов в парке.

Таблица 1 – Функциональные зависимости, связывающие количество среднестатистических тракторов в парке СХО РФ с сельскохозяйственными машинами и используемыми ресурсами

Показатель	Среднее количество на трактор	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Сеялки, шт.	0,44	0,013	3,1	$y = 0,44x + 0,18$	0,993
Плуги, шт.	0,32	0,02	6,3	$y = 0,38x - 35,45$	0,996
Зерноуборочные комбайны, шт.	0,27	0,006	2,3	$y = 0,29x - 11,47$	0,997
Площадь пашни, га	136	41,13	30,2	$y = 55,1x + 51,2$	0,997
Количество работников, чел.	6,13	0,32	5,4	$y = 7,34x - 0,99$	0,985

Обработка статистических данных по уменьшению площади пашни (га) и количеству рабочих мест (р.м.) за период с 1990-го по 2010 г. в СХО РФ показала зависимость между ними и тракторным парком, которая представлена эквивалентным соотношением:

$$1 \text{ тр.} = 48 \text{ га} = 6,4 \text{ р.м.}, \quad (1)$$

где 1 тр. – среднестатистический трактор.

Выявленная функциональная роль тракторного парка (1) позволяет рассматривать закономерности переноса стоимости машинно-тракторного парка на продукт на основе анализа изменения характеристик тракторного парка.

Для характеристики тракторного парка как технической системы, определяющей эффективность механизированного сельскохозяйственного производства, разработана база данных состояний тракторного парка.

Обработка статистических данных по производству, отгрузке, продажам, экспорту и импорту сельскохозяйственных тракторов в России позволила определить оценочные значения годовых закупок (поставок) тракторов с 1982-го по 2010 г., которые при совмещении с фактическим изменением общего количественного состава парка тракторов сельскохозяйственных организаций по данным Росстата с 1990-го по 2010 г. позволили создать базу данных с помарочным количественно-возрастным составом тракторов (рисунки 1, 2).

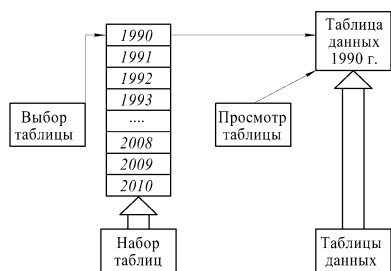


Рисунок 1 – Структура и принцип работы базы данных

База данных состоит из однотипных таблиц состояний тракторного парка. В головке таблицы представлены марки тракторов, в боковике – возраст и год поставки тракторов, в ячейках – количество тракторов (см. рисунок 2).

Разработанная база данных позволяет определить следующие показатели функционирования тракторного парка как ресурса, обеспечивающего реализацию механизированных технологий растениеводства в период с 1990-го по 2010 г.: количественно-возрастной состав; сокращение парка относительно 1990 г.; годовая закупка тракторов; годовое списание тракторов; годовое сокращение тракторного парка; средний возраст трактора в парке; относительное количество тракторов, используемых сверх срока амортизации; минимально необходимый

Таблица - Состояние тракторного парка сельскохозяйственных организаций на конец 2010 года (расчетная оценка)																
Год поставки	Возраст, лет	МТЗ-80/82	ЮМЗ-6	К-701	Т-150	Т-150К	МТЗ-1221	ЛТЗ-55	Т-4А	Т-70С	ДТ-75	Т-25А	Т-16 МГ	Всего		Нарастающим итогом, шт (в т.ч. ДЗ)
														Сумма	в т.ч. ДЗ	
2010	1	12688	57	1186	72	813	163	130	70	12	2	202	118	16652	633	653
2009	2	7422	41	957	18	589	175	7	7	157	157	237	110	11484	426	28136
2008	3	24101	161	3988	420	3177	59	261	30	13	700	1097	198	34205	4213	62341
2007	4	20988		3645	1143	2556	4058	80	80			2047	162	34689	4300	97030
2006	5	11130	142	1480	705	2801	1164	447	150	138		2080	188	20425	1665	117455
2005	6	10418	12	1379	172	1525	2901	189	340	120	929	1492	71	19239	1106	136894
2004	7	13152	31	644	400	1036	1336	314	604	200	929	849	40	19191	584	155885
2003	8	8288	500	701	30	537	144	348	604	200	776	794	84	12986	300	168871
2002	9	9000	22	624		298	203	800	400	100	2719	950	100	15216	249	184087
2001	10	10468		881		564		1433	800	100	1800	900	100	17046	181	201133
2000	11	7800		900		700		3304	800	100	4304	1000	100	19008	104	220141
1999	12	3500		200				3000	2000		2500	1200		12400		232541
1998	13	3300		100				1000	2000		2400	1000		9800		242341
1997	14	3800						1600	2000		3200	1800		12400		254741
1996	15	3800		400		500		1400	700	200	2000	800	400	9700		264441
1995	16	4000	700	300		100		1700	400	200	2300	2300	1400	13400		277841
1994	17	13000	2000	500	4000	2500	1059	1000	1000	300	5800	1700	600	32459		310300
Парк, из них за		166325	3666	17885	6860	17686	12999	17189	11311	1634	30516	20448	3671			310300
сроком амортизации		27400	2700	1900	4000	3100	0	14496	9700	900	24304	10700	2800			101400
д.с.		13306000	219960	5723200	1044000	2918840	1689870	945395	1470430	114380	2746440	572544	91775			30843834
NE	%	43,1	0,7	18,6	3,4	9,5	5,5	3,1	4,8	0,4	8,9	1,9	0,3	100,0		
Средняя мощность тракторов в 2010 году																
89,40 л.с.																
Процент тракторов за сроком амортизации																
32,68 %																

