



Дидманидзе О.Н., Тойгамбаев С. К.

М О Н О Г Р А Ф И Я

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**





МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дидманидзе О.Н., Тойгамбаев С.К.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

МОНОГРАФИЯ

Москва 2021

Авторы: **Дидманидзе Отари Назирович** д.т.н. профессор, академик РАН, заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили», РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева;

Тойгамбаев Серик Кокибаевич к.т.н., профессор кафедры «Технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева;

Рецензенты:

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили, тракторы и технический сервис» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» **Хакимов Р. Т.**

доктор технических наук, профессор заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева **Апатенко А.С.**

Дидманидзе О.Н., Тойгамбаев С.К.

Взаимосвязь качества технической эксплуатации и эффективности использования машин в растениеводстве Республики Казахстан. Монография. –М.: Издательство «Спутник +», 2021. – 162с.

В данной монографии рассматриваются вопросы технической эксплуатации машин, эффективность их использования в системе растениеводства Республики Казахстан. Уровень технической готовности машин в зависимости от площадей и оснащённости производственно технических баз ремонта и технического обслуживания. Даны расчеты и рекомендации для хозяйств в поиске путей повышения уровня технической эксплуатации машин.

УДК 621.7. 621.17. 631.3.

Табл. 21. Ил. 17.
© Издательство «Спутник+»

Москва 2021

ВВЕДЕНИЕ

Решение вопросов реорганизации сельского хозяйства и реформирования а и агропромышленного сектора в Республике Казахстан были заложены в начале 90-х годов прошлого столетия, основной целью реформ является определение пути развития растениеводства и сельского хозяйства в целом в условиях других форм собственности продиктованных рыночными условиями. Законодательные акты и постановления Правительства позволили создать условия для перехода колхозно – совхозных форм собственности в организованные крестьянские и фермерские хозяйства, а также хозяйства с совместно - долевой формой собственности на средства производства [22, 23, 41, 43, 140]. При этом к 2018 году государственный сектор в АПК сократился до 0,3% по сравнению с 1991 годом.

Благодаря этому агропромышленный комплекс Казахстана за период с 1993 по 2017 годы создал свыше 120 тыс. крестьянских хозяйств. Так например в Костанайской области республики создано 2498 различных сельскохозяйственных формировании, одних крестьянских хозяйств 2197 (88%), акционерных обществ – 55 (2,2%), товариществ с ограниченной ответственностью ТОО – 197 (7,9%), производственных кооперативов 42 (1,7%) государственные хозяйства 7 (0,2%) [45, 46 47].

В результате аграрной реформы, было создано многоукладное сельскохозяйственное производство. Но создание многоукладного сельскохозяйственного производства в первые годы реорганизации сельского хозяйства республики привело к техническому и технологическому кризису. Постепенный подъем сельского хозяйства страны начался с 2005 года.

Из-за разорванных экономических и производственных связей как между хозяйствами, так и между большими предприятиями производителями сельхозтехники и поставщиками запасных частей ситуация в секторе растениеводства и агропромышленном комплексе Казахстана пришла в упадок. Создавая условия для приватизации государство в не достаточной степени подошло к решению вопроса технического и технологического оснащения сельского хо-

зяйства страны в целом [22, 23]. Не были созданы условия равные для всех по обеспечению предприятия занятых в растениеводстве необходимой техникой и запасными частями к ним на рыночной основе. Многие частные хозяйства решали проблемы точно, закупая друг у друга машины и оборудования, закупали импортную технику на свой страх и риск, самостоятельно проводилось техническое перевооружение хозяйств. Уменьшался количественный состав машино – тракторного парка, снижалась квалификация рабочих занятых в агропромышленном комплексе [1]. Вследствие экономического кризиса и резко стали повышаться цены на новую отечественную технику и ее обслуживание, это привело к простоям, а затем и закрытию некоторых крупных производителей техники для сельского хозяйства. Все это привело к упадку агропромышленного производства в целом по стране, снизились объемы посевных площадей с 19,3 млн. га в 2000 году до 12,2 млн. га к 2010 году, энергетические мощности с 792 тыс. кВт. 1993 -2000 годах до 609 тыс. кВт. к 2010 - 2012 годам., поставки тракторов или закупка их снизилась в 7- 8 раз по сравнению с 1993 годом.

До 1993 года вопросы обеспечения техникой, замены её, ценообразования и обслуживания машин и другие вопросы решались государственными методами. В переходной период к рыночным отношениям, государственное регулирование практически отсутствовало. Выявились несовершенство межотраслевых взаимоотношений между системой машиноиспользования (потребителями сельскохозяйственной техники) и сельскохозяйственным машиностроением.

В хозяйствах образовался диспаритет цены на продукцию растениеводства и закупаемыми удобрениями, горючее смазочными материалами, агрегатами и запасными частями к тракторам и сельхоз. оборудованию, из-за чего у хозяйств упала платежеспособность. Конечно все это отразилось на количественном и качественном составе машино – тракторного парка в целом, что в свою очередь приводило к снижению механизированных работ, что отражалось на урожайности растениеводства, потерях на всех стадиях возделывания сельхоз культур.

Одной из главных задач в повышении эффективности эксплуатации машинно-тракторного парка является оптимизация расхода трудовых и материальных ресурсов на поддержание техники в работоспособном состоянии. Особая роль в снижении затрат в процессе эксплуатации принадлежит мероприятиям по улучшению эксплуатационно-технологических свойств конструкций машин, основной смысл которых заключается в обеспечении приспособленности их составных частей к проведению технического и технологического обслуживания.

Агротехника возделывания культур в растениеводстве все более совершенствуется, особенно орошаемые культуры.. Модернизация машин и технических систем может и не успевать за стремительным развитием технологии в растениеводстве, а замена парка машин новыми или модернизированными в хозяйствах проводится медленно.

Основная и объемная по масштабам работа в растениеводстве – это пахотные работы с почвой.

При обработке почвы технические средства подбираются с учетом почвенно-климатических условий, особенностей почв и их генезиса, возможностей засоления и уплотнения. За последние годы изменяются требования и сами задачи обработки почвы, что связано с тем что, стали широко применяться более совершенные средства механизации. Были проведены работы по исследованию влияния на всхожесть зерновых модернизированного объемного рыхлителя РГ Патент на изобретение № 2500092 «Комбинированное орудие для глубокого рыхления почвы с внесением удобрений» который успешно зарекомендовал себя на зерновых полях Костанайской области и России [58, 59, 60]. Была разработана методика экономической оценки влияния конструктивных изменений на суммарные удельные технологические энергозатраты по отдельным годам.

Сегодня недостаточно оснастить производственные организации современной высокопроизводительной техникой. Необходимо обеспечить эффективное взаимодействие технического обеспечения машин и технологического оснащения производственно технической базы предприятия. В зависимости от сложности конструкций машин и степени их приспособленности к технической экс-

плуатации во многом зависит и эффективность использования технических служб.

Только при наличии высокой степени взаимной приспособленности производственно технической базы и обслуживаемых машин может полностью реализоваться заложенный в них потенциал.

Для повышения эксплуатационно-технологических свойств отечественных машин необходимо систематически принимать комплексные меры по обеспечению качества и надежности их конструкций, активно внедрять информационные технологии и передовой опыт зарубежных производителей.

При отсутствии таких мер будут постоянно возрастать трудовые и материальные затраты на эксплуатацию машин и оборудования в целом.

Таким образом, основными направлениями экономического и социального развития отрасли является осуществление целенаправленного технического перевооружения сельскохозяйственного производства за счет увеличения поставок как новых машин, так и за счет создания условий для обеспечения высокого уровня эксплуатационной технологичности поставляемых машин, приспособленных к применению передовых энергосберегающих технологий земледелия и растениеводства.

РАЗДЕЛ I

1. Уровень качества технической эксплуатации машин и ее эффективность

Работоспособность и исправность машинотракторного парка достигается рациональной ее эксплуатацией, которая включает совокупность работ по техническому обслуживанию, ремонту и хранению [46]. Эти работы оцениваются уровнем технической эксплуатации машин.

Наиболее подробно вопросы оценки уровня технической эксплуатации машин представлены в работах Алехина В.В., Бабченко П.А., Забродского В.М., Барама Х.Г., Соломюша А.П., Синева Ю.В. Сазонова С.И., Лезина П.П., Лебедева А.Т., Гошшша Г.Е., Хованских А.И., Ульмана И.Е., О.Н. Дидманидзе, В.А. Евграфов и др.

В своих работах они показывают, что уровень технической эксплуатации машины определяется обобщающими и частными факторами. К обобщающим факторам относятся: - уровень технического обслуживания;

- уровень текущего ремонта;
- качество применяемых топлива и масел;
- качество хранения машин;
- подготовленность механизаторских кадров;
- обеспеченность хозяйства материально-техническими средствами
- организационно-технический уровень инженерной службы хозяйств.

Изучение работ упомянутых авторов показало, что применительно к технике, используемой в сельском хозяйстве, необходимо уточнение обобщающих и частных факторов и их весомостей с учетом региональной специфики эксплуатации машинотракторного парка.

Для определения эффективности влияния на уровень технической эксплуатации машинотракторного парка в сельскохозяйственных производственных организациях выше перечисленных обобщающих факторов был выбран метод экспертных оценок.

1. 1. Основы методики проведения экспертного опроса

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработки результатов. Комплексное использование интуиции, логического мышления и количественных оценок с их формальной обработкой позволяет получить эффективное решение проблемы [36,39,69,71]. При выполнении своей роли эксперты выполняют следующие основные функции:

- формируют и уточняют основные и частные факторы, определяющие уровень технической эксплуатации сельскохозяйственных машин;
- проводят измерение характеристик факторов.

Не каждый специалист может быть экспертом. Он должен обладать определенными способностями:

- видеть и формулировать насущные проблемы и альтернативные пути их решения;
- решать проблемы, метод решения которых полностью или частично неизвестен;
- противопоставлять предубеждениям и массовым мнениям, имеющим определенную инерцию, собственное, независимое;
- видеть проблему с различных точек зрения.

Помимо этого эксперт должен обладать глубокими знаниями и опытом практической деятельности в исследуемой области. Для выявления факторов, определяющих уровень технической эксплуатации машинно –тракторного парка, в качестве экспертов выступали преподаватели кафедры "Технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства" Российского государственного аграрного университета –МСХА им. К.А. Тимирязева, специалисты областного управления сельского хозяйства Костанайской области Республики Казахстан, ведущие инженерно-технические работники хозяйств отдельно взятого региона Республики Казахстан, ведущие инженерно-технические работники региона.

Сначала была проведена оценка компетентности экспертов, оцениваемая коэффициентом компетентности K , который вычисляется на основе суждений эксперта о степени своей информированности по решаемой проблеме. Коэффициент компетентности вычисляется по формуле:

$$K = -\frac{1}{2}(R_{и} + R_{о}), \quad (1.1)$$

где $R_{и}$ - коэффициент информированности по проблеме, получаемой на основе самооценки эксперта по 10-ти балльной шкале;

$R_{о}$ - коэффициент аргументации, получаемой в результате суммирования баллов по эталонной таблице 1.1.

При этом:

- если $R_{о} = 1,0$, то степень влияния всех источников высокая;
- если $R_{о} = 0,8$ – то средняя;
- если $R_{о} = 0,5$ – то низкая.

Коэффициент компетентности $0 < R_{о} \leq 1$.

Таблица 1.1. Определение коэффициента аргументации

Источник аргументации	Степень влияния источника на Ваше мнение		
	Высокое	Среднее	Низкое
Проведенный Вами теоретический анализ	0,3	0,2	0,1
Ваш производственный опыт	0,5	0,4	0,2
Обобщение работ отечественных авторов	0,5	0,5	0,5
Обобщение работ зарубежных авторов	0,5	0,5	0,5
Ваше личное знакомство с состоянием дел за рубежом	0,5	0,5	0,5
Ваша интуиция	0,5	0,5	0,5

Достоверность экспертизы в значительной мере зависит от числа экспертов, определяемого по формуле:

$$R = \frac{1}{E} \frac{2,8}{L(N - 1)}, \quad (1.2)$$

где E - абсолютная погрешность;

L уровень доверительной вероятности;

k - число ранжированных фактов.

При $E = 0,05$, $L = 0,95$ и $N = 5$ число экспертов равно 15 человек.

Для уточнения и определения весомостей обобщенных и частных факторов экспертам давался опросный лист. От экспертов требовалось оценить факторы по 10-ти бальной шкале. В таблице 1.2 представлена оценка в баллах важности обобщающих факторов на повышение уровня технической эксплуатации, полученных от 15 экспертов

Таблица 1.2 Оценка важности обобщающих факторов (баллы)

Основные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Качество проведения ТО	10	9	10	9	10	9	10	10	9	9	10	9	9	10	10
Качество проведения текущего ремонта	7	6	6	8	10	6	7	6	7	6	6	7	6	7	7
Качество применяемых ТСМ	7	7	6	7	6	6	6	7	7	7	6	5	5	6	8
Квалификация машинистов	10	4	8	6	7	5	5	7	6	5	5	4	7	7	7
Качество хранения машин	4	4	8	4	7	4	3	4	5	4	4	3	4	5	5

Как видно из приведенной таблицы эксперты считают, что на уровень технической эксплуатации машинотракторного парка в основном играют первые три обобщенные факторы и в меньшей степени остальные два фактора.

Показателем обобщенного мнения может служить среднее статистическое значение оценки определенного фактора, определяемого в баллах или в виде коэффициентов весомостей.

Оценка n -го фактора в баллах

$$P = \sum_{k=1}^K \frac{C_{kn}}{K}, \quad (1.3)$$

где C_{kn} - оценка R -м экспертом важности n -го фактора;

K - число экспертов.

При известном качественном распределении частных факторов по ранжиру вопрос о нормировании веса частных факторов решается с помощью нормирующей функции.

Степень согласованности мнений экспертов по всем обобщающим и частным факторам оценивается коэффициентом конкордации:

$$W = \frac{12 \sum_{n=1}^N (S_n - \bar{S})^2}{K^2(N^3 - N) - K \sum_{k=1}^K Tk}, \quad (1.4)$$

где $S_n = \sum_{k=1}^k Rkn$ – сумма рангов, присвоенных экспертами n-му фактору;

Rkn – ранг n-го фактора, назначенный k-м экспертом;

$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{N=1}^N S_n$ – среднее значение суммы рангов;

$Tk = \sum_{N=1}^{mk} (t^3_{км} - t_{км})$ – время совпадений мнений экспертов;

$t_{км}$ – число одинаковых рангов m-го типа в оценках k-го эксперта;

mk – число видов факторов с совпавшими рангами в оценках эксперта.

Коэффициент конкордации изменяется в пределах от нуля до единицы, причем $W=1$ соответствует полной согласованности мнений экспертов.

В качестве количественной оценки степени этой случайности используется уровень значимости коэффициента конкордации, оцениваемый по критерию Пирсона $\gamma^2_{\text{расч.}}$:

$$\gamma^2_{\text{расч.}} = \frac{12 \sum_{n=1}^N (S_n - \bar{S})^2}{KN(N + 1) - \sum_{k=1}^k \frac{Tk}{N - 1}}. \quad (1.5)$$

Если табличное значение критерия для 5%-ного уровня значимости при числе степеней свободы $m = N - 1$ меньше расчетного, $\gamma^2_{\text{расч.}}$ то гипотеза о наличии согласия экспертов при ранжировании факторов принимается. Алгоритм метода экспертных оценок включает следующие основные этапы:

1. Определение нормированных оценок, данных экспертами:

$$Bkn = \frac{C_{kn}}{\sum_{n=1}^N C_{kn}}, \quad (1.6)$$

2. Определение средних значений весовых коэффициентов для каждого фактора:

$$Bn = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k Bkn, \quad (1.7)$$

3. Определение среднеквадратических отклонений весовых коэффициентов:

$$n = \sum_{k=1}^k (Bkn - \overline{Bn})^2 \frac{1}{K}, \quad (1.8)$$

4. Определение коэффициента вариации:

$$Wn = \frac{n}{Bn}, \quad (1.9)$$

5. Переход от таблицы оценок в баллах к таблице рангов. Процедура перехода состоит в том, что каждому фактору, имеющему наибольшую оценку в баллах, присваивается первый номер (ранг), фактору с наименьшей оценкой - последний. Фактором, имеющим одинаковые оценки, назначается одинаковый ранг.

6. Определение суммы совпавших рангов для каждого эксперта:

$$Tk = \sum_{m=1}^{Mk} (t^3_{км} - t_{км}), \quad (1.10)$$

7. Определение общей суммы совпавших рангов:

$$\sum_{k=1}^k Tk = Tk \quad (1.11)$$

8. Определение суммы рангов для каждого фактора:

$$Sn = \sum_{k=1}^k Rk, \quad (1.12)$$

9. Определение средних значений сумм рангов по всем факторам:

$$\bar{S} = \sum_{n=1}^N \frac{Sn}{N}, \quad (1.13)$$

10. Вычисление квадратических отклонений сумм рангов от и среднего значения:

$$\bar{B} = (Sn - \bar{S})^2, \quad (1.14)$$

11. Определение суммы квадратических отклонений:

$$\sum_{n=1}^N B = \sum_{n=1}^N (Sn - \bar{S})^2, \quad (1.15)$$

12. Определение коэффициента конкордации по формуле (1.4).
13. Определение величины $\gamma^2_{\text{расч.}}$ критерия Пирсона по формуле (1.5).
14. Определение числа степеней свободы:

$$m = N - 1 \quad (1.16)$$

15. Определение табличного значения критерия Пирсона $\gamma^2_{\text{т.}}$ для заданного числа степеней свободы m и 5%-го уровня значимости и сравнение $\gamma^2_{\text{т.}}$ с расчетным. $\gamma^2_{\text{расч.}}$

Математическая обработка проводилась с использованием ЭВМ по разработанной программе.