Рисунок 2 – Экранное изображение таблицы количественно-возрастного состава тракторного парка СХО на конец 2010 г.

максимальный возраст тракторов; средняя мощность трактора в парке, в закупке и в списании.

В третьей главе «Теоретические предпосылки оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка» для раскрытия причин сокращения тракторного парка механизированная технология представлена как ресурсопроводящая система. Проведена классификация затрат и потерь, возникающих в условиях ограниченности ресурсов, а также разработаны аналитические зависимости их определения.

Для изучения процессов, приводящих к сокращению ресурсного обеспечения, механизированное сельскохозяйственное производство представлено в виде ресурсопроводящей системы (рисунок 3). В нашем случае мы должны рассмотреть ресурсные потоки, включающие: основные фонды – тракторный парк – M (количество тракторов), пашня – Π (площадь пашни), фонд амортизации МТП – Φ (тыс. руб.); оборотные средства – C (тыс. руб.); трудовые ресурсы – K (количество рабочих мест).

Для прибыльного или консервативного состояния производства основное уравнение ресурсного баланса машинно-тракторного парка (M) имеет вид:

$$M_2 = M_1 - \Delta M_{1И} + \Delta M_{1\Phi} + \Delta M_{1Д} \geq M_1, \quad (2)$$

откуда

$$\Delta M_{1\Phi} + \Delta M_{1Д} \geq \Delta M_{1И}. \quad (3)$$

То есть закупка техники из фонда амортизации и дохода предприятия больше или равна износу (списанию) парка.

При убыточном состоянии производства уравнение ресурсного баланса имеет другой вид:

$$M_2 = M_1 - \Delta M_{1И} + \Delta M_{1\Phi} < M_1 \quad (4)$$

или $\Delta M_{1\Phi} < \Delta M_{1И}$ (закупка меньше списания).

Появляется утечка из фонда амортизации $\Delta \Phi_{1С}^M$, а также альтернативная цена (или вмененные издержки) в виде сокращения парка $\Delta M_{1А}$:

$$\Delta M_{1А} = \Delta M_{1И} - \Delta M_{1\Phi}. \quad (5)$$

Кроме количественного сокращения парка, квалифицируемого как цена потерь, на которую готов идти предприниматель из принципа безусловной сохранности работоспособности предприятия, возникает явление использования тракторов сверх срока амортизации:

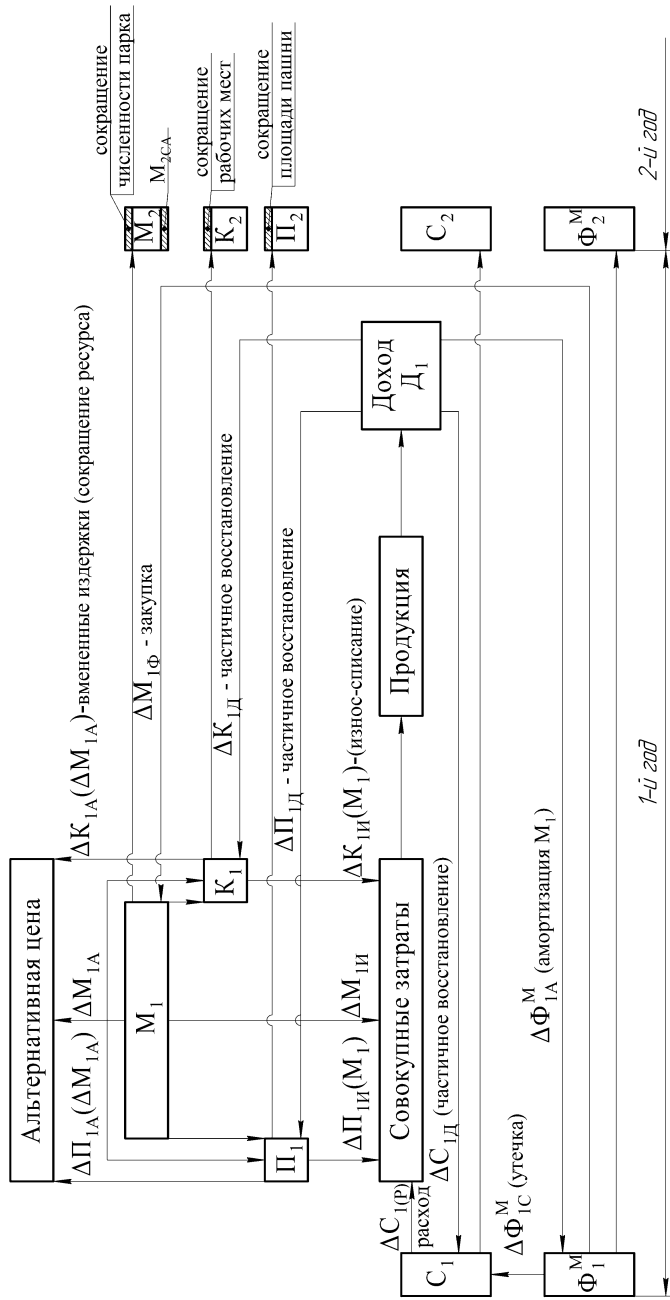


Рисунок 3 – Общая схема годового цикла переноса стоимости и восстановления ресурсного обеспечения сельскохозяйственного механизированного производства в условиях ограниченности ресурсов

$$M_2 = M_{2A} + M_{2CA}, \quad (6)$$

где M_{2A} , M_{2CA} – количество тракторов, используемых соответственно до и сверх срока амортизации.

В общей схеме годового цикла переноса стоимости и частичного восстановления ресурсного обеспечения механизированного сельскохозяйственного производства в условиях ограниченности ресурсов (см. рисунок 3) в качестве вмененных издержек, составляющих альтернативную цену, следует рассматривать сокращение тракторного парка ΔM_{1A} , которое определяет потери пашни $\Delta \Pi_{1A}(\Delta M_{1A})$ и потери трудового ресурса в виде сокращения рабочих мест $\Delta K_{1A}(\Delta M_{1A})$. В этом случае полную себестоимость $C_{пол}$ следует рассматривать как состоящую из двух составляющих:

$$C_{пол} = C_{np} + C_{yb}, \quad (7)$$

где C_{np} – составляющая, соответствующая затратам на производство при восстановлении ресурсов; C_{yb} – дополнительная составляющая, возникающая при сокращении ресурсов производства.

Согласно данному положению, формирование количественно-возрастной структуры парка тракторов в условиях ограниченности ресурсов следует вести на основе минимизации функции цели:

$$C_{yb} = C_{CA}(M_{2CA}) + C_{\Delta P}(\Delta M_1) \Rightarrow \min, \quad (8)$$

где $C_{CA}(M_{2CA})$ – дополнительные затраты на использование тракторов за сроком амортизации M_{2CA} ; $C_{\Delta P}(\Delta M_1)$ – альтернативные издержки в виде сокращения пашни и кадрового потенциала, пропорциональные сокращению тракторного парка ΔM_1 .

В отличие от ГОСТ Р 53056-2008, в котором затраты определяются на единицу наработки, в предлагаемом критерии совокупные затраты должны быть отнесены на один среднестатистический трактор.

Для формирования предложенного критерия оптимизации дополнительные потери и затраты в условиях ограниченности ресурсов должны быть классифицированы по причинам их возникновения (рисунок 4): ухудшение технических характеристик трактора при его эксплуатации сверх срока амортизации; дефицит техники.