1. 2. Способы сбора и обработки информации об уровне техничко -технологической эксплуатации парка машин

Сбор информации об уровне технической эксплуатации машинотракторного парка проводится за определенный период например 2000-2010 года в производственных организациях отдельно взятой области Республики Казахстан или по республике в целом.

Сведения о качестве технического обслуживания собираются посредством изучения плановой и отчетной документации, опроса механизаторов и ответственных технических работников организации, выборочной проверки отдельных сборочных единиц и агрегатов по соответствию требованиям [52,55,56,57].

Соблюдение сроков проведения ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО устанавливаются:

- изучением система постановки машин на техническое обслуживание и степени ее функционирования;
- изучением графика выполнения технического обслуживания (за последние 1-2 года);
- выявлением по данным бухгалтерии хозяйства времени и затрат, отнесенных на проведение технического обслуживания;
- опросом механизатора, участкового и главного механика или других специалистов, участвующих в той или иной мере в обслуживании машин.

Выполнение перечня работ технического обслуживания определяется:

- наличием акта на проведение обкатки машины или соответствующей записи в паспорте на машину;

- выборочной проверкой состояния сборочных единиц и агрегатов, которые должны были подвергаться обслуживанию;

- опросом механизатора или лиц, участвующих в выполнении технического обслуживания.

Состав исполнителей, наличие оборудования и нормативно-технической документации для технического обслуживания устанавливали:

- изучением сложившейся практики проведения технического обслуживания в организации и наличием подтверждающих документов;

- изучением бухгалтерских данных о количестве и возрасте имеющегося оборудования для технического обслуживания;

- фактическим техническим состоянием числящегося оборудования;

- изучением документов отдела кадров организации.

Сведения о качестве текущего ремонта выявляют в основном посредством изучения соответствующей документации.

Состояние ремонтно-обслуживающей базы устанавливают:

- типом мастерской организации;

- числящимся (по бухгалтерским данным) ремонтным оборудованием и его фактическим техническим состоянием;

- соответствием номенклатуры оборудования типовому перечню.

Состав исполнителей определяется:

- наличием соответствующих подтверждающих документов;

- опросом механизаторов и ответственных технических специалистов.

Качество запасных частей, узлов и агрегатов устанавливается:

- изучением документов складского учета;

- изучением дефектных ведомостей;

- выявлением источника поступления запасных частей, узлов и агрегатов на склад организации;

- выборочным осмотром отремонтированных машин с уточнением вида установленных запасных частей, узлов и агрегатов.

Степень контроля качества ремонта, систему постановки машин в капитальный ремонт и наличие нормативно-технической документации на проведение ремонта определяем [109,110,111,113,114, 122, 129,135,138]:

- наличием актов доремонтного и после ремонтного диагностирования
- наличием соответствующего диагностического оборудования и степенью его готовности к применению;
- наличием специалистов-диагностов и их опросом.

Качество применяемых топлива и масел устанавливается:

- изучением типа нефтехозяйства, его фактической оснащенностью;
- наличием соответствующих документов, подтверждающих проведение технического обслуживания нефтебазы;
- изучением данных бухгалтерского учета о поступлении нефтепродуктов в организацию и наличием масла и топлива на момент проверки;
- опросом механизаторов и ответственных работников.

Квалификацию механизаторов определяем в результате изучения документов отдела кадров и беседой с главным механиком организации.

Сведения о хранении машин собирают, осматривая места хранения, выявляют степень их оснащенности, проведением опросов механизаторов.

Соблюдение правил хранения устанавливают:

- наличием мест подготовки машин к хранению и соответствующего оборудования;
- наличием различных материалов для консервации и приспособлений для герметизации;
- изучением документов, подтверждающих факт хранения машин;
- опросом механизаторов или других специалистов, участвующих в постановке машин на хранение.

Сбор информации об уровне технической эксплуатации машин проводится по стандартной общепринятой схеме. При этом сведения о фактическом состо-

янии частного фактора сравнивают с возможными качественными состояниями уровня и определяют оперативные значения, соответствующие (согласно табл. 1.7), данному качественному состоянию. Рассчитываем основные показатели коэффициента технико- технологической оснащенности $K_{ТТО}$ и $K_{ТО}$ коэффициенты технического обеспечения, определяем значения обобщенного показателя $K_{Г.МТА}$ коэффициента готовности машинотракторного парка в изучаемых производственных организациях.

1.3. Способы сбора и обработки информации о безотказности и долговечности машин

Оценка показателей безотказности и долговечности машинотракторного парка в условиях эксплуатации является довольно сложной задачей, требующей для своего решения длительного времени и значительных затрат.

В связи с этим целесообразно использовать метод моментных наблюдений, описанной в работах [10, 12, 112]. Сущность данного метода состоит возможности определения доли времени исследуемого элемента во всем времени изучаемого процесса через долю исследуемого элемента в общем числе одноразовых наблюдений.

При этом точность получаемых результатов зависит не от отрезка времени, в котором проходят многомоментные наблюдения, а, в первую очередь, от числа наблюдений. При одинаковом числе наблюдений точность примерно одинакова, независимо от того, на какой отрезок времени распределяется наблюдение.

Используя метод моментных наблюдений, можно определить коэффициент готовности сельскохозяйственных машин и наработку между отказами (как всего парка, так и по маркам машин).

Возможность оценки показателей надежности при моментных обследованиях вытекает из основного соотношения этого метода:

$$\frac{n_i}{n_j} = \frac{t_j}{t_i'} \quad (1.17)$$

где n_i , n_j - соответственно число машин, находящихся в i -том и j -том состояниях.

При придании i-му и j-му состояниям смысла работоспособного и отказавшего состояния машины получаем основные формулы для определения показателя надежности, определяемого коэффициентом готовности машины K_{Γ} :

$$K_{\Gamma} = \frac{n_{ИС}}{n_{ИС} + n_{ОГ}} , \quad (1.18)$$

$$t_0 = t_{\text{в}} \cdot \frac{n_{ИС}}{n_{ОГ}} , \quad (1.19)$$

где K_{Γ} - коэффициент готовности; t_0 - наработка между отказами;

$t_{\text{в}}$ - среднее время устранения отказа;

$n_{ис}$, $n_{от}$ - соответственно количество исправных и отказавших машин.

Среднее время устранения отказа определяется из выражения по группам сложности:

$$t_{\text{в}} = \frac{2}{n_{\text{ст}}} \sum_{i=1}^{no} t_{\text{в}} i^m, \quad (1.20)$$

где $t_{\text{в}} i^m$ - время от момента возникновения отказа до его фиксации.

$$t_{\text{в}} = R_1 t_{\text{в}}^I + R_2 t_{\text{в}}^{II} + R_3 t_{\text{в}}^{III}, \quad (1.21)$$

где $t_{\text{в}}^I$, $t_{\text{в}}^{II}$, $t_{\text{в}}^{III}$ - время устранения отказов 1-й, 2-й и 3-й группы сложности соответственно;

R_1 , R_2 , R_3 - соответственно удельный вес отказов по группам сложности в общем числе отказавших машин.

Число объектов наблюдений определяем по формуле:

$$N = \frac{t_{\text{в}}^2 \cdot K_{\Gamma}}{2 \cdot (1 - K_{\Gamma})}, \quad (1.22)$$

где K_{Γ} - предполагаемый коэффициент готовности;

$t_{\text{в}}^2$ - обратная функция распределения Стьюдента;

v - доверительная вероятность.

Порядок сбора и обработки информации следующий:

1. Под наблюдение берутся машины, работающие в типичных условиях, выполняющие типичный комплекс работ.

2. Под наблюдение берется группа, сформированная случайным образом, машин различного года выпуска.

3. Сбор информации о надежности машин производится путем объезда объектов наблюдения и фиксации их состояния в момент обследования. Однако, при территориальной разобщенности объектов наблюдений возможно использование диспетчерской службы.

4. Если по каким-то причинам невозможно обследовать такое количество машин, которое необходимо для обеспечения требуемой достоверности результатов, то проводится несколько обследований меньшей группы машин до тех пор, пока количество моментонаблюдений не станет равно требуемому.

Периодичность обследований машин в этом случае должна составлять не менее 30 дней.

5. Обработка полученной информации проводится по формулам (1.18) – (1.22).

1.4. Способы определения показателей эффективности использования парка машин от уровня ее технической эксплуатации

При изучении уравнений регрессии, характеризующих показатели эффективности использования машинотракторного парка от уровня ее технической эксплуатации, необходимо определить тесноту связи между переменными, для чего вычисляется коэффициент парной корреляции K_{xy} между независимой переменной Y и уровнем технической эксплуатации машин $K_{утэ}$.

Коэффициентом корреляции K_{xy} случайных величин x и y называется отношение корреляционного момента к произведению средних квадратических отношений этих величин.

$$K_{xy} = \frac{M_{xy}}{b_x b_y}. \quad (1.23)$$

Известно, что для дискретных случайных величин корреляционный момент m_{xy} равен:

$$m_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n [X_i - M(x)] \cdot [Y_i - M(y)]. \quad (1.24)$$

Средним квадратическим отклонением σ называют квадратный корень из дисперсии D , т. е.

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)}; \quad \sigma(y) = \sqrt{D(y)} \quad (1.25)$$

Дисперсия есть разность между математическим ожиданием квадрата случайной величины и квадратом ее математического ожидания:

$$\begin{aligned} D(x) &= M(x^2) - [M(x)]^2 \\ D(y) &= M(y^2) - [M(y)]^2 \end{aligned} \quad (1.26)$$

Подставляя в формулу значение выражений и проведя соответствующие преобразования, получим формулу для определения R_{xy} :

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i Y_i - \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N X_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N X_i^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum_{i=1}^N X_i)^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^N Y_i^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum_{i=1}^N Y_i)^2\right)}}, \quad (1.27)$$

Связь между параметрами X и Y будет существенна, если $R_{xy} > 0.5$.

Уравнение регрессии будем искать среди следующих функций:

$$y = b_0 + bX \quad (1.28)$$

$$y = b_0 \exp(bX) \quad (1.29)$$

$$y = b_0 X^b, \quad (1.30)$$

где b_0 : $b = \text{const}$ - параметры уравнения регрессии.

Линейная регрессия обеспечивает нахождение параметров функции по формулам

$$\begin{aligned} b_0 &= \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N Y_i - b \sum_{i=1}^N X_i \right) \\ b &= \frac{\sum_{i=1}^N X_i \sum_{i=1}^N Y_i - N \sum_{i=1}^N X_i Y_i}{\left(\sum_{i=1}^N X_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^N X_i^2}. \end{aligned} \quad (1.31)$$

Нелинейная парная регрессия (1.31, 1.32) сводится к получению заданной нелинейной зависимости $y(x)$ (нелинейной по независимой переменной x , но линейной по параметрам этой зависимости), приближающей совокупность

чисел x_i и y_i с наименьшей среднеквадратичной погрешностью. Сведение нелинейной регрессии к линейной выполняется с помощью линеолизирующих преобразований в ходе ввода x_i , y_i и при выводе b_0 и b_1 таблица 1.3.

Выбор наилучшего приближения определяется на основании коэффициента e :

$$e = \frac{1}{N} \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2. \quad (1.32)$$

Необходимым условием достоверности результатов пассивного эксперимента является представительность выборки. Количество наблюдений определялось с достаточной точностью 0,10 - 0,25 и доверительной вероятностью $P = 0,95$. При этом использовался принцип эргодичности, позволивший компенсировать нехватку некоторых объектов наблюдения более длительным сроком их исследования.

Таблица 1.3. Преобразования, сводящие нелинейную регрессию к линейной (ее параметры помечены штрихами)

№	Функция $y(x)$	x_i	y_i	b_0	b_1
1	$b_0 + b_1 x$	x	y	b_0'	b_1'
2	$b_0 \exp(b_1/x)$	x	$\ln x$	$\exp b_0'$	b_1'
3	$b_0 x^{b_1}$	$\lg x$	$\lg y$	$10^{b_0'}$	b_1'

Необходимое количество наблюдений для различных законов распределения случайных величин неодинаково. При нормальном законе распределения случайных величин справедливо выражение:

$$L = P\{|x - \bar{x}| < \epsilon\} = 2S \frac{\epsilon \sqrt{n}}{\sigma} - 1, \quad (1.33)$$

где L - надежность наблюдений;

ϵ - относительная точность наблюдений;

σ - стандарт наблюдений;

n - необходимое число наблюдений.

Необходимое число наблюдений, с заданной точностью и надежностью опыта, устанавливается по формуле:

$$n = \frac{\sigma^2 t^2}{\epsilon^2}. \quad (1.34)$$

Для распределения Вейбулла число наблюдений определяется из выражения:

$$(\varepsilon + 1)^m = \frac{2n}{\gamma_{2,n,(1-\alpha)}^2}, \quad (1.35)$$

где $\gamma_{2,n,(1-\alpha)}^2$ – квантиль распределения γ^2 со степенью свободы $2n$ и доверительной вероятности $(1-\alpha)$; α - заданная доверительная вероятность;
 m - степенной параметр распределения.

Как видно из формулы необходимое количество объектов уменьшается с увеличением степенного показателя m . При $m = 1$ распределение Вейбулла совпадает с экспоненциальным, следовательно, минимальное число объектов для экспоненциального распределения достаточно и для других законов распределения [51, 125].

Проверка вида зависимости проводилась по критерию Фишера (Z) с условием вероятности согласия 0,05.

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}, \quad (1.36)$$

где r - коэффициент корреляции.

Каждый из обобщающих факторов определял изменение уровня технической эксплуатации частными факторами. Уровень технической эксплуатации машин оценивается по обобщенному показателю:

$$K_{у.т.э.} = \frac{\sum_{j=1}^n K_j f_j}{\sum_{j=1}^n f_j} \quad (1.37)$$

где K_j - значение основного фактора в зависимости от уровня его реализации в эксплуатации;

j - коэффициент весомости j -го основного фактора;

n - число основных факторов.

Обобщающие факторы определяются из выражения:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^m K_i f_i}{\sum_{i=1}^m K_i \max f_i} \quad (1.38)$$

где K_i - значение (оперативное) частного фактора в зависимости от уровня его реализации в эксплуатации; i - весомость i -го частного фактора;

m - число частных факторов, определяющих каждый из основных;

K_{imax} - максимально возможное значение частного фактора.

С использованием разработанной методики получены коэффициенты весо-мостей обобщающих факторов, определяющих уровень технической эксплуата-ции машинотракторного парка:

- качество проведения технического обслуживания $f_1 = 0,64$;
- качество проведения текущего ремонта $f_2 = 0,64$;
- качество применения топливо-смазочных материалов $f_3 = 0,80$;
- квалификация машинистов $f_4 = 0,63$;
- качество хранения машин $f_5 = 0,73$.

Повышение уровня качества обобщенного фактора осуществляется за счет повышения уровней качества частных факторов, входящие в обобщенный фак-тор. Рациональной является такая последовательность повышения уровней ка-чества частных факторов, которая обеспечивает более быстрое повышение уровня качества обобщенного фактора. Однако последовательное (согласно формуле $R_1 > R_2 > \dots > R_n$) повышение уровня и каждого обобщённого фактора не является единственно правильным, т.к. работы по повышению уровней каче-ства обобщенных факторов можно вести параллельно.

В этом случае наиболее эффективной является такая последовательность по-вышения уровней качества определяющих факторов, которая обеспечивает ско-рейший рост уровня качества технической эксплуатации машин, т.е.

$$r_1 > r_2 > \dots > r_n$$
$$r_{ij} = (1 - k_i) \cdot \rho_i \varphi_i \quad (1.39)$$

где: r_{ij} - эффект от повышения уровня качества i -го фактора среди опре-деляющих j - й обобщенный фактор в долях оценки уровня качества ТЭМ;

k_i и ρ_i - оценка уровня качества i -го определяющего фактора и его ве-сомость в оценке уровня качества j -го обобщенного фактора.

Так, как одновременные повышение уровней качества всех определяющих факторов невозможно и неэффективно, то в первую очередь следует повышать уровень качества факторов, для которых эффект не меньше среднего значения по всем факторам, т.е.

$$r_{ij} = \frac{\sum r_{ij}}{m} \quad (1.40)$$

где m - количество определяющих частных факторов.

Так, например, для рассмотренного случая по определению уровня технической эксплуатации трактора ДТ-75М, эффективность улучшения определяющих частных факторов распределяется следующим образом (в порядке убывания эффекта):

- соблюдением сортамента применяемых топлива и масел.
- соблюдением периодичности ТО;
- выполнением перечня операции ТО;
- применением диагностирования, видом и обеспеченностью запасными частями;

Доведение до нормативного значения, в первую очередь, выделенных определяющих частных факторов дает наибольший эффект.

Основными показателями надежности являются коэффициент технической готовности, наработка машины на отказ, а также удельные потери от простоев, приходящихся на 1 час работы машины.

Перечисленные показатели определяются по следующим формулам:

$$K_{\Gamma} = \frac{n_{uc}}{n_{uc} + n_{от}} \quad (1.41)$$

$$t_o = t_{вср} n_{uc} / n_{от} \quad (1.42)$$

$$C_{пр.уд} = \frac{1 - K_{\Gamma}}{K_{\Gamma}} \cdot П_{н} \quad (2.43)$$

где K_{Γ} – коэффициент готовности парка машин;

n_{uc} – количество исправных машин;

$n_{от}$ – количество отказанных машин;

t_o – наработка машины на отказ;

$t_{вср}$ – среднее время восстановления работоспособности машины;

$C_{пр.уд}$ – удельные потери от простоев машины, приходящиеся на 1 час работы; $П_{н}$ – потери от 1 часа простоя машины.