К затратам на эксплуатацию тракторов сверх срока амортизации относятся затраты, имеющие нарастающий с возрастом характер: затраты на техническое обслуживание и ремонт (ΔP); затраты на топливо-смазочные материалы ($\Delta \Gamma$); агрономические потери (ΔU_a) – недобор урожая из-за снижения коэффициента технической готовности, приводящего к нарушению агросроков.

Потери от дефицита техники ($\Delta \tau$) являются следствием нарушения технологического процесса производства продукции: потери от упрощения технологии (ΔU_{ym}), они возникают из-за сокращения количества операций в технологии производства; потери от нарушения севооборотов (ΔU_{nc}), возникают при неправильном чередовании культур; агрономические потери (ΔU_a) – недобор урожая из-за снижения трактороснащенности, приводящей к нарушению агросроков.

В связи с изменением показателей надежности и суммарной оперативной трудоемкости технического обслуживания, затраты на техническое обслуживание и ремонт (TOP) определяются по формуле с учетом поправочного коэффициента затрат на TOP:

$$P = \frac{B \cdot r_p}{100} \cdot k_p, \quad (9)$$

где B – балансовая стоимость трактора, руб.; r_p – норма отчислений на TOP, %; k_p – поправочный коэффициент затрат на TOP.

Поправочный коэффициент затрат на TOP определяется по формуле:



Рисунок 4 – Классификация потерь и затрат по причинам их возникновения в условиях ограниченности ресурсов

$$k_p = e^{K_p \cdot j}, \quad (10)$$

где K_p – параметр, характеризующий увеличение затрат на ремонт и техническое обслуживание, год⁻¹; j – возраст трактора, год.

Согласно имеющимся данным, $K_p = (0,012...0,048)$ год⁻¹. Величина параметра зависит от типа машины, условий эксплуатации и качества системы ТОР. Зависимость изменения поправочного коэффициента затрат на ТОР от возраста трактора, при различных K_p , представлена графически (рисунок 5).

В связи с изменением минимального удельного расхода топлива при эксплуатационной мощности затраты на топливо-смазочные материалы (ТСМ) определяются по формуле с учетом поправочного коэффициента затрат на ТСМ:

$$Г = Н \cdot Ц_T \cdot g_T \cdot N \cdot k_3 \cdot k_{см} \cdot k_G, \quad (11)$$

где H – нормативная годовая наработка трактора, мото-ч; (принимается, что наработка не зависит от возраста и от марки трактора); $Ц_T$ – цена килограмма топлива, руб./кг; g_T – удельный номинальный расход топлива кг/л.с.·ч; N – номинальная мощность трактора, л.с.; $k_3 = 0,85$ – коэффициент загрузки двигателя; $k_{см} = 1,1$ – коэффициент учета стоимости смазочных материалов; k_G – поправочный коэффициент затрат на ТСМ.

Поправочный коэффициент затрат на ТСМ определяется по формуле:

$$k_G = 0,0016 \cdot j^2 + 0,0435 \cdot j + 0,9565. \quad (12)$$

Зависимость изменения поправочного коэффициента затрат на ТСМ от возраста трактора представлена графически (рисунок 6).

Агрономические потери урожая (V_a), связанные со снижением коэффициента технической готовности и трактороснащенности, определяем по формуле:

$$V_a = \gamma \cdot y \cdot \delta \cdot \psi \cdot \left(\frac{A_H}{\chi \cdot K_{mz}} - A_H \right), \quad (13)$$

где γ – нагрузка на трактор, га/тр.; y – урожайность, кг/га; δ – потери урожая при отклонении от нормативного агросрока на один день, дн⁻¹; ψ – стоимость одного килограмма урожая, руб./кг; A_H – нормативный агросрок проведения сельскохозяйственной операции, дн.; χ – коэффициент увеличения агросрока, зависящий от трактороснащенности; K_{mz} – коэффициент увеличения агросрока,

зависящий от коэффициента технической готовности, изменяющийся с возрастом трактора.

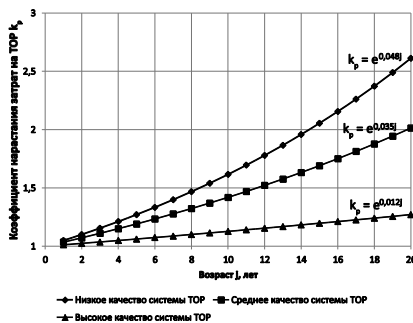


Рисунок 5 – Зависимость изменения поправочного коэффициента затрат на ТОР от возраста трактора

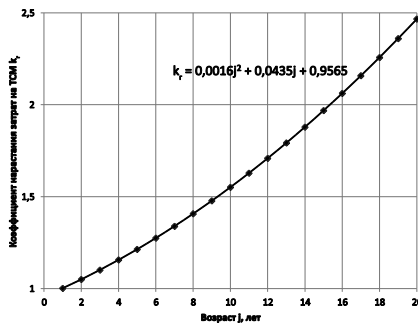


Рисунок 6 – Зависимость изменения поправочного коэффициента затрат на ТСМ от возраста трактора

Коэффициент увеличения агросрока, зависящий от тракторооснащенности, определяется по формуле:

$$\chi = \frac{\gamma_{норм}}{\gamma_{тек}}, \quad (14)$$

где $\gamma_{норм}$ – нормативная нагрузка на трактор, га/тр.; $\gamma_{тек}$ – текущая нагрузка на трактор, га/тр.

Коэффициент увеличения агросрока, зависящий от возраста трактора, связан с коэффициентом технической готовности и определяется по формуле:

$$K_{mz} = e^{-\theta \cdot j}, \quad (15)$$

где θ – параметр, характеризующий интенсивность изменения коэффициента технической готовности, год⁻¹.

Коэффициент отклонения реального агросрока от нормативного в зависимости от тракторооснащенности и возраста трактора представлен на графике (рисунок 7).

Потери от упрощения агротехнологии ($Y_{ум}$) и нарушения севооборотов ($Y_{ис}$) определяются по формуле:

$$Y_{ум} + Y_{ис} = \frac{Y \cdot \varepsilon}{100} \cdot \Delta \tau, \quad (16)$$

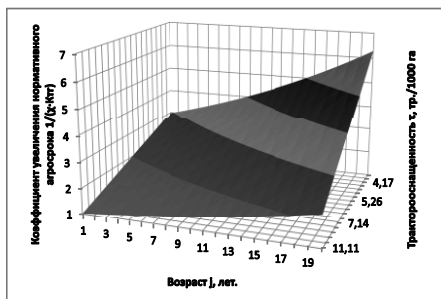


Рисунок 7 – Коэффициент отклонения реального агросрока от нормативного в зависимости от тракторооснащенности и возраста трактора

перенесенная стоимость одного трактора, руб./тр.; ΔS – сокращение площади пашни, га; Y – перенесенная стоимость одного гектара пашни, руб./га; Δr – сокращение количества рабочих мест, р.м.; Z – перенесенная стоимость одного рабочего места, руб./р.м.

В четвертой главе «Результаты проведенных исследований» представлены разработанные методика определения оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка, компьютерная программа для реализации методики, приведена эмпирическая модель определения оптимального возраста списания тракторного парка, описаны параметры модельного хозяйства, проведен расчет оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка модельного хозяйства по методике и эмпирической модели.

Для нахождения точки списания необходимо критерий (8) представить в виде:

$$Z^{\Sigma} = Z_{CA}(n_{09}^{CA} - n_{10}^3 - \Delta n_{10}^n) + I_{ПВ}(n_{10}^3 + \Delta n_{10}^n) \Rightarrow \min, \quad (18)$$

где Z_{CA} – перерасход денежных средств на использование тракторов, работающих сверх срока амортизации, млрд руб.; n_{09}^{CA} – количество тракторов за сроком амортизации в 2009 г., тыс. тр.; n_{10}^3 – закупка тракторов в 2010 г., тыс. тр.; Δn_{10}^n – сокращение тракторного парка в 2010 г., тыс. тр.; $I_{ПВ}$ – потерянная выгода, возрастающая с сокращением количества тракторов в парке, млрд руб.

где Y – объем произведенной продукции, руб.; ε – процент потери продукции при сокращении тракторооснащенности на 1 тр./1000 га, %·(тр./1000 га); $\Delta \tau$ – отклонение тракторооснащенности от нормативной, тр./1000 га.

Потерянная выгода, связанная с сокращением тракторного парка, будет определяться по формуле:

$$I_p = \Delta n \cdot X + \Delta S \cdot Y + \Delta r \cdot Z, \quad (17)$$

где Δn – сокращение тракторного парка, тр.;

Область определения $n_{10}^z \geq n \geq n_{09}^{CA}$.

Для этого необходимо построить эти зависимости на количественно-возрастной шкале тракторного парка (рисунок 8).