Имея оценку технической эксплуатации машин в отдельных организациях и

подсчитав соответствующие ей значение показателей надежности, можно получить функциональные или регрессивные зависимости между ними.

Наиболее целесообразным для изучения зависимости показателей надежности от уровня технической эксплуатации машин является применение функций вида:

$$y_H = \beta + c \cdot k_j^\alpha \quad (1.44)$$

где k_j – оценка качества соответствующего показателя надежности;

β, c, d – коэффициент уровня;

На основании расчетов по функциональным зависимостям и сравнения со значениями полученными экспериментальным путем.

Но, говоря о выборе путей повышения уровня технической эксплуатации, необходимо выбирать такой путь, который обеспечивает наиболее быстрое получение конкретных результатов при наименьших затратах, т.е. $R_1 > R_2 > \dots > R_n$

$$R_j = (1 - k_j) \cdot \varphi_i \quad (1.45)$$

где R_j - показатель эффективности повышения j -го обобщенного фактора;

k_j и φ_i – оценка уровня качества j -го обобщенного фактора и его весомость в оценке уровня ТЭМ.

1.5. Определение уровня качества процессов производства

по качеству входящих операций

Оценка качества производственного процесса непосредственно по показателям качества его выполнения в целом и составляющих его операций является более рациональной, так как позволяет одновременно с определением качества выявить причины, которые влияют на его снижение.

В общем случае для такой оценки используется комплексный безразмерный показатель качества, который получается суммированием обобщенных показателей, рассчитываемых для производственного процесса в целом, с учетом их коэффициентов весомостей:

$$K_k = \sum_{n=1}^N K_{kto} p_i + \sum_{n=1}^{N_1} K_{tnj} m_j, \quad (1.46)$$

где $K_{kto} = \sum_{no=1}^{No} K_e m_e$ - качество i -той технологической операции;

K_e, m_e - соответственно единичный показатель e -го качества (свойства) технологической операции и его весомость;

p_i - весомость i -той технологической операции;

K_{tpj}, m_j - соответственно единичный показатель технологического процесса и его весомость;

N - количество технологических операций;

N_1 - количество единичных показателей качества технологического процесса;

N_0 - количество единичных показателей качества технологической операции.

Параметры весомости могут быть как размерными, например, средний взвешенный арифметический показатель качества продукции:

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i(Q) P_i \quad \text{и} \quad Q^I = \sum_{i=1}^n m_i(Q^I) q_i \quad (1.47)$$

Так и безразмерными, например,

$$V = \prod_{i=1}^n (P_i) m_i(V) \quad \text{и} \quad V^I = \prod_{i=1}^n (q_i) m_i(V^I) \quad (1.48)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ - число показателей, составляющих средний взвешенный показатель;

$m_i(Q)$ - параметр весомости 1-го показателя, входящего в обобщенный показатель (Q);

P_i - значение i -го показателя качества оцениваемой продукции; q_i - относительный i -й показатель качества;

$m_i(V)$ - параметр весомости i -го показателя, входящего в обобщенный показатель (V).

Оценка, получаемая по формуле (1.46), характеризует именно качество проведения технологического процесса по качеству составляющих его технологических операций, а также по качеству показателей, оказывающих влияние на отдельные технологические операции и весь процесс в целом. К таким показателям можно отнести, например, состояние технологического оборудования, квалификацию работников, совершенство системы управления, стимулирова-

ние труда и т.д. Следовательно, формула (1.46) позволяет получить объективную оценку качества технологического процесса.

Качество эксплуатации тракторов предлагается оценивать пятью основными показателями:

- уровнем технического обслуживания;
- уровнем текущего ремонта;
- подготовленностью механизаторских кадров;
- обеспеченностью хозяйства материально-техническими средствами;
- совершенствованием инженерно-технической службы.

Оценка каждого основного показателя, в свою очередь, складывается из оценки определяющих его факторов, которые представлены в таблице 1.4.

Обобщенный показатель, характеризующий уровень технической эксплуатации машин, подсчитывается по формуле:

$$K_0 = \frac{\sum_{j=1}^n K_j f_j}{\sum_{j=1}^n f_j} \quad (1.49)$$

где K_j - частный показатель, характеризующий j -й основной фактор;

f_j - коэффициент весомости j -го основного фактора.

Значение K_j подсчитывается из выражения:

$$K_j = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m A_i} \quad (1.50)$$

где A_i - оперативное значение определяющего фактора;

m - число определяющих факторов для каждого основного.

Таблица 1.4. Перечень факторов оценки уровня качества технической эксплуатации тракторов.

Наименование основных факторов	Наименование определяющих факторов
1. Качество проведения технического обслуживания	1.1. Периодичность проведения ТО 1.2. Полнота проведения перечня операций ТО 1.3. Состав исполнителей 1.4. Применяемое оборудование
2. Качество проведения ремонта	2.1. Оснащение ремонтной базы 2.2. Состав исполнителей 2.3. Вид применяемых запасных запчастей 2.4. Применение диагностирования
3. Качество применяемых топлива и масел	3.1. Соблюдение правил хранения 3.2. Оборудование для заправки топлива 3.3. Контроль качества топлива и масел 3.4. Соблюдение сортамента применяемых топлива и масел
4. Квалификация машинистов	4.1. Классность механизаторов 4.2. Профессиональная подготовка 4.3. Стаж работы
5. Качество хранения машин	5.1. Наличие и состояние базы для хранения 5.2. Соблюдение правил хранения

Обобщенный показатель, характеризующий уровень технической эксплуатации тракторов, подсчитывается по формуле, аналогичной (1.49).

Значения показателей основных факторов подсчитываются с учетом весомости определяющих факторов.

Оценка периодичности проведения ТО проводится по формуле:

$$Q_{\text{пер}}^{\text{ТО}} = \frac{N_{\text{факт}}}{N_{\text{нпл}}} \quad (1.51)$$

где $N_{\text{факт}}$, $N_{\text{нпл}}$ - соответственно фактическое и нормативное число ТО за период наблюдений.

Оценка полноты и качества проведения ТО проводится с учетом качества проведения различных операций по формуле:

$$Q_{\text{ном}}^{\text{ТО}} = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{\text{гр}j} M_{\text{гр}j}}{\sum_{j=1}^n M_{\text{гр}j}} \quad (1.52)$$

где $Q_{\text{гр}j}$ и $M_{\text{гр}j}$ - качество выполнения j -й группы однотипных операций ТО и ее весомость.

Качество выполнения групп однотипных операций определяется по отношению количества фактически проведенных операций к их плановому количеству по формуле:

$$Q_{грj} = \frac{N_{фактj}}{N_{плj}} \quad (1.53)$$

Для оценки уровня остальных определяющих факторов используется 4-х балльная система, при которой баллы равны 1,00; 0,06; 0,33 и 0,00.

1.6. Способы оценки факторов влияющих на эксплуатацию машин

1.6.1. Способы оценки уровня проведения технического обслуживания

Методы оценки качества ТО можно подразделить по видам используемых показателей, характеризующих качество технологического процесса ТО, основными из которых являются [37, 63, 91, 92, 94, 97]:

- периодичность ТО;
- качество выполнения операций по видам ТО;
- объем работ по проведению ТО (трудовые и денежные затраты);
- оценка организационно-технического уровня ТО при помощи балльной системы.

Оценка качества ТО проводится по обобщенному показателю по формуле:

$$K_{то} = \sum_{n=1}^i \sum_{n=1}^i K_{nj} P_j \Pi_j \quad (1.54)$$

где K_{nj} и P_j – единичный j -й показатель оценки и его весомость;

Π_i - весомость показателя оценки K_i ;

$K_i = \sum_n^j K_{nj} P_j$ - комплексный показатель i - группы характеристики качества обслуживания.

Единичный показатель K_{nj} , характеризующий качество выполнения j -я ключевой операции ТО, представляется как отклонение j -го параметра состояния Q_j обслуживаемого элемента от номинального $Q_{нj}$ значения в долях единицы:

$$K_{nj} = 1 - / \frac{Q_j}{Q_{нj}} / \quad (1.55)$$

Для определения весомостей комплексных показателей Π_i устанавливаются потери, которые возникают при эксплуатации машины с нарушением правил ТО, т.е. при ухудшении его качества. Из всей совокупности операций выбираются такие, которые оказывает наибольшее влияние на технико-экономические показатели, безотказность трактора и на ресурс его основных сборочных единиц и агрегатов.

Одновременно оценку качества ТО можно проводить по фактической удельной трудоемкости:

$$A = \frac{t_{\text{уд факт}}}{t_{\text{уд пл}}} \quad (1.56)$$

где $t_{\text{уд факт}}$, $t_{\text{уд пл}}$ - фактическая и плановая удельная трудоемкость проведения ТО,

1.6.2 Способы оценки уровня текущего ремонта

Методы оценки качества текущего ремонта можно учитывать через определяющие факторы [82, 87,121], представленные в табл. 1.4 по формуле:

$$K_{\text{тр}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (1.57)$$

где K_i - частный показатель, характеризующий качество ремонта;

i -й определяющий фактор;

f_i - весомость определяющего фактора.

1.6.3. Способы оценки уровня хранения техники

Оценка качества хранения определяется по формуле:

$$Q_{\text{хр}} = \sum_{i=1}^m Q_i K_i \quad (1.58)$$

где m и Q_i - число показателей качества хранения и оценки i -го показателя;

K_i - комплексный коэффициент значимости 1-го показателя.

При этом $\sum_{i=1}^m K_i = 1$

Оценка i -го показателя хранения определяется по формуле:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n \frac{n_{ji}}{N_{ji}} K_{aji} \quad (1.59)$$

где n_{ji} - число машин, объектов, мероприятий и т.д., у которых j -й

элемент соответствует одному конкретному требованию;

N_{ji} - суммарное число машин, объектов, мероприятий и т.д., имеющих j -й элемент.

Методы оценки качества топливо-смазочных материалов и других факторов определялись по выше приведенным формулам [66, 67, 106, 127, 151].

1.7. Показатели надежности и эффективности использования машин в зависимости от уровня технической эксплуатации

Исследований по влиянию качества технической эксплуатации сельскохозяйственных машин на показатели надежности и эффективности использования не проводились. Для сельскохозяйственной техники по результатам исследований различных авторов получены многофакторные и однофакторные регрессионные модели. Получено регрессионное уравнение зависимости отдельных затрат на проведение ТО и ремонтов от уровня технической эксплуатации для тракторов К -700 в условиях Северного Казахстана [116, 152].

$$\text{Стоп} = 8,42 e + 0,76^{-730} \quad (1.60)$$

Наиболее полно исследовано влияние уровня технической эксплуатации тракторов ДТ-75М на показатели надежности и использования в работе, в которой получены регрессионные уравнения:

$$C_{y.эт.га} = 5,13Q^{-0,15} \quad (\text{руб./у.эт.га}); \quad (1.61)$$

$$W_{\text{год}} = 1508Q^{0,67} \quad (\text{у.эт.га}); \quad (1.62)$$

$$W_{\text{см}} = 7,59Q^{0,29} \quad (\text{у.эт.га}); \quad (1.63)$$

$$N_{\text{дн}} = 202,9Q^{0,64} \quad (\text{дней}); \quad (1.64)$$

$$N_{\text{см}} = 198,3Q^{0,38} \quad (\text{смен}); \quad (1.65)$$

$$t_o = 194,0Q^{1,44} \quad (\text{месяц}); \quad (1.66)$$

$$C_{\text{уд тор}} = 0,29 + 0,25Q^{-1,79} \quad (\text{руб/м-ц}); \quad (1.67)$$

$$C_{\text{уд пр}} = 0,37 + 0,04Q^{-4,09} \quad (\text{руб/м-ц}); \quad (1.68)$$

$$K_{\Gamma} = 0,918Q^{0,256} \quad (1.69)$$

где $C_{y.t.га}$ -себестоимость 1 у.эт.га;

$W_{год}$ - годовая выработка трактора;

$W_{см}$ - сменная выработка трактора;

$N_{дн}$ - количество отработанных дней в году;

$N_{см}$ - количество отработанных смен в году;

$t_{от}$ - наработка на отказ;

$C_{уд тор}$ – затраты на проведение ТО, ТР и устранение отказов;

$C_{уд пр}$ - потери от простоев;

$K_{г}$ - коэффициент готовности.

Получены многофакторные корреляционные модели для удельных затрат $C_{уд}$ на ТО и ремонт техники, коэффициента $K_{гп}$ готовности парка тракторов, межремонтной наработки $N_{р}$ тракторов:

$$C_{уд} = 2,05 - 0,28X_{1,2} + 5,22X_3 - 0,0001X_4 - 0,06X_5 - 0,02X_6 + 0,05X_7 - 0,14X_9 + 0,89X_{10,то} + 0,01X_{10,тр} - 0,08X_{11} - 0,71X_{12} \quad (1.70)$$

$$K_{гп} = 0,80 + 0,05X_{1,2} + 1,28X_3 + 0,08X_5 - 0,01X_7 - 0,1X_8 - 0,01X_9 + 0,08X_{10,то} + 0,05X_{10,тр} - 0,22X_{11} + 3,03X_{12} \quad (1.71)$$

$$N_{р} = 18493 - 2982 X_{1,2} - 60393 X_3 - 44 X_4 - 2997 X_5 + 58 X_6 - 1567 X_7 + 607 X_8 - 212 X_9 + 4488 X_{10,то} + 174 X_{10,тр} - 1265 X_{11} - 5802 X_{12} \quad (1.72)$$

где $X_1 \dots X_9$ - соответственно показатели, характеризующие, обеспеченность материально-технической базой то и ремонта техники ($X_{1,2}$), средствами диспетчерской связи (X_3) и кадрами механизаторов, специалистами по ТО и ремонту машин (X_4, X_6), их квалификацию (X_5, X_7), специализацию работ по ТО и ремонту (X_8), а также возраст тракторов (X_9);

$X_{10,то}; X_{10,тр}$ - соответственно показатели по централизации работ по ТО и ремонту техники;

X_{11} – показатель, характеризующий специализацию ремонта;

X_{12} - показатель, характеризующий условия труда на ремонтно-обслуживающих предприятиях;

Влияние качества технического обслуживания на показатели надежности представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5. Зависимость надежности тракторов от качества проведения ТО

Наименование	Формула
1. Нарботка на отказ	$H=34,1+4,71 T_{уд}$ (м.ч) $H=81,6+6028 T_{то}^{-1}$ (м.ч) $H=167A^{0,55}+33$ (м.ч)
2. Межремонтная наработка	$H_p=933+11474 T_{уд}^{0,8}$ (м.ч) $H_p=950+115770 T_{то}^{-1}$ (м.ч) $H_p=1892A^{0,65}+1350$ (м.ч)
3. Удельные затраты на проведение ремонта	$C_{уд}=0,510+0,16 T_{уд}^{-1}$ руб/у.эт.га
Примечание: $T_{то}$ – периодичность проведения ТО; $T_{уд}$ – удельные затраты на проведение ТО	

Было выявлено, что издержки и доремонтный и межремонтный ресурсы будут различными в зависимости от качества составных частей, устанавливаемых на машину при текущем ремонте взамен изношенных.

Определены значимость факторов, до определяющих формирование величины затрат на проведение текущего ремонта.

$$Z_{тр} = 2970,96 X_1^{-0,6} X_2^{-0,03} X_3^{-0,02} X_4^{0,11} X_5^{-0,14} X_6^{0,09} X_7^{-0,18} X_8^{-0,15} X_9^{-0,07} \quad (1.73)$$

где X_1 - обеспеченность трактористами-машинистами на 100 физических тракторов;

X_2 - коэффициент, учитывающий квалификацию механизаторов;

X_3 - степень участия специализированных ремонтных предприятий в проведении текущего ремонта;

X_4 - плотность тракторных работ;

X_5 - средняя мощность одного физического трактора;

X_6 - коэффициент распахки земельной площади хозяйства;

X_7 - коэффициент охвата капитальным ремонтом;

X_8 - среднегодовая наработка одного условного трактора;

X_9 - обеспеченность ремонтно-обслуживающей базой.

Также установлена взаимосвязь между затратами на ТО и ремонт тракторов для условий Северного Казахстана:

$$Z_{тр} = 0,012 Z_{то}^{-1,1} + 0,204; \quad (1.74)$$

$$Z_{кр} = -0,181 Z_{то} + 0,280. \quad (1.75)$$

Получены уравнения регрессии обеспеченности ремонтно-обслуживающей базы хозяйства X_1 , на коэффициент технического использования машин $K_{ти}$ и на удельные затраты на ТО и ремонт Суд тор.:

$$K_{ти} = 0,940 - 0,043X^{-0,56} \quad (1.76)$$

$$\text{Суд тор} = 0,54 + 0,032 X^{-0,15} \quad (1.77)$$

Исследовано влияние квалификации тракториста на безотказность двигателей, прошедших текущий ремонт.

В работах [106, 115, 117] показано, что попадание воды в топливную аппаратуру дизеля вызывает быстрый выход из строя прецизионных деталей. В работе [132] показано, что наличие в топливе сернистых соединений (свыше 0,6%) резко сокращает срок службы двигателей.

Солоницын Е.В. в работе [66] изучил эксплуатационные факторы, влияющие на наработку на отказ $T_{ср}$ топливных насосов. Им, в частности, получена многофакторная регрессионная модель:

$$\begin{aligned} \text{Тор} = & 54488 - 232,0 K_3 - 6339,6E + 5445,0 t - 3443,1 f - 692,3 K_{п} + 161,73K_3^2 - \\ & 8,19E^2 - 127,24t^2 - 42,73f^2 + 15,2K_{п}^2 - 23,9K_3E - 559,06tK_3 + 166,1fK_3 + 216,04K_{п}K_3 - \\ & - 12,66tE - 16,59Ef - 93,66K_{п}E - 61,93ft - 329,22 K_{п}t + 23,68 K_{п}f, \end{aligned} \quad (1.78)$$

где K_3 - коэффициент загрузки трактора;

$K_{п}$ - квалификация механизатора;

E , t и f - запыленность, температура и влажность воздуха соответственно.

Наиболее значимыми в этой модели являются $K_{п}$ и K_3 , а из факторов окружающей среды - E и e . Мелькумова Т.В. [38] получила регрессионное уравнение зависимости потерь, возникающих от несоблюдения отдельных правил хранения тракторов от качества проведения этих операций. Однако, при всей своей обстоятельности, это уравнение не может быть применено при исследовании влияния наиболее распространенного межсменного хранения на надежность тракторов, так как в нем оценивается качество операций, характерных только для длительного хранения.

В работах [54, 88, 142] исследовано влияние качества хранения тракторов, количественно выраженное через уровень хранения U_x , на срок службы $T_{сп}$ и на удельные затраты на ТО, ремонт и хранение $С_{тор}$.

$$T_{сп} = 11,8 + 2,9 U_x - 2,3 \cdot 10^{-3} W^3; \quad (1.79)$$

$$С_{тор} = 2,20 - 11,16 U_x - 0,15 \cdot 10^{-3} W^3 \quad (1.80)$$

где W - годовая наработка машин в условных гектарах.

Получены регрессионные зависимости показателей использования тракторов от уровня развития ремонтно-обслуживающей базы хозяйства K_y , определяемой отношением балансовой стоимости ремонтно - обслуживающей базы к балансовой стоимости машинотракторного парка.

- для тракторов ДТ-75М

$$K_{и} = -0,34K_y^2 + 0,662K_y + 0,416; \quad (1.81)$$

- для тракторов МТЗ

$$K_{и} = 0,04K_y^2 + 0,130K_y + 0,680; \quad (1.82)$$

$$E_{п} = 1,49K_y^{0,468} e^{-0,522K_y}; \quad (1.83)$$

$$W = 1401 + 419K_y \text{ (на усл.эт.тр.)}; \quad (1.84)$$

$$С_{пр} = 5,89K_y^2 - 8,55K_y + 7,25; \quad (1.85)$$

$$С_{уб} = - 0,283 K_y + 0,391, \quad (1.86)$$

где $K_{и}$ - коэффициент использования;

$E_{п}$ - относительные затраты времени на техническое и технологическое обслуживание сельскохозяйственной техники; годовая наработка на 1 усл.эт. трактор;

$С_{пр}$ приведенные затраты;

$С_{уб}$ - дополнительные затраты сельскохозяйственного производства.

Таким образом, для исследования качества технической эксплуатации машин на показатели надежности и использования, целесообразно применять однофакторные регрессионные модели, т.к. их можно использовать в дальнейших расчетах. Необходимо, наряду с изучением влияния уровня технической эксплуатации машин на такие показатели, как коэффициент готовности, наработка между отказами, удельные затраты на ТО и ремонт, рассмотреть и такой важ-

нейший показатель как удельные затраты на эксплуатацию машин на 1 руб. сельскохозяйственных работ на 1 руб. их балансовой стоимости, прогнозировать изменение основных составляющих затрат на эксплуатацию машин и, в первую очередь, дополнительных затрат, в зависимости от изменения уровня технической эксплуатации.

1.8 Обоснование способов оценки уровня технической эксплуатации парка машин

Разработка методики оценки уровня технической эксплуатации машинотракторного парка (МТП) включает в себя несколько этапов [118].

1. Анализ литературных данных, нормативных документов и фактического состояния технической эксплуатации МТП и выделение максимально возможного количества факторов, оказывающих влияние на качество технической эксплуатации МТП.

2. Расположение выбранных факторов по иерархическим уровням, т.е. выявление основных факторов и определяющих (частных) факторов.

3. Проведение экспертного опроса с целью уточнения списка основных и частных факторов и определение их весомостей.

На основании анализа существующих методик оценки уровня технической эксплуатации тракторов (1.1 и 1.2), нормативных документов и фактического состояния технической эксплуатации в пяти хозяйствах Костанайской области, выявлены следующие основные факторы, оказывающие влияние на качество технической эксплуатации МТП:

- качество проведения технического обслуживания;
- качество проведения текущего ремонта;
- качество применяемых топливо-смазочных материалов;
- квалификация обслуживающего персонала;
- качество хранения МСМ.

В свою очередь, каждый из основных факторов определяется различными частными факторами. Так, например, качество проведения технического обслуживания зависит от соблюдения периодичности проведения ТО, выполне-

ния перечня операций по видам ТО, состава исполнителей, применяемого оборудования и инструментов, наличия нормативно-технической документации на проведение ТО.

Используя принцип иерархичности, перечень основных и частных факторов, оказывающих влияние на качество технической эксплуатации МТП, представлены на рис. 1.1.

Уровень технической эксплуатации оцениваем по обобщенному показателю, вычисляемому из выражения:

$$K_{утэ} = \frac{\sum_{j=1}^n K_j f_j}{\sum_{j=1}^n f_j} \quad (1.87)$$

где K_j - значение j -го основного фактора в зависимости от уровня его реализации и эксплуатации;

f_i - коэффициент весомости j -го основного фактора;

$n = 5$ - число основных факторов.

При $\sum_{j=1}^n f_j = 1$ формула (1.87) запишется в виде

$$K_{утэ} = \sum_{j=1}^n K_j f_j \quad (1.88)$$

Значения f_j устанавливаем в результате экспертного опроса, методика проведения которого представлена ниже.

Основные показатели K_j определяем и выражения:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^m K_i f_i}{\sum_{i=1}^m K_i \max f_i} \quad (1.89)$$

где K_i - значение (оперативное) i -го частного фактора в зависимости от уровня его реализации в эксплуатации; f_i - весомость i -го частного фактора;

m - число частных факторов, определяющих каждый из основных.

При $K_i \max = 0,95$ формула (1.89) запишется в виде:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^m K_i f_i}{\sum_{i=1}^m f_i} \quad (1.90)$$

В условиях сельского хозяйства, вследствие большой удаленности объектов от основной базы, организации, эксплуатирующие МТП, имеют несколько производственных участков, каждый из которых может иметь свои средства ТО и ремонта, базу хранения и др. [21, 100, 102, 140]. Поэтому в этом случае основной показатель K_j определяем по каждому производственному участку, а затем находим средневзвешенную оценку основного показателя:

$$K_{jcp} = \frac{\sum_{p=1}^p K_{jp} P_p}{\sum_{p=1}^p P_p} \quad (1.91)$$

где K_{jp} – значение основного показателя на p -том производственном участке;

P_p – количество машин в % на p -том производственном участке;

p – количество производственных участков.

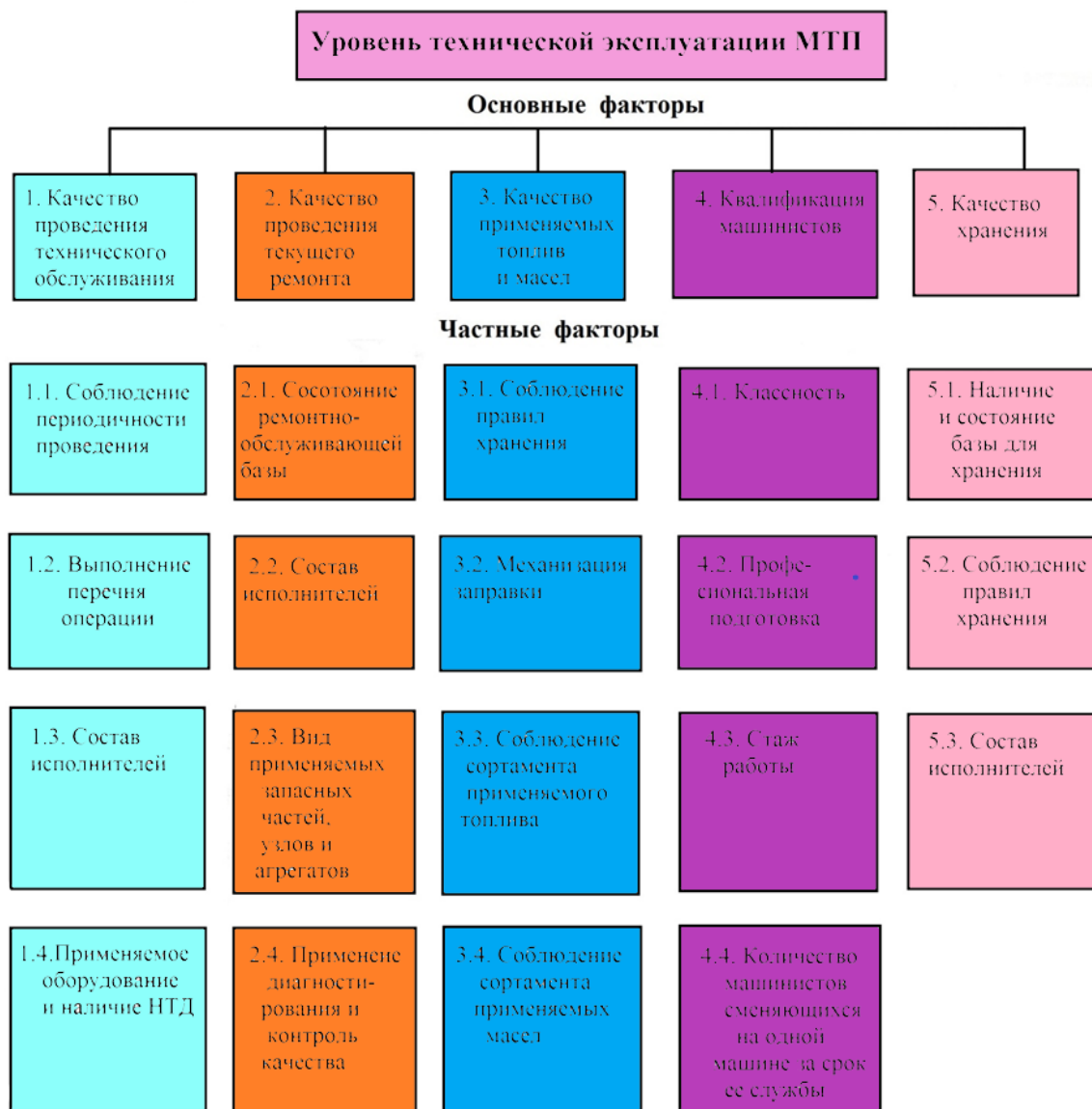


Рис. 1.1 Перечень факторов оценки уровня технической эксплуатации МТП.

Весомость каждого частного фактора, при известном их ранжировании, определяем с помощью нормирующей функции. Для определения этой функции имеем следующие условия достаточной общности:

$$f(i) = 1 \text{ при } i = 1; \quad f(i) = 0 \text{ при } i = \infty.$$

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \frac{f(i+1)}{f(i)} < p < 1 \tag{1.92}$$

$$[f(i)] > [f(i+1)] \text{ при } 1 \leq i < \infty$$

Первое из этих условий отражает тот факт, что в ранжированной последовательности частных факторов вес первого равен единице (т.е. $f(i) = 1$).

Второе условие свидетельствует о том, что при безграничном увеличении числа факторов вес последнего равен нулю.

Третье условие оправдывает справедливость операции суммирования оценок, представленных в виде баллов. Фактически здесь реализуется требование сходимости числового ряда, составленного из значений $f(i)$.

В противном случае операция суммирования оценок была бы незаконна с математической точки зрения.

Первые три условия определяют нормирующую функцию в следующем виде:

$$f(i) = \frac{i}{a^{i-1}}, i \neq 0 \quad (1.93)$$

Выражение (1.92) удовлетворяет упомянутым выше условиям, ибо при $i = 1$ и $f(i) = 1$, при $i = \infty$ имеем $f(i) = 0$, так как существует предел

$$\lim_{i \rightarrow \infty} f(i) = \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{1}{a^i \ln a} \quad (1.94)$$

Уточнение $i = 0$ связано с тем, что вес факторов имеет физический смысл и, следовательно, исключено $i = 0$. Числовой ряд сходится, поскольку при любом $a > 1$ существует предел

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \frac{f(i+1)}{f(i)} = \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{(i+1)a^{i-1}}{ia^i} = \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{1}{a} \left(1 + \frac{1}{i}\right) = p = \frac{1}{a} < 1 \quad (1.95)$$

Четвертое условие накладывает требование отсутствия экстремума в интервале существования функции $f(i)$, т.е. $0 < f(i) \leq 1$ при $1 \leq i < \infty$.

Это условие может быть выполнено подбором параметра a . Попытки подбора этого параметра показали, что $a = 2$. В результате нормирующая функция будет иметь вид:

$$f(i) = \frac{i}{2^{i-1}} \quad (1.96)$$

Эта функция образует числовой ряд в убывающей последовательности, а именно: 1,00; 0,75; 0,50; 0,31; 0,19; 0,11; 0,06 и т.д.

При неуверенном различии факторов весомость определяется из выражения:

$$f(i) = \frac{i_{n-1} + i_n + i_{n+1} + \dots + i_{n+m}}{n} \quad (1.97)$$

Для определения численного значения частного показателя используем обобщенную функцию желательности Харрингтона [68]. В основе ее построения лежит идея преобразования натуральных значений частных факторов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Шкала желательности относится к психофизическим шкалам. Ее назначение - установление соответствия между физическими и психологическими параметрами. Принимаем, что каждый из частных факторов может находиться на одном из четырех уровней: высоком, среднем, низком и очень низком. Используя функцию желательности Харрингтона, качественным показателям технической эксплуатации МТП противопоставлены определенные количественные показатели, диапазон и оперативное значение которых для каждого уровня представлены в табл. 1.6.

Таблица 1.6. Показатели технической эксплуатации тракторов.

Качественные показатели	Количественные показатели	
	Диапазон	Оперативное значение
Высокий	1,00...0,90	0,95
Средний	0,89...0,64	0,76
Низкий	0,63...0,33	0,50
Очень низкий	0,37...0,20	0,28

Классификация основных и частных факторов, а также их возможное состояние представлены в табл. 1.7.

Таблица 1.7. Классификация эксплуатационных факторов и их возможные состояния

Факторы		Возможные состояния частных факторов при уровне эксплуатации			
обобщающие	частные	высоком	среднем	низком	очень низком
1	2	3	4	5	6
Качество проведения технического обслуживания	Соблюдение периодичности проведения	Имеется график ТО. Отклонение от периодичности от установленной не более 10% СТО проводится 2 раза в год	Имеется график ТО. Отклонение периодичности от установленной в пределах 10-20%. СТО проводится 2 раза в год Перечень операций ТО выполняется не менее, чем на 80%. При этом выполняются операции по ТО систем смазки, охлаждения, воздухоочистки, топливо подачи и турбокомпрессора дизеля рулевого управления, тормозных механизмов, гидросистем,	Имеется график ТО. Отклонение периодичности от установленной в пределах 20-30%. СТО проводится не регулярно Перечень операций ТО выполняется не менее, чем на 60-80%. При этом обязательно выполняются операции по ТО систем смазки, воздухоочистки и топливоподачи дизеля, рулевого управления и тормозных	График ТО отсутствует. ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО проводятся случайно, бессистемно Перечень операций ТО выполняется менее, чем на 60%, или менее, чем на 80%, и не выполняется хотя бы одна операция из указанных в графе 5
	Выполнение перечня операций	Перечень операций ТО выполняется полностью	батарей аккумуляторов Слесарь 4-6 разряда и тракторист-машинист Стационарный пост не укомплектован установкой для промывки системы смазки двигателя. Наличие НТД на ТО с/х машин	Механизмов, батарей аккумуляторов Слесарь 2-3 разряда и тракторист-машинист Стационарный пост, не укомплектован установкой для промывки системы смазки двигателя и комплектом оснастки мастера-наладчика. Имеется только перечень операций по видам ТО	Тракторист-машинист и неквалифицированный помощник Используется ЗИП трактора на стационарном посту и в поле. НТД отсутствует.
	Состав исполнителей	Мастер-накладчик и тракторист-машинист	В полевых условия используется АТО		
	Применяемое оборудование и наличие НТД	Стационарный пост, полностью укомплектован оборудованием для проведения ТО. Наличие НТД на ТО с/х машин			

Продолжений табл. 1.7.