Рисунок 8 – Определение сокращения тракторного парка Δn_{10}^n в 2010 г. из числа эксплуатируемых сверх срока амортизации, как соответствующих минимальным совокупным затратам $Z_{min}^{\Sigma} : n_{09}^{CA}$ – количество списываемых тракторов в 2009 г., тыс. тр.

После построения, путем суммирования, определяется кривая совокупных затрат Z^{Σ} . Эта кривая аппроксимируется полиномом второй степени и определяется точка, в которой производная данной функции равна нулю. Эта точка на количественно-возрастной шкале и будет соответствовать оптимальному количественно-возрастному составу тракторного парка.

В рассмотренном примере тракторный парк 2009 г. составлял 330 тыс. тр. с предельным возрастом 17 лет. При закупке в 2010 г. 16,7 тыс. тр. парк имел в своем составе 32,9 тыс. тр. с возрастом 17 лет, которые в 2010 г. должны были увеличить возраст до 18 лет. При закупленных новых тракторах и соответствующем списании такого же количества тракторов на количественно-возрастной шкале определяется точка А как нулевая для расчета количества сокращаемых тракторов с пропорциональным увеличением доли совокупных затрат, отражающих упущенную выгоду $I_{ПВ}$. Одновременно в соответствии с точкой А на количественно-возрастной шкале определяется точка В на составляющей совокупных

затрат Z_{CA} , описывающей изменение затрат, связанных с техническими характеристиками тракторов, эксплуатируемых сверх срока амортизации, и которые при сокращении парка должны уменьшаться.

Проведенные в соответствии с указанной методикой расчеты позволили оценить для парка 2010 г. минимальные значения части совокупных затрат, составляющих сумму перерасхода и потеряннной выгоды в размере 52,2 млрд руб. при осуществленной закупке 16,7 тыс. тр. и списании 36,4 тыс. тр. в возрасте 18 лет при общем сокращении на 19,7 тыс. тр. (18 лет), что соответствует фактическому состоянию парка тракторов СХО 310,3 тыс. тр., зафиксированных в статистическом сборнике Росстат.

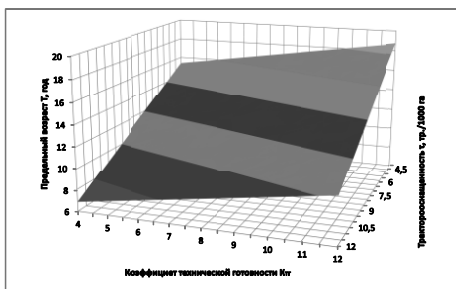
В результате анализа тракторного парка РФ были получены данные об изменении коэффициента технической готовности, тракторооснащенности и предельного возраста эксплуатации за период с 1990-го по 2010 г. в СХО РФ.

В результате обработки этих экспериментальных данных с помощью методов теории планирования экспериментов получена эмпирическая зависимость, представленная в виде множественной линейной регрессии:

$$T = 32 - 14,1K_{mc} - 1,1\tau, \quad (19)$$

где T – предельный возраст эксплуатации, лет; K_{mc} – коэффициент технической готовности; τ – тракторооснащенность, тр./1000 га.

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,97$ говорит о весьма



высокой взаимосвязи между параметрами множественной регрессии.

Построим матрицу планирования эксперимента. Коэффициент технической готовности будет изменяться в диапазоне от 0,6 до 1 с шагом 0,05, тракторооснащенность будет изменяться в диапазоне от 4 до 12 с шагом 1.

При реализации матрицы планирования эксперимента были

Рисунок 9 – Поверхность отклика предельного возраста в зависимости от тракторооснащенности и коэффициента технической готовности

получены 81 экспериментальная точка предельного возраста тракторного парка. Эти данные представлены графически в виде поверхности отклика (рисунок 9).

Расчеты по методике оптимизации тракторного парка выполнялись на примере модельного хозяйства, с помощью компьютерной программы. Параметры тракторного парка модельного хозяйства с помощью логистической зависимости, тракторооснащенности от количества тракторов в парке СХО РФ, были приведены в соответствие с параметрами тракторного парка РФ в 2004-м и 2009 г. с тракторооснащенностью равной 6,75 и 4,55 тр./1000 га соответственно.