1	2	3	4	5	6
Качество проведения текущего ремонта	Состояние ремонтно-обслуживающей базы	Типовая мастерская полностью оснащенная оборудованием согласно типовому проекту	Приспособленная отопливаемая мастерская, не полностью оснащенная согласно типовому проекту		Приспособленная неотопливаемая мастерская. Имеется только кузнечное, сварочное и станочное оборудование
	Состав исполнителей	Обязательное наличие и применение при ремонте мочной машины, грузоподъемных устройств, стенда для обкатки и испытания двигателей, контрольно-регулирующих стендов для дизельной топливной аппаратуры, гидросистем и электрооборудования. Имеют приспособления для разборки и сборки с/х машин.		Отсутствует моечная машина, контрольно-регулирующие стенды для дизельной аппаратуры и гидросистем	
		Постоянный штат квалифицированных ремонтных рабочих			
	Вид применяемых запасных частей, узлов и агрегатов	В штате имеется моторист-регулировщик топливной аппаратуры, специалист по гидросистемам, электрик, аккумуляторщик и др. Новые или восстановленные на специализированных ремонтных предприятиях	В штате имеется моторист-регулировщик топливной аппаратуры, электрик-аккумуляторщик Более 50% новые или восстановленные на специализированных ремонтных предприятиях, остальные отремонтированные в хозяйстве,	Механизаторы и слесари 3-4 разрядов, сварщик, электрик, токарь До 50% новые или восстановленные на специализированных ремонтных предприятиях, остальные отремонтированные в хозяйстве,	Механизаторы, слесари 2 разряда, сварщик, кузнец Запасные части используются бесконтрольно, не проверяются на соответствие НТД

1	2	3	4	5	6
	Применение диагностики и контроль качества ремонта	Необходимость в ремонте устанавливается только по результатам диагностики. После ремонта параметры контролируются	Но соответствуют требованиям НТД Необходимость в ремонте в 50% случае устанавливается по результатам диагностики. Средства и методы диагностики используют только для дизельной топливной аппаратуры и гидросистемы. После ремонта параметры контролируются	но соответствуют требованиям НТД Постановка на ремонт производится без диагностики. Средства и методы диагностики используют только для дизельной топливной аппаратуры и гидросистемы. После ремонта параметры не контролируются	Диагностирование не применяется
Качество применяемых топливо смазочных материалов	Соблюдение правил хранения	Типовая нефтебаза хозяйства, регулярная (2 раза в год) очистка резервуаров	Резервуары оборудованы плавающим топливоприемником и водогрязеспускной пробкой. Крышки горловины плотно закрыты. Очистка резервуаров проводится не реже 1 раза в год	Резервуары с плотно закрывающимися крышками. Прием топлива по рукаву через открытую крышку. Очистка резервуаров проводится не реже 1 раза в 2 года	Приспособленные резервуары с негерметизированной крышкой. Очистка резервуаров производится нерегулярно
	Механизация заправки Соблюдение сортамента применяемых топлив	Заправка топлива механизированная, применяется рукав с автоматическим раздаточным краном Применяемое топливо соответствует инструкции по эксплуатации	Заправка топлива механизированная, применяется рукав с простым раздаточным краном Применяемое топливо соответствует инструкции по эксплуатации на 80%	Заправка топлива происходит с помощью ручного насоса Применяемое топливо не соответствует инструкции по эксплуатации на 50-80%	Заправка топлива происходит с помощью ведра и лейки Сорта топлив не контролируются

Окончание табл. 1.7.

1	2	3	4	5	6
Квалификация машинистов	<p>Классность</p> <p>Профессиональная подготовка</p> <p>Количество механизаторов, сменившихся на одной машине за срок ее службы</p>	<p>Не менее 70% механизаторов 5 и 6 разрядов</p> <p>Более 50% механизаторов окончили СПТУ, остальные - учебно-курсовые комбинаты</p> <p>1 механизатор</p>	<p>Не менее 50% механизаторов 5 и 6 разрядов</p> <p>30-50% механизаторов окончили СПТУ, остальные - учебно-курсовые комбинаты</p> <p>Не более 2 механизаторов</p>	<p>Не менее 30% механизаторов 5 и 6 разрядов</p> <p>Более 70% механизаторов окончили курсы, остальные обучались в хозяйстве</p> <p>Не более 3 механизаторов</p>	<p>Более 70% механизаторов 4 разряда</p> <p>Более 70% механизаторов обучались в хозяйстве</p> <p>Более 3 механизаторов</p>
Качество хранения машин	<p>Наличие и состояние базы для хранения</p> <p>Соблюдение правил хранения</p> <p>Состав исполнителей</p>	<p>Площадки с твердым покрытием, закрытое помещение для хранения снятых агрегатов, узлов, деталей, утепленное помещение для хранения машин в зимний период</p> <p>Перед хранение производится мойка, замена масел, герметизация, консервация, снятие составных частей и сборочных единиц</p> <p>Специализированная бригада</p>	<p>Площадки с твердым покрытием, закрытое помещение для хранения снятых агрегатов, узлов, деталей</p> <p>Имеются отдельные отклонения от правил хранения. Резино-технические изделия и аккумуляторные батареи на период хранения снимаются</p> <p>Механизатор с помощью или под контролем квалифицированного специалиста</p>	<p>Площадки с твердым покрытием</p> <p>Не выполняются работы по герметизации и снятию резино-технических изделий и аккумуляторных батарей</p> <p>Механизатор и неквалифицированный помощник</p>	<p>Неприспособленное место</p> <p>Правила хранения регулярно нарушаются</p> <p>Механизатор</p>

1.9 Проведение экспертного опроса

Для проведения экспертного опроса было выбрано 15 экспертов, работающих в производственных организациях занятых в сельском хозяйстве региона. В результате обработки опросных карт выявлены основные и частные факторы, определяющие уровень технической эксплуатации сельскохозяйственных машин.

В таблицах 1.8 - 1.13. представлены оценки экспертов в баллах, а в таблицах 1.14 - 1.19 в рангах. Степень влияния фактора определяется суммой рангов, которую дали ему эксперты. Чем больше эта сумма, тем меньшее влияние оказывает фактор. На диаграмме ранжирования (рис. 1.2.) факторы расположены в порядке убывания по их значимости. При уверенном различии между факторами диаграмм ранжирования имеет вид экспоненциального распределения, а при неуверенном - монотонно убывает.

В результате математической обработки получены коэффициенты весомостей основных факторов:

Таблица 1.8. Оценка важности обобщающих факторов (баллы)

Основные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Качество проведения ТО	10	9	10	9	10	9	10	10	9	9	10	9	9	10	10
Качество проведения текущего ремонта	7	6	6	8	10	6	7	6	7	6	6	7	6	7	7
Качество применяемых ТСМ	7	7	6	7	6	6	6	7	7	7	6	5	5	6	8
Квалификация машинистов	10	4	8	6	7	5	5	7	6	5	5	4	7	7	7
Качество хранения машин	4	4	8	4	7	4	3	4	5	4	4	3	4	5	5

Таблица 1.9. Оценка важности факторов, характеризующих качество проведения ТО (баллы)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Соблюдение периодичности проведения	7	8	10	9	10	10	9	9	8	9	9	10	8	10	9
Выполнение перечня операций	8	9	10	8	8	9	7	9	10	10	8	8	9	10	8
Состав исполнителей	7	5	8	6	7	6	6	6	6	7	7	6	7	8	5
Применяемое оборудование	5	5	5	3	9	8	5	4	6	5	6	4	5	6	7

Таблица 1.10. Оценка важности факторов, характеризующих квалификацию механизаторов (баллы)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Стаж работы	9	7	7	7	8	7	8	8	6	8	9	10	8	9	7
Классность	10	7	8	5	5	4	5	7	3	7	7	4	6	7	6
Профессиональная подготовка	10	9	8	6	5	5	6	5	5	6	4	7	6	5	4
Количество машинистов, сменившихся на одной машине за срок ее службы	8	5	10	8	8	8	9	8	8	8	5	6	9	9	8

Таблица 1.11. Оценка важности факторов, характеризующих качество проведения текущего ремонта (баллы)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Состояние ремонтно-обслуживающей базы	10	6	5	7	7	9	10	8	7	9	9	8	7	8	7
Вид применяемых запасных частей, узлов и агрегатов	7	9	7	8	7	8	8	8	9	8	9	7	9	9	10
Состав исполнителей	8	5	7	5	7	5	5	6	6	5	6	5	4	5	5
Применение диагностирования	9	7	5	6	7	6	6	5	4	6	7	6	5	6	6

Таблица 1.12. Оценка важности факторов, характеризующих качество применяемых ТСМ (баллы)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Соблюдение правил хранения	7	7	10	9	6	5	6	4	4	8	9	9	5	4	9
Механизация заправки	7	5	8	6	5	4	4	5	5	4	5	5	5	6	5
Соблюдение сортамента применяемых топлив	5	10	7	7	9	8	8	8	7	6	6	7	8	7	6
Соблюдение сортамента применяемых масел	10	10	7	9	9	9	9	7	9	8	8	9	10	9	9

Таблица 1.13. Оценка важности факторов, характеризующих качество хранения машин (баллы)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Состав исполнителей	5	4	8	4	8	6	5	4	5	5	6	6	5	5	8
Наличие и состояние базы для хранения	5	8	10	7	10	6	7	8	6	8	6	8	6	8	6
Соблюдение правил хранения	6	8	10	9	10	9	9	7	8	8	8	10	9	8	7

Таблица 1.14. Оценка важности основных факторов (ранги)

Основные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Качество проведения ТО	1,5	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Качество проведения текущего ремонта	3,5	3	4,5	2	1,5	2,5	2	4	2,5	3	2,5	2	3	2,5	3,5
Качество применяемых ТСМ	3,5	2	4,5	3	5	2,5	3	2,5	2,5	2	2,5	3	4	4	2
Квалификация машинистов	1,5	4,5	2,5	4	3,5	4	4	2,5	4	4	4	4	2	2,5	3,5
Качество хранения машин	5	4,5	2,5	5	3,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Таблица 1.15. Оценка важности факторов, характеризующих качество проведения ТО (ранги)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Соблюдение периодичности проведения	2,5	2	1,5	1	1	1	1	1,5	2	2	1	1	1	1,5	1
Выполнение перечня операций	1	1	1,5	2	3	2	2	1,5	1	1	2	2	1	1,5	2
Состав исполнителей	2,5	3,5	3	3	4	4	3	3	3,5	3	3	3	3	3	4
Применяемое оборудование	4	3,5	4	4	2	3	4	4	3,5	4	4	4	4	4	3

Таблица 1.16. Оценка важности факторов, характеризующих квалификацию механизаторов (ранги)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Стаж работы	3	2	4	2,5	1,5	2	2	1,5	2	1,5	1	1	2	1,5	2
Классность	1,5	4	2,5	2,5	3,5	4	4	3	4	3	2	4	3,5	3	3
Профессиональная подготовка	1,5	3	2,5	1	3,5	3	3	4	3	4	4	2	3,5	4	4
Количество машинистов, сменившихся на одной машине за срок ее службы	4	1	1	4	1,5	1	1	1,5	1	1,5	3	3	1	1,5	1

Таблица 1.17. Оценка важности факторов, характеризующих качество проведения текущего ремонта (ранги)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Состояние ремонтно-обслуживающей базы	1	2	3,5	3	2,5	1	1	1,5	2	1	1,5	1	2	2	2
Вид применяемых запасных частей, узлов и агрегатов	4	1	1,5	1	2,5	2	2	1,5	1	2	1,5	2	1	1	1
Состав исполнителей	3	4	1,5	4	2,5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
Применение диагностирования	2	3	3,5	2	2,5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3

Таблица 1.18. Оценка важности факторов, характеризующих качество применяемых ТСМ (ранги)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Соблюдение правил хранения	2,5	3	1	1,5	3	3	3	4	4	1,5	1	1,5	3,5	4	1,5
Механизация заправки	2,5	4	2	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3,5	3	4
Соблюдение сортамента применяемых топлив	4	1,5	3,5	2	1,5	2	2	1	2	3	3	3	2	2	3
Соблюдение сортамента применяемых масел	1	1,5	3,5	1,5	1,5	1	1	2	1	1,5	2	1,5	1	1	1,5

Таблица 1.19. Оценка важности факторов, характеризующих качество хранения машин (ранги)

Частные факторы	Номера экспертов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Состав исполнителей	2,5	3	3	3	3	2,5	3	3	3	3	2,5	3	3	3	1
Наличие и состояние базы для хранения	2,5	1,5	1,5	2	1,5	2,5	2	1	2	1,5	2,5	2	2	1,5	3
Соблюдение правил хранения	1	1,5	1,5	1	1,5	1	1	2	1	1,5	1	1	1	1,5	2

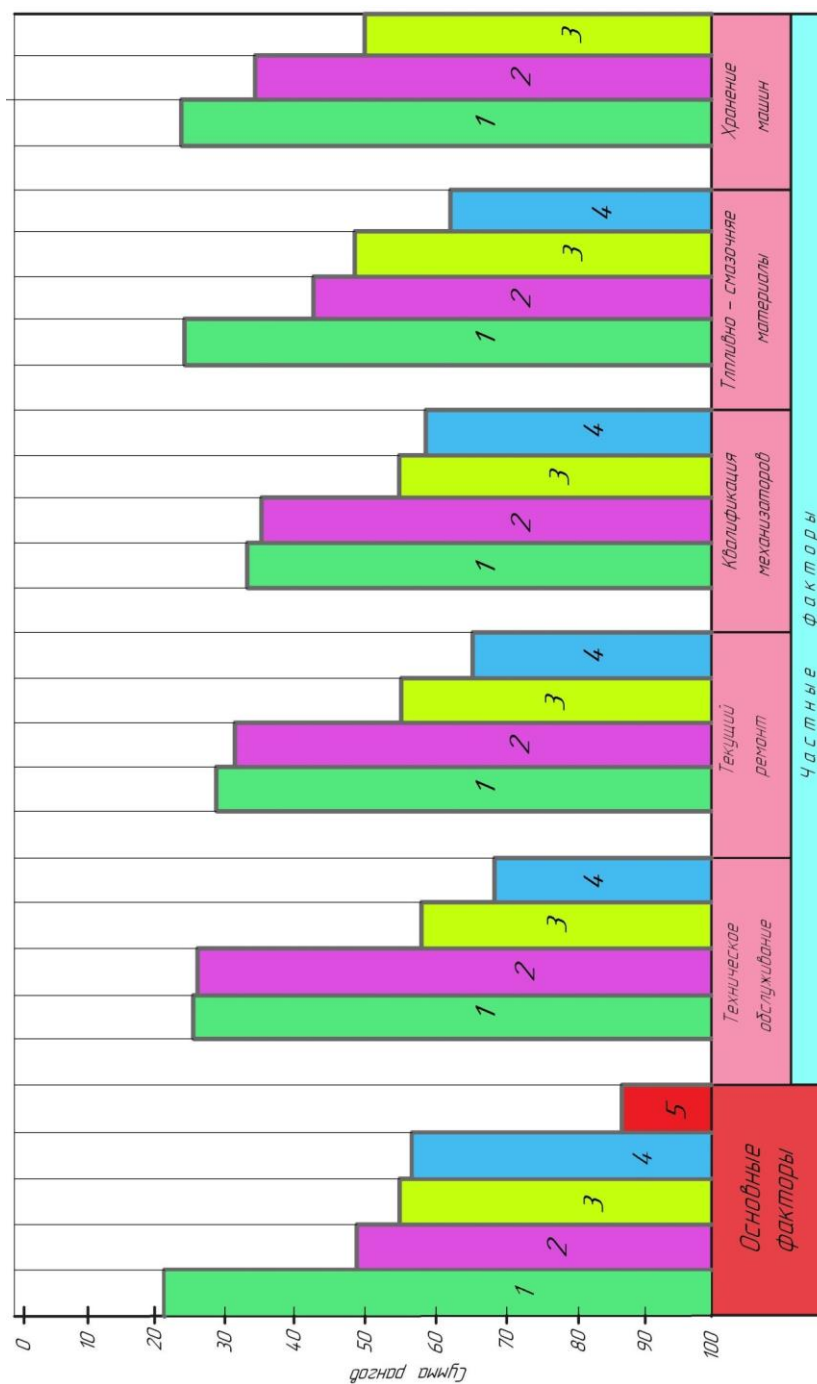


Рис. 1.2 Диаграмма ранжирования факторов.

Основные факторы: 1. ТО; 2. ТР; 3. КМ; 4. ТОМ; 5. ХМ.

ТО: 1. Перечни операций; 2. Периодичности проведения; 3. Состав исполнителей; 4. Оборудование и наличие НТД.

ТР: 1. Запасные части; 2. Ремонтная база; 3. Диагностирование и контроль качества ремонта; 4. Состав исполнителей.

Квалификация механизаторов: 1. Стаж работы; 2. Количество механизаторов; 3. Профессиональная подготовка; 4. Классность механизаторов.

ТСМ: 1. Сортамент масел; 2. Сортамент топлив; 3. Правила хранения;
4. Заправка.

Хранение машин: 1. Правила хранения; 2. База хранения; 3. Состав исполнителей.

Коэффициенты весомостей частных факторов определены с помощью нормирующей функции $f(i) = \frac{i}{i_2+1}$ при известном их ранжировании. При неуверенном различии между двумя факторами коэффициенты их весомостей определены по формуле (4.97):

$$f_I = \frac{f_{i-1} + f_i + \dots + f_{i+n}}{n}. \quad (1.98)$$

Получены следующие коэффициенты весомостей частных факторов:

- выполнение перечня операций технического обслуживания $f_{11} = 0,87$;
- соблюдение периодичности проведения технического обслуживания $f_{12} = 0,87$;
- состав исполнителей при проведении технического обслуживания $f_{13} = 0,50$;
- применяемое оборудование и наличие нормативно-технической документации при проведении технического обслуживания $f_{14} = 0,31$;
- вид применяемых запасных частей, углов и агрегатов при проведении текущего ремонта $f_{21} = 0,87$;
- состояние ремонтно-обслуживающей базы $f_{22} = 0,87$
- применение диагностирования и контроль качества ремонта $f_{23} = 0,50$;
- состав исполнителей при проведении текущего ремонта $f_{24} = 0,31$;
- соблюдение сортамента применяемых масел $f_{31} = 1,00$;
- соблюдение сортамента применяемых топлив $f_{32} = 0,76$;
- соблюдение правил хранения топливо-смазочных материалов $f_{33} = 0,50$;
- механизация заправки топлива и масел $f_{34} = 0,95$;
- стаж работы механизаторов $f_{41} = 0,76$;
- количество механизаторов, сменившихся на одной машине за срок ее

службы $f_{42} = 0,76$

- профессиональная подготовка механизаторов $f_{43} = 0,50$;
- классность механизаторов $f_{44} = 0,45$;
- соблюдение правил хранения машин $f_{51} = 0,95$;
- наличие и состояние базы для хранения $f_{52} = 0,75$;
- состав исполнителей $f_{53} = 0,50$.

Результаты расчета коэффициента конкордации и критерия Пирсона γ^2_p для ранжированных последовательностей основных и частных факторов, а также табличные значения критерия Пирсона γ^2_t с вероятностью 95% для различных степеней свободы $m = N - 1$ представлены в таблице 1.20.

Таблица 1.20. Результаты обработки ранжированных последовательностей факторов

Характеристика согласованности экспертов	Факторы					
	Основные	Качество проведения ТО	Квалификация машинистов	Качество проведения текущего ремонта	Качество применяемых ТСМ	Качество хранения машин
ω	0,725	0,788	0,325	0,564	0,456	0,675
γ^2_p	119,1	100,8	17,5	30,9	24,6	24,3
m	4	3	3	3	3	2
γ^2_t	9,48	7,81	7,81	7,81	7,81	5,46

Как видно из данной таблицы, для всех факторов $\gamma^2_p > \gamma^2_t$. Следовательно, согласованность мнений экспертов не случайна.

1.10 Выводы

1. На основании существующих методов оценки качества технической эксплуатации машин в различных отраслях выявлено, что качество эксплуатации сельскохозяйственных машин необходимо оценивать пятью основными показателями:
 - качество проведения технического обслуживания;
 - качество проведения текущего ремонта;
 - качество применения топливо-смазочных материалов;

- квалификация обслуживающего персонала;
- качество хранения сельскохозяйственных машин.

2. Установлено, что для определения численного значения частного фактора, целесообразно использовать обобщенную функцию желательности Харрингтона, при этом, частный фактор может находиться на одном из четырех уровнях: высоком, среднем, низком, очень низком.

3. Получены зависимости между наработкой, между отказами и уровнем технической эксплуатации сельскохозяйственных машин. Установлено, что для всех машин с увеличением уровня технической эксплуатации наработка между отказами увеличивается, причем уровень технической эксплуатации наиболее сильно влияет на наработку между отказами для более технической сложных машин.

4. Получены зависимости между коэффициентами готовности и уровнем технической эксплуатации сельскохозяйственных машин. Установлено, что коэффициент готовности увеличивается с повышением уровня технической эксплуатации и при $K_{утэ} = 0,95$ стремится к своему максимально возможному значению ($K_{г}^{max}=1$).

5. Представлена методика проведения экспертного опроса и обработки полученных данных. Где необходимым условием достоверности результатов пассивного эксперимента являлось представительность выборки. При этом используется принцип эргодичности, позволивший компенсировать нехватку некоторых объектов наблюдения более длительным сроком их исследования.

РАЗДЕЛ II

2. Определение оптимального парка машин для производственных организаций

2.1. Вопросы комплектования парка машин.

Вопросами комплектования парка машин производственных организаций занимаются в различных отраслях. Основной задачей при этом являются определение оптимального состава парка машин с целью повышения эффективности использования техники [97, 118, 153].

Отмечается, что возможность полной оценки правильности формирования парка машин, в также внесения необходимых корректировок в его состав и управления им для достижения наибольшей эффективности использования машин появились с началом применения электронно-вычислительной техники.

Вопросами математической оптимизации парков машин занимались В.А. Булевский, Т.Ч. Гуревич, С.В. Жак, К.А. Киртбая, Б.М. Кудрявцев, Л.В. Канторович, В.В. Осадчий, П.В. Пушкарёва, С.З. Толпекин, Р.Ш. Хабатов, А.Г. Чистяков, В.Н. Шафранский, В.В. Шкурба, Э.Л. Финн, О. Н. Киртбая, А.А. Зангиев, О.Н. Дидманидзе, А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин, В.А. Евграфов и др.

Рассмотрение работ показывает, что на основе принятых в них математических моделей методы оптимизации с помощью ЭВМ можно разделить в основном на группы с использованием линейного, нелинейного, вероятностного программирования.

Наиболее распространенными, хорошо разработанными и дающими объективные результаты являются модели с использованием линейного программирования. Эффективность применения этого метода объясняется следующими преимуществами:

- позволяет достаточно просто математически интерпретировать формулирование задачи;
- использовать различные критерии оптимальности;

- проводить как комплектование парка машин, так и его доукомплектование, иметь хорошо разработанные процедуры решения задачи;

- решать задачи большой размерности со сложной структурой ограничений.

В диссертации разработана методика определения оптимального тракторного парка в производственных организациях с определением и корректировкой дополнительных затрат, которые возникают из-за несоответствия имеющегося в организации парка машин выполняемым объемам работ.

В общем случае под оптимальным понимают парк машин, который обеспечивает наилучшие показатели по одному из выбранных критериев оптимальности.

Тот факт, что до настоящего времени оптимизации парков машин в производственных сельскохозяйственных организациях не уделялось должного внимания, объясняется следующим.

Во-первых, теоретическое вычисление парка машин на основе математических моделей плохо согласуется с общепринятой схемой комплектования парка машин, которое существовала до настоящего времени и проходило стихийно, вне зависимости от реальных потребности организации. В результате не было возможности комплектовать парк машин согласно данным, полученным в результате расчета и, как следствие этого, специалисты сельскохозяйственных организаций не видели реальной пользы в расчете парка машин.

Во-вторых, хотя возможности современной вычислительной техники высоки, плохая приспособленность моделей оптимизации к реальным условиям, не всегда позволяют применить их на практике.

Обычно для решения таких задач необходим большой объем подготовительных работ и требуется учитывать множество различных факторов, что далеко не всегда возможно осуществлять в реальных условиях.

В третьих, решение задач обычными математическими методами приводит лишь к локальным, дискретным по времени результатам. Всякое изменение структуры работ и их объемов требует повторного решения задач с новыми данными, что также не всегда возможно осуществлять в реальных условиях.

С введением новых экономических отношений проблема правильного комплектование парка машин производственных сельскохозяйственных организаций выдвигается на первый план, т.к. они уже не могут по-прежнему покупать и держать на балансе значительное количество лишней техники и терпеть убытки по их содержанию. Поэтому разработка методик по комплектованию парка сельскохозяйственных машин является одной из первоочередных задач службы механизации сельскохозяйственных организаций.

2.2. Вопросы оптимизации парка машин, принципы и структура комплексной методики

Основным методом оптимизации парка машин, вытекающим из сделанного обзора литературы, является математическое моделирование с использованием персональных компьютеров. Решение указанной проблемы целесообразно разбить на ряд задач: это разработка системы критериев для оценки эффективности функционирования машин; анализ производственных факторов, влияющих на эффективность их использования; создание математических моделей, банка данных, алгоритмов и программ; разработка методов определения областей рационального применения машин; оперативное управление и перспективное планирование эффективного использования техники; определение структуры парков машин с учетом условий их использования. Для получения окончательного технологического результата работ, удобнее разбить парк машин на подсистемы эксплуатации и производства (рис. 2.1).

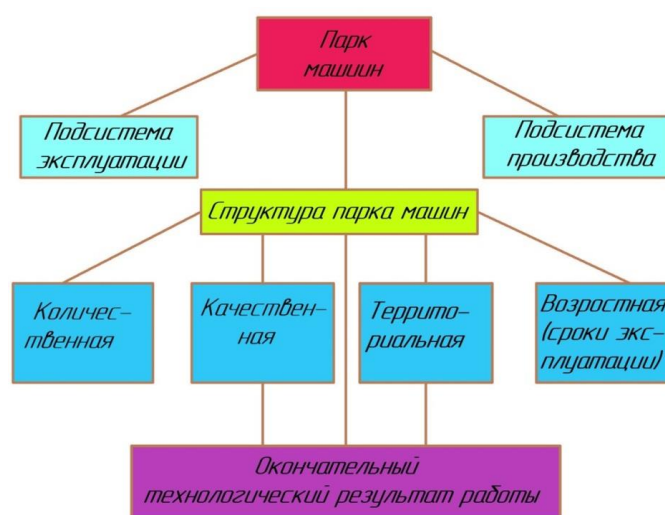


Рис. 2.1 Структурная схема парка машин

Такой подход определяет весь последующий ход решения задачи, который включает в себя следующие обязательные элементы: постановку задачи, математическую модель, алгоритмы решения задачи, программное обеспечение, исходные данные, проверку модели на примерах, провел оптимизационный анализ задачи, реальный процесс использования методики, модификации модели (рис. 2.2).

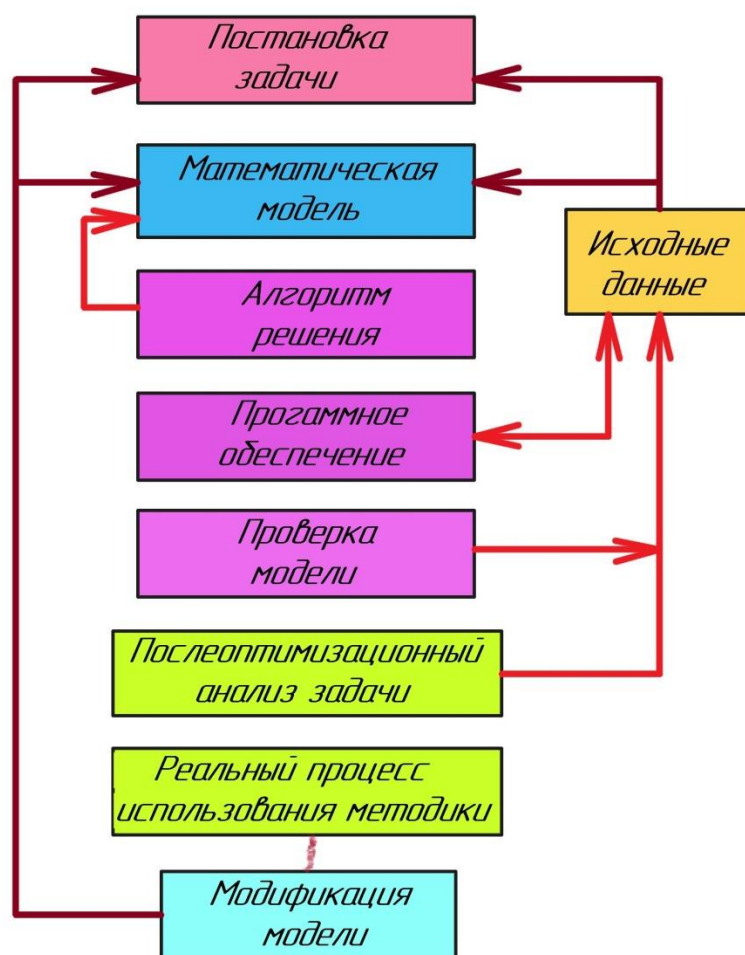


Рис. 2.2 Схема решения задачи оптимизации

Комплексная методика оптимизации парка машин (рис. 2.3) будет включать в себя следующие элементы:

1. математическую модель (рис.2.4) процесса формирования и функционирования парка машин, при конкретизации которой широко используются технико-экономическое моделирование работы машин;
2. алгоритмы оптимизации модели парка машин;
3. информационное обеспечение, которое включает в себя, кроме исходных

данных, алгоритмы и программы их предварительной обработки;

4. программное обеспечение.

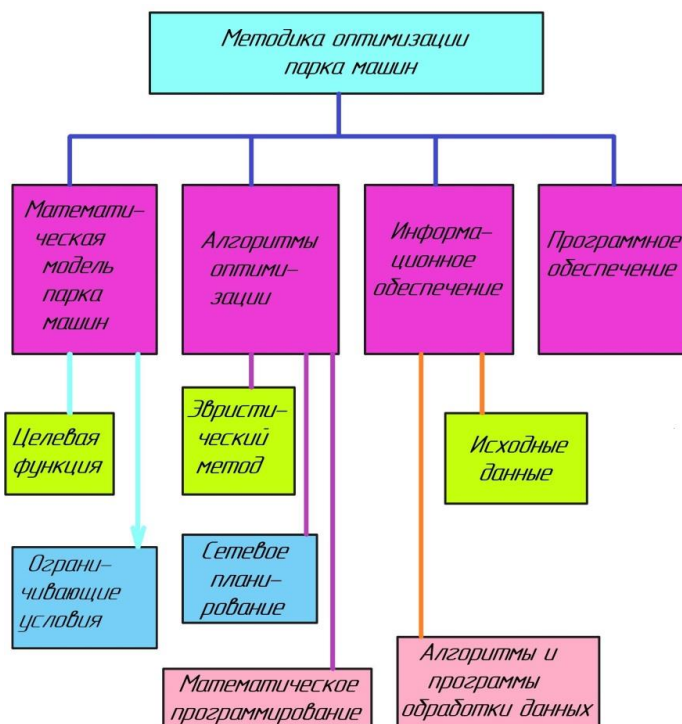


Рис. 2.3 Комплексная методика оптимизации парка машин

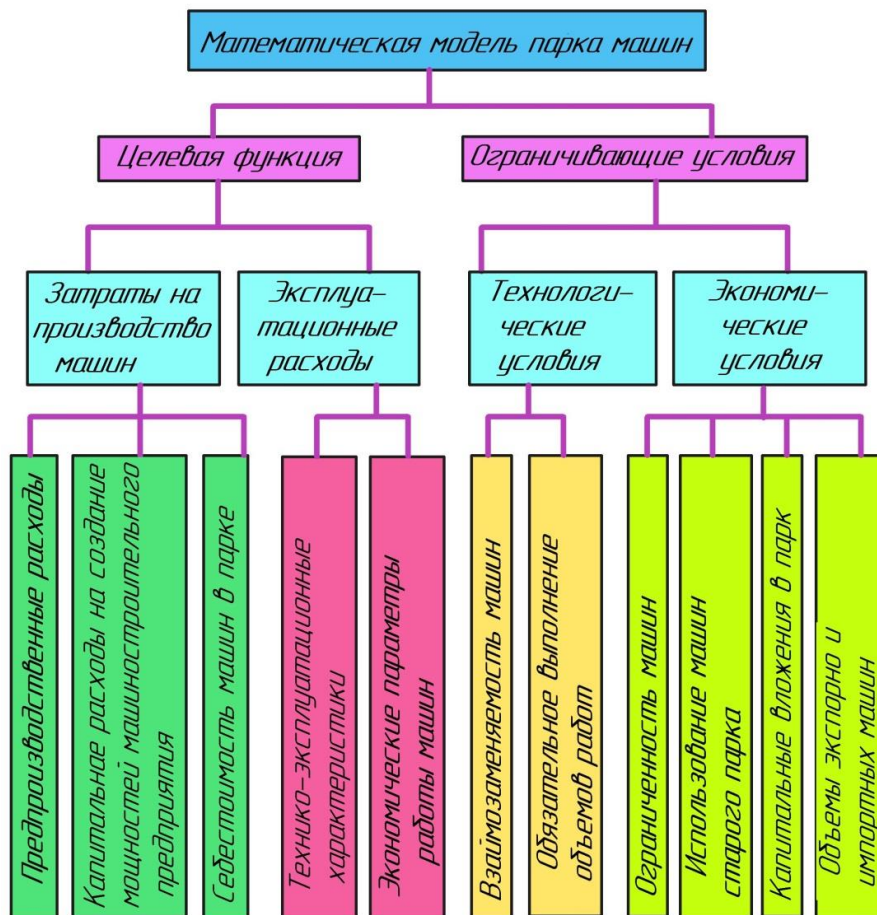


Рис. 2.4 Структурная схема разработки математической модели парка машин

Методика предназначена для:

1. оптимизации качественной и количественной структуры парка машин;
2. учета, анализа параметров имеющихся и вновь создаваемых машин для технико-экономического обоснования необходимости ввода их в парк;
3. выявления машин экономически устаревших, т.е. таких, которые не имеют областей эффективного использования;
4. увязки машин с объемами и структурой работ;
5. определения областей эффективного использования машин;
6. определения научно-обоснованных норм потребностей в технике;
7. широкого исследования изменений структур парка в различных технико-экономических ситуациях с целью правильного их проектирования.

При создании методики были использованы методы технико-экономического моделирования работы машин, а также статистические методы корреляционного анализа с учетом влияния многочисленных эксплуатационных факторов на минимум целевой функции.

2.3. Выбор математической модели и задачи оптимизации парка машин

Вопросам оптимизации парка машин производственных организаций занимаются в ряде отраслей народного хозяйства: сельском хозяйстве, в дорожном строительстве, в водохозяйственном строительстве и т.д. Условия задачи и методы ее решения в разных отраслях в основном совпадают друг с другом, однако есть и некоторые особенности [14,16,29,40,47,50,119,123,150]. Так, например, в сельском хозяйстве нарушение агротехнических сроков ведет к резкому падению урожая. Есть и некоторые другие отличия, однако целевые функции и способы постановки и решения задач в основном идентичны.

Для расчета оптимального парка машин в сельскохозяйственных организациях существует ряд методов, которые можно разделить на две группы:

- методы, где парк машин находится без использование ЭВМ;
- и методы с применением современного математического аппарата программирования и обработки результатов на ЭВМ.

Деление это в известной мере условно, так как многие задачи, решаемые методами первой группы, довольно легко поддаются математической формализации, и их решение при использовании ЭВМ значительно облегчается [28]. Однако по методам постановки задачи и их решений эти две группы существенно отличаются друг от друга.

К первой группе можно отнести следующие методы:

- метод прямого счета;
- метод укрупненных показателей;
- метод комплексных сетевых моделей;
- метод стоимостных коэффициентов;
- метод построения графиков загрузки парка машин;
- метод линейных графиков загрузки машин;
- и нормативный метод.

Методы подсчета парка машин без применения электронно-вычислительных машин получили достаточное распространение и имели для практических целей большое значение. Их использование позволило в значительной мере устранить субъективизм при подборе машин для производственных сельскохозяйственных организаций и, при отсутствии необходимого математического аппарата и средств его реализации, провести хотя бы примерный расчет машинного парка.