В пятой главе «Экономическая эффективность исследований» приведена оценка сравнительной экономической эффективности применения разработанной методики оптимизации в модельном хозяйстве. По сравнению с исходным, состоянием тракторного парка хозяйства условно, соответствующем состоянию тракторного парка СХО РФ в 2004-м и 2009 г., применение разработанной методики оптимизации позволило при коэффициенте технической готовности 0,76 в зависимости от разных уровней тракторооснащенности ($\tau=6,75\div 4,55$ тр./1000 га) обеспечить уменьшение совокупных затрат на 7,59-1,2 млн руб. (20,9-10,0%), а удельных затрат на 1829-364 руб./га.

Экономическая эффективность применения методики оптимизации свидетельствует о целесообразности использования ее в реальных хозяйствах с конкретными производственными параметрами.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ ресурсного обеспечения сельскохозяйственных организаций Российской Федерации с 1990-го по 2010 г. показал, что сокращение тракторного парка в 4,4 раза (с 1365,6 до 310,3 тыс. тр.), тракторооснащенности – в 2,4 раза (с 10,6 до 4,4 тр./1000 га), площади пашни – в 1,8 раза (со 129,0 до 70,76 млн га), количества занятых работников – в 5 раз (с 9,5 до 1,9 млн чел.) сопровождается массовой эксплуатацией тракторов за сроком амортизации непрогнозируемого предельного возрастного состава.

Дефицит ресурсного обеспечения приводит к нарушению оптимальных агротехнических сроков выполнения технологических

операций, упрощению технологий, нарушению севооборотов, вызывающих значительные потери и недобор продукции.

2. Разработана схема механизированного сельскохозяйственного производства как ресурсопроводящей системы, в которой тракторный парк, как базовый ресурс, взаимодействует с площадью пашни (га) и количеством рабочих мест (р.м.) в соответствии с эквивалентным соотношением:

$$1\text{тр.} = 48\text{га} = 6,4\text{р.м.},$$

где 1 тр. – среднестатистический трактор в парке СХО РФ.

3. Разработана база данных, позволяющая описать текущее состояние тракторного парка СХО РФ и его прогнозные характеристики как технической системы, реализующей машинные технологии, включая помарочное количество, возраст, мощность, среднюю мощность трактора в парке, среднюю мощность трактора в закупке, общую мощность парка и др.

4. Разработаны аналитические зависимости изменения технических характеристик тракторов и соответствующих им составляющих совокупных затрат, связанных с возрастом тракторов, эксплуатируемых за сроком амортизации в диапазоне от 10 до 20 лет, и дефицитом техники $\Delta\tau$, включая: удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт; удельные затраты на топливо-смазочные материалы; агрономические потери, связанные с коэффициентом технической готовности и тракторососнащенностью; потери от упрощения технологий; потери от нарушения севооборотов.

5. Разработана методика определения оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка на основе минимизации совокупных затрат, учитывающих затраты на использование тракторов, работающих сверх срока амортизации, и потери машинных технологий, связанные с ресурсными характеристиками тракторного парка (возраст, количество, тракторососнащенность), а также представляемых упущенной выгодой в виде сокращения тракторного парка, площади пашни и рабочих мест.

6. Разработана программа для ЭВМ, позволяющая по предложенной методике проводить расчетное определение предельного возраста и количества списываемых тракторов в парке СХО.

7. Для условий модельного хозяйства определена экономическая эффективность оптимизации количественно-

возрастного состава тракторного парка, которая при коэффициенте технической готовности 0,76 в зависимости от разных уровней тракторооснащенности ($\tau=6,75 \div 4,55$ тр./1000 га) соответствует уменьшению совокупных затрат на 7,59-1,2 млн руб. (20,9-10,0%) или удельных затрат на 1829-364 руб./га.

Публикации:

В изданиях, рекомендованных ВАК

1. Лавров, А.В. Условия восстановления тракторного парка сельскохозяйственного производства как системы с ограниченными ресурсам / В.Г. Шевцов, А.В. Лавров // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 2. – С. 3-6.

2. Лавров, А.В. Формирование количественно-возрастного состава тракторного парка в условиях убыточного сельскохозяйственного производства / В.Г. Шевцов, А.В. Лавров // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 3. – С. 3-6.

3. Лавров, А.В. Программа оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка хозяйства как системы с ограниченными ресурсами / А.В. Лавров // Труды ГОСНИТИ. – М.: ГНУ ГОСНИТИ. – 2013. – Т.111. Ч.1.– С. 96-98.

В других изданиях и материалах конференций

4. Лавров, А.В. Оценка ресурса тракторного парка сельскохозяйственных организаций при использовании тракторов за сроком амортизации / В.Г. Шевцов, А.В. Лавров // Труды 7-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве» (18-19 мая 2010 г., Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. – М.: ГНУ ВИЭСХ. – 2010. – Ч.2. – С. 34-38.