Возможность всесторонней оценки правильности формирования парка машин производственных организаций, а также внесения необходимых корректировок в парк машин и управления ими для достижения наибольшей эффективности использования парка машин, появились с началом применения электронно-вычислительной техники [28,33].

Методы второй группы различаются по принятым в них математическим моделям (линейные, нелинейные, вероятностные и др.), по критериям оптимизации и другим факторам [13,18,35].

Для решения нашей задачи, которая требует многоэтапного расчета с большим объемом информации, наиболее подходят методы второй группы.

Рассмотрение работ, отнесенных ко второй группе показывает, что существуют различные методические подходы к решению этой задачи. На основе принятых в них математических моделей, все методы можно разделить на ряд групп.

1. Модели, используемые при решении задачи линейное программирование, т.е. условия которых выражены системой линейных неравенств или уравнений, подчиненных целевой функции в соответствии с принятым критерием оптимальности.

2. Модели, использующие при решении задачи вероятностное (стохастическое) программирование, т.е., когда часть используемых в задаче переменных является случайными величинами, которые характеризуются каким-либо законами распределения. При этом оценка среднего ожидаемого эффекта ведется по достаточно объективному критерию - математическому ожиданию того или иного события.

4. Другие постановки задачи (в эвристической форме, с использованием теории и т.д.).

Наиболее распространенными являются модели первой группы, использующие при решении задачи линейное программирование [34,35].

Одной из первых попыток решения задачи оптимизации парка машин, была сделана академиком А. В. Канторовичем. В книге «Математические методы организации и планирования производства» Л. В. Канторович рассмотрел ряд задач и указал метод их решения, в качестве которого было использовано линейное программирование.

Линейное программирование в качестве метода решения оптимизации парка машин в производственных организациях исследовали целый ряд ученых: И. А. Арабов, П. В. Пушкарев, Э. Л. Финн, В. В. Шкурба, В. Г. Лобань, Р. Ш. Хабатов, Ю. Н. Киртбая, В. А. Булавский, С. З. Толтекин, С. В. Жак, Н. П. Трубилко, В. К. Осадчий, Г. М. Чечин, В. Н. Шафранский, А. Т. Чистяков и др.

Большинство задач с применением линейного программирования разработаны применительно к условиям сельскохозяйственного производства.

Авторы методики считают оптимальным для сельского хозяйства такой состав машин, который с учетом природных и организационно-экономических условий обеспечивает выполнение всего объема работ с минимальными приведенными затратами.

При выборе оптимальной структуры парка машин за критерий оптимальности приняты минимальные приведенные затраты на выполнение всего объема работ в производственной сельскохозяйственной организации.

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (2.1)$$

где i, j – соответственно, индексы вида машин и вида работы;

C_{ij} – приведенные эксплуатационные затраты единицы i -й машин на производстве j -й работы;

X_{ij} – количество i -х машин на j -х работах.

При этом учитываются следующая структура в организации работ:

- обязательное выполнение заданного объема работ

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} x_{ij} \geq b_j, \quad (2.2)$$

где a_{ij} – производительность i -х машин j -х работах ($j=1 \dots n$);

x_{ij} – количество применяемых i -х машин на j -х работах;

b_j – заданный объем работ;

- капитальные вложения на приобретение новой техники лимитированы

$$\sum_{i=1}^m K_i X_{ij} \leq K_0 \quad (2.3)$$

где K_i – стоимость единица i -й машины;

K_0 – лимит средств на приобретение механизмов;

- переменные величины должны быть неотрицательными

$$X_{ij} > 0. \quad (2.4)$$

Эта же математическая модель позволяет минимизировать время на выполнение заданных объемов работ.

При этом целевая функция выглядит следующим образом:

$$\sum_i^m \sum_j^n d_{ij} J_{ij} \rightarrow \min. \quad (2.5)$$

где d_{ij} норма времени на производства j -го вида работ на i -х машинах;

J_{ij} - объем j -го вида работ i -й машин.

При этом учитываются следующие ограничения:

- все работы выполняются в заданных объемах

$$\sum_{i=1}^m J_{ij} \geq b_j; \quad (2.6)$$

- время работы i -х видов машин должно превышать наличных фондов времени.

$$\sum_{j=1}^n d_{ij} J_{ij} \leq D_i, \quad (2.7)$$

где D_i -фонд времени работы i -го вида машин;

- объем j -го работ должны быть положительными

$$J_{ij} \geq 0. \quad (2.8)$$

Результаты расчета обрабатываются, затем составляют план перехода к оптимальному составу парка сельскохозяйственных машин на перспективу и исходя из этого плана определяют необходимое финансирование на приобретение новой техники.

Эффективность применения методик, использующих линейное программирование, объясняется:

- во-первых, тем что, они позволяют достаточно просто экономически интерпретировать сформулированные задачи;

- во-вторых позволяет вести как комплектование парка, так и его доукомплектование;

- в-третьих, позволяют решать задачи большой размерности (до нескольких тысяч переменных).

К недостаткам задач линейного программирования следует отнести тот факт, что уравнения математической модели в данном случае адекватны действительности лишь при высоки показателях загрузки машин. При годовой загрузке машин равной нулю, прямые эксплуатационные затраты стремятся к бесконечности, а при малых значениях загрузки прямые затраты могут в десятки раз превышать величину затрат, рассчитанных по нормативной загрузке.

Модели, использующие при решении задачи нелинейное программирование позволяют учесть неравномерность загрузки машин, а также более точны в реализации.

В основе всех методик, использующих при решении задачи методы нелинейного программирование лежат разработки профессора Р. Ш. Хабатова.

Разработки Р. Ш. Хабатова проводились и изложены в целом ряде научных трудов [30,131 и др.]. Ю. К. Киртбая и Р. Ш. Хабатов [30,131] считали, что при определении рационального пополнения парка машин новой техника математическая модель должна учитывать следующее:

- пополнение парка машин новой техникой должно приводить к улучшению его структуры;
- механизированные работы должны выполняться в соответствии с технологией возделывания сельскохозяйственных культур и в установленные агротехнические сроки;
- показателем целесообразности пополнения парка машин, машинной той или иной марки является - увеличение общей прибыли хозяйства, которая должна возрасти за счет уменьшения потерь урожайности культур и снижения приведенных затрат на производство заданных механизированных работ;
- основным показателем эффективности комплексной механизации и совершенства системы машин является повышение производительности труда, а общим основным критерием выбора оптимального парка машин для производственных организаций – максимум приведенного чистого эффекта.

Все эксплуатационные издержки за час работы агрегата авторы делят на затраты:

- А - не зависящие от загрузки машины в течение год года (издержки на зарплату, топливо и смазочные материалы);

- и В - не зависящие от нее (издержки на реновацию, техническое обслуживание, капитальный ремонт).

Величина приведенных затрат G равна:

$$G = A + \frac{B}{T} \quad (2.9)$$

где Т- годовая загрузка машины, ч.

Это уравнение отражает гиперболическую зависимость G от Т, асимптотой которой является прямая $G = A$. Таким образом, при малых значениях годовой загрузки переменные затраты значительно превышают постоянные, что удорожает производство работ и ведет к снижению использования техники. При достаточно больших Т увеличение загрузки практически не отражается на прямых эксплуатационных затратах, то есть методы линейного программирования применимы только при достаточно больших значениях загрузки. Поэтому Р.Ш. Хабатов рекомендует применение линейного программирования только в области ограниченной неравенством.

$$\frac{\sum_{k=1}^N tk (\sum_{i=1}^m X_{ijk} + \sum_{i=1}^m X_{ij})}{T_j} \geq X_j, j = 1 mP \quad (2.10)$$

где X_{ijk} - количество машин j- й марки на i-м виде работ в k-й период;

tk - продолжительность календарного периода;

T_j - нормативная годовая загрузка j-х машин.

Это ограничение не противоречит функций цели, т.к. исключает из оптимального парка машин с низкой годовой загрузкой. Р. Ш. Хабатов [131] при расчете оптимального парка машин сельскохозяйственных организаций в качестве критерия оптимальности принимает минимум математического ожидания себестоимости единицы обрабатываемой площади (одного тонно-километра), т.е.

$$MH \rightarrow \min \quad (2.11)$$

где М- математическое ожидание случайной величины;

Н- затраты на единицу обрабатываемой площади.

Значение H устанавливается из выражения:

$$H = \frac{MC}{MW} \quad (2.12)$$

где C - сменные эксплуатационные затраты без учета величины реновации;

W -сменная эксплуатационная производительность.

В качестве целевой функции выступает минимум приведенных затрат на эксплуатацию техники с учетом несвоевременности выполнения технологических операций:

$$L = \sum_{ijk} MC_{ijk} X_{ijk} \psi_k + \sum_s [\max_k (\sum_{ij} X_{ijk} ij) ЦС(E + ds)] + \sum_k \psi_k \tau_k \rightarrow \min, \quad (2.13)$$

где L - функция; M - математическое ожидание случайной величины;

k - потери в рублях в результате удлинения k -го периода на один день;

C - прямые эксплуатационные затраты без учета величины реновации;

Ψ - продолжительность работ; l - количество машин в агрегате;

$Ц$ - стоимость машин; E - норма эффективности капитальных вложений;

d - отчисления на реновацию;

X_{ijk} - количество j -х машин на i -х работах в k -ый период;

i, j, k, s - соответственно шифр работы столбца матрицы.

$$MC_{ijk} = MC_{ijk} + (MЭ_{ijk} - MФ_{ijk}), \quad (2.14)$$

где $Э$ - эталонное качество выполнения работ;

$ф$ - фактическое качество выполнение работ; τ - снижение качество работ;

Решение задачи осуществляется с использованием обобщенного градиента Н. З. Шора [136], при определении которого применяется сглаживающая функция и заданная окрестность сглаживания. При определении направления

спуска принимается во внимание не только максимальное значения x^0 , но и все другие значения x . После выбора направления спуска и используя компоненты градиента C_{ijk} как коэффициенты новой целевой функции находят новый допустимый план X_{ijk} , лежащий в направлении спуска.

$$\sum_{ijk} C_{ijk} X_{ijk} \rightarrow \min \quad (2.15)$$

Затем находят наилучшее решение в выбранном направлении и, используя выбранный в заданном направлении наилучший план в качестве нового начального плана, повторяют вычисления до достижения оптимального решения.

Однако эффективное использование методов нелинейного программирования возможно лишь при решении задач, имеющих небольшую размерность. Кроме того, они более сложны в реализации. Поэтому при решении задач нелинейного программирования применяют специальные алгоритмы, учитывающие структуру системы ограничений и функции цели.

В настоящее время получили распространение математические модели, основанные на использовании случайных исходных данных (стохастическое /вероятностное/ программирование). Очень часто природа исходных данных носит вероятностный характер (производительность машин, природные условия и др.), что ставит задачу учета при определении оптимального парка машин вероятностного характера параметров задач.

Для применения таких моделей разработаны методы, - позволяющие решать задачу без знания точных законов распределения случайных величин.

Решение задач стохастического программирования состоит из трех этапов. Сначала определяют параметры, описывающие случайные величины и для каждого из них находят наиболее подходящий закон распределения вероятностей. Затем строится стохастическая модель, и на заключительном этапе выбирается место ее решения.

При решении такие задачи обычно к терминированному анализу (чаще всего к задаче нелинейного программирования). Применение методов решения

определяется специальными свойствами задачи и законами распределения случайных величин.

При решении задач, где параметры подчиняются нормальному закону распределения, чаще всего достаточно указать лишь некоторые числовые параметры, характеризующие отдельные существенные стороны распределения:

- математическое ожидание;
- дисперсию или среднее квадратичное отклонение.

Решение задачи оптимизации парка машин методом имитационного моделирования предложено О.А. Анненковой и С.Г. Собко, которые принимают для решения задачи оптимального распределения парка сельскохозяйственных машин по объектам в качестве критерия оптимальности затраты на компенсацию простоев объектов и механизмов.

$$C = TC + TC, \quad (2.16)$$

где C - суммарные затраты на компенсацию простоев объектов и механизмов;

T - количество смен простоя комплектов машин;

T - количество смен простоя объектов;

C, C - соответственно стоимость одной смены простоев комплектов машин и объектов.

При расчете оптимального парка машин считают, что сроки окончания сельскохозяйственных работ не должны превышать нормативных. Задача решается методами имитационного моделирования. При этом поиск оптимального решения осуществляется в несколько этапов.

Определяют параметры объектов (объем каждого вида сельскохозяйственных работ, директивные сроки окончания работ, устанавливают стоимость одной смены простоя комплектов машин, осуществляют многократную имитацию хода выполнения сельскохозяйственных работ на ЭВМ и, наконец, производят выбор наилучшего распределения комплектов машин по объектам на основании значений целевой функции.

Гуревич Т.Ч. считает, что смысл оптимизационных расчетов парка машин для производственных организаций обычными методами теряется, т.к. парк машин рассчитывается на долгосрочное планирование, в то время как виды и объемы выполняемых работ изменяются. Поэтому автор предлагает решать задачу оптимизации парка машин производственных организаций как стратегическую задачу, не зависящую от объемов выполнения работ в определенный период. Задача представляется как игра двух лиц с нулевой суммой.

Пусть $X = (X_1, \dots, X_m)$; $Y = (Y_1, \dots, Y_n)$ стратегии 1-го и 2-го игрока.

Платежная матрица имеет вид:

$$A_{mn} = (a_{ij}), \quad (2.17)$$

где a_{ij} - выигрыш первого игрока, если он выбирал свою i -ю чистую стратегию, а второй игрок j -ю чистую стратегию.

Функция выигрыша представляется как

$$F(x, y) = xAy \quad (2.18)$$

Задача сводится к определению оптимальных стратегий, которые обеспечивают максимум выигрыша первого игрока, т.е.

$$F(x, y) = \max F(x, y) \quad (2.19)$$

Затем вводят переменные:

- вектор-столбик $x = (x_k)$ размерности k - компоненты которого - удельный вес каждого агрегата в структуре машинного парка;
- вектор-строку $y = (y_{it})$ размерности YT , компоненты которого - удельные веса отдельных видов работ в общем объеме;
- платежную матрицу $A = (a_{ikt})$, где a_{ikt} - показатель эффективности использования k -го агрегата на i -и работе в t -й период.

В качестве элементов платежной матрицы берутся со знаком (-) приведенные затраты в расчете на единицу выполняемой работы т.е.

$$a_{kit} = \frac{C_{kit} + E \sum_{j=1}^j C_j \cdot l_{jkt}}{U_{kit}}, \quad (2.20)$$

где k - множество агрегатов;

T - множество периодов выполнения работ и множество видов работ;

l - множество марок тракторов и машин;

U_{kit} - производительность каждого агрегата на i -й работе в t -й период;

J_{jkit} - количество машин j -й марки в k -ом агрегате на i -й работе

в t -й период;

C_j - стоимость машин j -й марки;

E - коэффициент эффективности капитальных вложений.

Учитывая, что решение задачи по приведенной формуле практически решается трудно, автор предлагает несколько упрощенную формулу для подсчета приведенных затрат на единицу выполняемой работы.

$$a_{kit} = \frac{U_{kit}}{C_{kit} + E \sum_{j=1}^j C_j l_{jkit}}, \quad (2.21)$$

где U_{kit} - интерпретированная производительность k -го агрегата на i -й работе в t -й период в расчете на один рубль приведенных затрат.

При этом, если k -й агрегат на i -й работе не использовался, то $a_{kit} = 0$. Сама же игровая задача сводится к эквивалентной задаче линейного программирования, для которой разработан алгоритм решения.

Модели, отнесенные к 3 и 4 группам направлены на решение оптимизационных задач без недостатков линейного и нелинейного программирования. Однако до настоящего времени нет достаточно простых и легко реализуемых методик, где применяются подобные модели. Они требуют большого объема подготовительной работы и сложны в реализации и поэтому не получили достаточного распространения в практике оптимизации. При решении они чаще всего сводятся к задачам линейного либо нелинейного программирования.

Таким образом, для условий реальных сельскохозяйственных производственных организаций наиболее удобной является модель с использованием линейного программирования, которая и была принята далее при разработке методики корректирования эксплуатационных затрат на содержание парка машин в сельскохозяйственных организациях.

2.4. Критерии оптимальности при оптимизации парка машин в организациях

Методики, использующие различные математические модели, различаются по применяемому в них критерию оптимальности.

В наиболее общем виде критерий оптимальности E имеет вид [3]:

$$E = f(R [P(t)], C [P(t)], t) \rightarrow \text{ext}, \quad (2.22)$$

где f - некоторая форма связи между отдельными составляющими критерия;

R - результат, получаемый от работы объекта;

P - вектор параметров объекта, характеризующих его состояние;

t - время;

c - затраты на получение результата.

Учет времени в явном виде приводит к динамической постановке задачи, что резко усложняет ее решение. Чтобы избежать этого, динамическую задачу сводят к статистической, приводят результаты и затраты к некоторому времени T , выбранному из соображений удобства.

Исключая t из общего критерия оптимальности и представляя задачу как совместную оценку двух составляющих R и C , можно получить кривую решений $R = f(C)$, на которой оказываются варианты, наилучшие по результату и по затратам среди множества исследуемых вариантов (рис. 2.5).