5. Лавров, А.В. База данных «Количественно-возрастной состав парка тракторов сельскохозяйственных организаций российской федерации по годам (за период 1990-2009 гг.) / В.Г. Шевцов, А.В. Лавров // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии и техническое обеспечение производства зерна» (5-6 октября 2010 г., Москва). – М.: ВИМ. – 2010. – С. 392-396.

6. Лавров, А.В. Функциональная роль трактора в формировании машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций России / А.В. Лавров // Сборник научных докладов

Международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии и техническое обеспечение производства зерна» (5-6 октября 2010 г., Москва). – М.: ВИМ. – 2010. – С. 415-419.

7. Лавров, А.В. Методика определения количества и предельного возраста списываемых тракторов, эксплуатируемых сверх срока амортизации, в условиях развития системы с ограниченными ресурсами / В.Г. Шевцов, А.В. Лавров // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства» (5-6 октября 2011 г., Москва). – М.: ВИМ. – 2011. – Ч.2. – С. 21-29.

8. Лавров, А.В. Схемы годовых циклов переноса и восстановления ресурса тракторного парка в зависимости от экономического состояния производства / В.Г. Шевцов, А.В. Лавров // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства» (5-6 октября 2011 г., Москва). – М.: ВИМ. – 2011. – Ч.2. – С. 126-133.

9. Лавров, А.В. Ресурсное наполнение и потери механизированных технологий производства продукции растениеводства / А.В. Лавров // Труды 8-й Международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве (16-17 мая 2012 г., Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. – М.: ГНУ ВИЭСХ. – 2012. – Ч.2. – С. 255-260.

10. Лавров, А.В. База данных «Выбывание пашни России из активного сельскохозяйственного оборота в связи изменениями количественно-возрастных характеристик тракторного парка (за период 1990-2010 гг.)» / В.Г. Шевцов, О.А. Сизов, А.В. Лавров // Сборник научных докладов XII Международной научно-технической конференции «Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем» (10-12 сентября 2012 г., Углич). – М.: Известия. – 2012. – Ч.2. – С. 98-106.

Свидетельства о государственной регистрации

11. Лавров, А.В. База данных «Справочно-информационная база данных по сельскохозяйственным агрегатам с учетом технического уровня тракторов и сельскохозяйственных машин» /

Шевцов В.Г., Соловейчик А.А., Лавров А.В., № 2010620268 от 25.03.2010 г.

12. Лавров, А.В. Программа для ЭВМ «Программный комплекс эксплуатационно-технологической оценки машинно-тракторных агрегатов на этапе проектирования с учетом показателей технического уровня тракторов и сельскохозяйственных машин» / Соловейчик А.А., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Селезнева Е.П., № 2010615721 от 08.07.2010 г.

13. Лавров, А.В. База данных «Количественно-возрастной состав по годам (за период с 1990-2009 год) парка тракторов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)» / Шевцов В.Г., Соловейчик А.А., Лавров А.В., Селезнева Е.П., № 20106200595 от 08.10.2010 г.

14. Лавров, А.В. База данных «Технологии и технические средства для восстановительных обработок неиспользуемых и запущенных угодий» / Сизов О.А., Лобачевский Я.П., Шевцов В.Г., Соловейчик А.А., Лавров А.В., Селезнева Е.П., № 2012620107 от 23.08.2012 г.

15. Лавров, А.В. Программа для ЭВМ «Программа оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка хозяйства как системы с ограниченными ресурсами» / Лавров А.В., Шевцов В.Г., Соловейчик А.А., Русанов А.В., № 2012619802 от 30.10.2012 г.

16. Лавров, А.В. База данных «Выбывание пашни России из активного сельскохозяйственного оборота всех типов сельскохозяйственных производств и сокращение тракторного парка сельскохозяйственных организаций (за период 1990-2010 гг.)» / Сизов О.А., Лобачевский Я.П., Шевцов В.Г., Соловейчик А.А., Лавров А.В., Селезнева Е.П., № 2012621151 от 09.11.2012 г.

Подписано в печать 09.04.13. Формат бум. 60×90 1/16. Усл. печ. л 1,5.
Тираж 100 экз. Зак. № 31

Типография ГНУ ВИМ Россельхозакадемии
Москва, 109428, 1-й Институтский проезд, д. 5