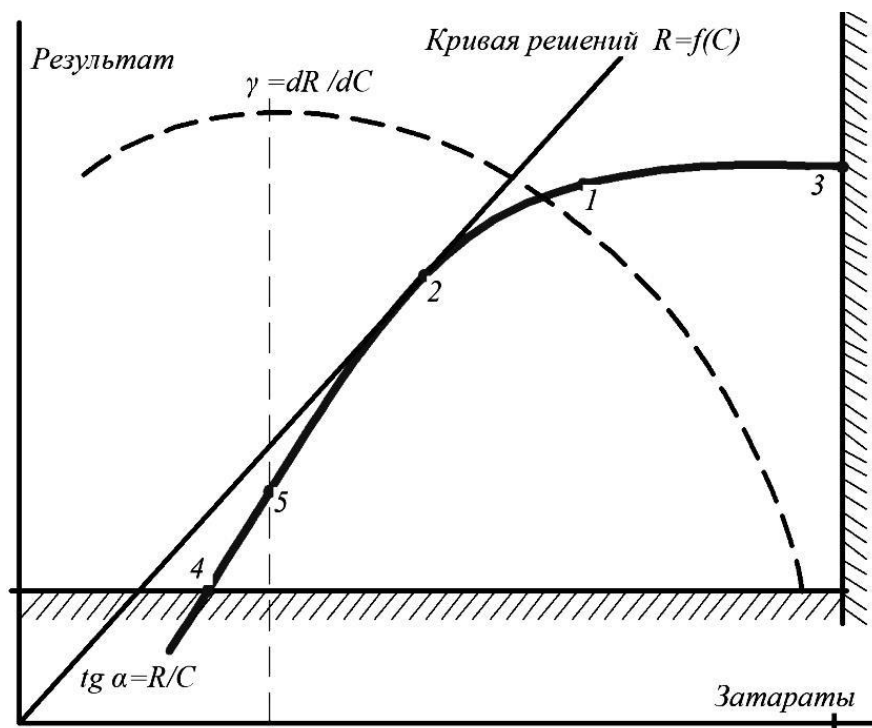


Рис. 2.5. Кривая решений в координатах «результат-затраты»

Конкретная форма, обобщенного критерия оптимальности E , т.е. Форма связи результата с затратами, определяется принципом, лежащим в основе создания системы. Авторы [3,8] выделяют пять принципов.

1. Критерий прибыли (чем больше прибыль, тем оптимальнее система):

$$E = R - C \rightarrow \max \quad (\text{точка 1, рис. 2.5}) \quad (2.23)$$

2. Критерий максимум результата на единицу затрат:

$$E = \frac{R}{C} \rightarrow \max \quad (\text{точка 2, рис. 2.5}) \quad (2.24)$$

3. Критерий максимум результата при затратах не выше заданных:

$$E = R \rightarrow \max; C \leq C_{\max} \quad (\text{точка 3, рис. 2.5}) \quad (2.25)$$

4. Критерий минимум затрат при результате не ниже заданного:

$$E = C \min; R \geq R_{\min} \quad (\text{точка 4, рис. 2.5}) \quad (2.26)$$

5. Принцип максимального приближения эффективности к потенциально достижимому:

$$E = \frac{R}{C} \rightarrow \max \quad (\text{точка 5, рис. 2.5}) \quad (2.27)$$

Критерии, оптимальные по какому-либо признаку, не будут оптимальны по другому. Для критерия тип "прибыли" (точка 1, рис. 2.5.) значение $Y = dR/dc =$

1, т.к. точка 1 находится на ниспадающей ветви производной кривой решения dR/dc . Дополнительное вложение затрат. C приводит к получению дополнительного результата ΔR ($\Delta R > \Delta C$). В связи этим с значение $Y < 1$ рассматривают как критическое, а все решения при $Y > 1$ - экономически нецелесообразными.

В связи с тем, что определенным образом выбранных ограничениях точка 4 (рис. 2.5.) оказывается левее точки 5 (в области экономически нецелесообразных решений $Y < 1$), авторы полагают нежелательным использование критериев типа минимума затрат или максимума результата.

Критерии формы отношения и формы отношения приращений экономически наиболее целесообразны. Однако они не получили широкого распространения из-за трудности математической реализации решения задач с применением этих критериев.

Критерий формы прибыли наименее экономичен в смысле коэффициента $Y = dR / dC$ и требует одинаковой размерности R и C . Однако вследствие своей линейной формы при линейных зависимостях R и C от факторов модели удобен в качестве целевой функции в задачах линейного программирования.

На практике наибольший интерес представляют отвергнутые, с точки зрения теории, критерии максимизации результата, при ограниченном объеме ресурсов и минимизации затрат при уровне результата не ниже заданного. Кудрявцев Е.М. характеризует эти два подхода как принцип максимизации эффекта и минимизации затрат.

Первая форма предусматривает достижением максимума полезного эффекта при данных затратах ресурсов, а вторая – минимизация затрат ресурсов с обязательным достижением заданного полезного эффекта.

Достижение максимума полезного эффекта может выражаться в виде получения максимальной прибыли от ввода в эксплуатацию того или иного объекта с учетом эффекта от досрочного ввода его в эксплуатацию.

Народнохозяйственный эффект от досрочного ввода объекта в эксплуатацию устанавливают из выражения:

$$\Delta_n = C_\phi(T_n - T)E_n, \quad (2.28)$$

где C_ϕ - сметная стоимость введенных в действие фондов (стоимость объекта);

T_n - нормативный срок выполнения сельскохозяйственных работ;

T - фактический (запроектированный) сроки сельскохозяйственных работ;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений для сельскохозяйственной отрасли, к которой относятся объекты работ.

Эффект дополнительной прибыли, получаемой за период досрочного выполнения сельскохозяйственных работ, рассчитывают по формуле;

$$\Delta_n = \Pi_p(T_n - T). \quad (2.29)$$

где Π_p - среднегодовая прибыль за период досрочного выполнения сельскохозяйственных работ ;

Критерии оптимизации записываются:

$$y_0 = V_0(\Pi - Y) + C_\phi(T_n - T)E_n, \quad (2.30)$$

$$y_0 = V_0(\Pi - Y) + (T_n - T), \quad (2.31)$$

где V_0 - объем работ данного вида на объекте;

Π - цена на единицу продукции или работы;

Y - удельные приведенные затраты на единицу продукции или работы.

Таким образом, при неизменных ценах максимизация прибыли равносильна минимизации затрат. Обобщенный критерий оптимизации представляется в

виде:

$$y' = \frac{Y - C_\phi(T_n - T)E_n}{V_0}. \quad (2.32)$$

$$y' = \frac{y - \Pi_p(T_n - T)}{V_0}. \quad (2.33)$$

где y' - удельные приведенные затраты с учетом эффекта досрочного ввода объекта.

На протяжении ряда лет при проведении исследований по математической оптимизации учеными выдвигался ряд различных критериев оптимальности, каждый из которых имел свои преимущества и недостатки.

Из анализа предложенных различными исследователями критериев видно, что самым распространенным, хорошо разработанным и удобным, без сомнения, - является критерий минимума приведенных затрат на проведение работ.

Применение критерия минимума приведенных затрат на выполнение работ позволяет учесть практически все стороны деятельности предприятия, связанные с эксплуатацией машин и выполненными объемами работ.

Возражения против применения критерия минимума приведенных затрат заключается чаще всего в том, что он не охватывает достаточно полно какие-либо аспекты работы организации. Например, недостаточность трудовых ресурсов, невозможность приобретения желаемой техники и др. Однако при реализации задачи с применением этого критерия подобные возражения могут быть учтены в ограничениях задачи.

Евграфов В. А. и Финн Э. А. [14,138] принимали в качестве критериев оптимальности один из следующих:

1. Минимум количества тракторов, требуемых для комплексной механизации производства.
2. Минимум стоимости парка машин.
3. Минимум затрат на все тракторные работы.

По мнению авторов, общее количество тракторов наиболее показательный критерий и состав тракторного парка, соответствующий минимуму этого критерия, позволяет с наименьшим количеством техники комплексно механизировать сельскохозяйственное производство, использовать на каждой операции возможно более производительные агрегаты при наилучшей общей загрузке парка машин и достигнуть практически наименьших затрат труда.

Однако следует отметить, что в современных условиях минимизация общего числа машин производственной организации может привести к формированию парка машин с явным преобладанием мощных, высокопроизводительных и дорогих машин а также требующих значительно больших дополнительных затрат на их эксплуатацию.

Недостатком этой методики является также и то, что оно не предусматривает "сглаживание" пиковых потребностей в технике путем перераспределения объемов работ в пределах допустимых агротехнических сроков их выполнения и, тем самым, не позволяет повысить годовую загрузку парка машин.

Кузьмин В.Н. и Пильник Ю.Н. [29, 49] считают, что за критерий оптимальности следует принимать минимальные общие затраты на приобретение техники, однако допускали и использование других критериев, например, минимум суммарных прямых затрат на производство работ.

Арендаренко В.И. и Ларионов В.И. [6, 31] предлагали для решения задачи оптимального распределения парка сельскохозяйственных машин по объектам в качестве критерия оптимальности минимум затрат на компенсацию простоев объектов и механизмов.

Ашхотов Э.Ю., Киртбая Ю. К., Хабатов Р. Ш. [2, 4, 30, 131] и др. отмечали, что использование в задаче лишь одного критерия оптимальности недостаточно и необходим учет различных сторон деятельности предприятий.

Киртбая Ю. К. [30] рассматривает задачу совместной оптимизации оптимального состава парка машин и потребности в механизаторских кадрах. Он вводит критерий интегральных (совокупных) приведенных затрат (руб./год), который имеет следующее выражение:

$$C_u = c_t E_k K_m + E_n N, \quad (2.34)$$

где C_u - критерий интегральных приведенных затрат;

C_t - прямые эксплуатационные затраты;

E_n - коэффициент приведения издержек производства, связанных с вложением в технические фонды, приведенный к годовой размерности:

k_m - капитальные вложения в машины и другие технические фонды, связанные с использованием парка машин:

E'_n - коэффициент приведения к годовой размерности издержек производства, связанных с отвлечением трудовых ресурсов %;

N - используемые трудовые ресурсы (механизаторы).

Коэффициент приведения E_k зависит от сроков службы машин и устанавливается из выражения:

$$E_k = \frac{E_k(1 + E_k)}{T_m}, \quad (2.35)$$
$$(1+E_k)-1$$

где E_k - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

T_m - срок службы машин.

Коэффициент E_n по аналогии с учетом трудового периода механизаторов устанавливаются из выражения:

$$E_n = \frac{E_n(1 + E_f)}{T_n}, \quad (2.36)$$
$$(1+E_f) - 1$$

где E_n - коэффициент эффективности использования трудовых ресурсов;

E_f - коэффициент эффективности использования основных производственных фондов;

T_n - трудовой период механизаторов (T_n 40 лет)

Многие исследователи отмечают, что формула приведенных затрат недостаточна для получения удовлетворительных решений задачи оптимизации машинного парка. Необходимо также учитывать расходование важнейших ограниченных народнохозяйственных ресурсов:

- трудовые ресурсы;
- дефицит сельскохозяйственной продукции;
- дефицит топлива - энергетических ресурсов и т.д.

Попытки учета этих факторов проводились различными авторами, Плаксин А.М. [50] и другими были введены в математическую модель затраты на привлечение рабочих в напряженные периоды и содержание механизаторов, Ежовский А.А. и др. [17] предложено учитывать потери урожая, связанные с выполнением сельскохозяйственных работ в допустимые, но не наилучшие агротехнические сроки.

Часто в области планирования и управления производством возникают задачи выбора решения по нескольким критериям оптимизации.

В работе [15] представлена математическая модель многокритериальной оптимизации потребности и использования сельскохозяйственной техники. Разработка модели связана со стремлением "сгладить пики" годового графика выполнения работ и, тем самым, обеспечить более равномерное использование техники.

В основе многокритериальной оптимизации лежит модель бикритериальной оптимизации вида:

$$L = F(xy) \rightarrow \min. \quad (2.37)$$

Ставится задача найти одновременно

$$\min F_T = \sum_{ikn} C_{ijk} x^{nijk} + \sum_k \max \left(\sum_{in} X_{ijk} \right) B_j. \quad (2.38)$$

$$\min \varphi = \max_k \left(\sum_{in} x^{nijk} \right), \quad (2.39)$$

где F_T - годовые приведенные затраты;

φ - общее максимальное количество тракторов в однодневном периоде;

W_{ijk} - суточная производительность машинного парка на i -й работе с j -ой энергомашиной в k -й период;

x_{ijn} - неизвестное суточное количество машин;

c_{ijn} - суточные эксплуатационные затраты агрегатов (без отчислений на реновацию)

Значение B_j устанавливаются из выражения:

$$B_j = C_j(O_{rj} + E_n) + \sum_{i=1}^n l_{ij}^{en} (O_{re} + E_n) C_l, \quad (2.40)$$

где C_j, C_e - соответственно, балансовая стоимость энергомашины и сельхозмашин;

l_{ij} - количество машин типа 1, входящих в агрегат с энергомашиной типа j на i -й работе;

O_{rj} , O_{re} - соответственно коэффициенты постоянных затрат (ТО, ремонт и т.п.) энергомашин j сельхозмашин 1.

При расчете устанавливаются следующие ограничения:

1. Неизвестное количество агрегатов должно быть положительным, т.е.

$$X^{nijk} \geq 0 \quad (2.41)$$

2. Суточный объем работ выполняется полностью, т.е.

$$\sum w_{ijk} X_{ijk} = Q_{ik} \quad (2.42)$$

где Q_{ik} - суточный объем работы i , подлежащий выполнению в период k .

Методика формирования машинного парка на основе компромиссного плана, полученного с учетом нескольких критериев оптимальности, была разработана группой специалистов под руководством Киртбая Ю. И. и Хабатова Р. Ш. [30,131]. В состав механизмируемых целевых функции входили приведенные затраты, текущие затраты, потребность в механизаторах, металлоемкость и капиталовложения.

При решении задачи находят оптимальные решения по каждому из перечисленных критериев, а затем находят компромиссный план, двигаясь от оптимального по основному критерию (приведенным затратам) плана в направлении оптимальных по другим критериям планов.

Математические модели оптимизации парка машин, использующие методы математического программирования можно классифицировать по критерию оптимальности следующим образом:

1. По минимуму затрат на комплектование парка машин.
2. По минимуму затрат на восстановление парка машин.
3. По минимуму количества тракторов.
4. По минимуму обслуживающего персонала.
5. По минимуму затрат на простои машин и объектов.
6. По минимуму времени на выполнение работ.
7. По максимуму выработки машин.
8. По максимуму прибыли.

9. По минимуму механизаторов.
10. По минимуму приведенных затрат.
11. Модель с компромиссным (интегральным) критерием.
12. Многокритериальная модель.

Все эти критерии имеют свои преимущества и недостатки. Окончательный выбор критерия оптимальности основан на целесообразности его применения в дальнейших исследованиях, на степени отражения им реальных процессов, происходящих в производственных условиях, а также на удобстве сбора информации и применения выбранного критерия в реальных вычислениях.

Однако они отражают только одну сторону деятельности производственных организаций и не могут служить достаточно точным показателем эффективности их производственной деятельности.

Так, например, использование критерия как "минимум общего количества тракторов" приводит к формированию парка производственных организаций с дорогими и мощными машинами.

Однако известно, что прямые эксплуатационные затраты на единичные работы у более производительных машин значительно выше, чем у менее производительных и, поэтому, использование более мощных машин не всегда обеспечивает минимум затрат на выполнение работ, иначе говоря, этот критерий не дает оптимального решения задачи.

Использование в качестве критерия оптимальности минимума затрат на комплектование парка машин позволяет при небольшой загрузке парка машин выбирать наиболее дешевые машины, что ведет к закупкам непроизводительной и морально устаревшей техники.

Некоторые авторы пытаются совместно учесть различные критерии оптимальности, что приводит к появлению компромиссного (интегрального) критерия оптимальности.

Формирование интегрального критерия возможно осуществлять различными способами. Более часто он формируется в виде взвешенной суммы, т.е.

$$Y = \sum_{i=1}^n a_i Y_i, \quad (2.43)$$

где a_i - весовые коэффициенты i -го критерия оптимального;

Y_i - i -й критерий оптимальности.

Как видно в данном случае задача также сводится к однокритериальной, а различные дополнительные условия можно учитывать путем введения дополнительных ограничений в обычную задачу.

При многокритериальной оптимизации с составлением компромиссного плана производится вычисление всех возможных вариантов решений задачи при различных критериях оптимальности, а затем выбирают наиболее эффективное решение. Решение таких задач обычно требует как очень большого массива исходной информации, так и большой вычислительной работы (даже на стадии сравнения вариантов). В результате чего многокритериальная оптимизация имеет ограниченное применение.

Как показали многочисленные исследования наиболее удобным в использовании и более полно отражающим реальные условия являются методики, в которых в качестве критерия оптимальности используется минимум приведенных (эксплуатационных) затрат на выполнение работ.

По мнению многих авторов (В. К. Осадчего, Б. М. Кудрявцева и др.) критерий минимум приведенных (эксплуатационных) затрат является наиболее обоснованным критерием оптимальности, дающим в практических расчетах наилучшие и соответствующие действительности результаты.

Рассмотрение критериев оптимальности показало, что наиболее обоснованным легко реализуемым и дающим адекватные действительные результаты является критерий минимума приведенных затрат на выполнение заданных объемов работ.

Поэтому в дальнейшем при определении и корректировке эксплуатационных затрат содержание парка машин в сельскохозяйственных производственных организациях в качестве критерия оптимальности принят минимум приведенных (эксплуатационных) затрат.

2.5. Задачи определения состава парка машин

Для решения задачи по определению эксплуатационных затрат на содержание парка машин в сельскохозяйственных организациях в общем принимают следующую последовательность расчетов.

1. Определение оптимального парка машин по имеющимся на заданный период объемам работ без введения ограничений по его марочному и количественному составу и определение затрат на эксплуатацию этого "оптимального" парка.

2. Определение возможного оптимального состава парка машин, исходя из имеющейся в организации техники, и определение затрат на эксплуатацию этого "оптимально имеющегося" парка.

3. Определение и корректировка затрат на парк машин, отличный от оптимального.

Первый этап методики предусматривает расчет оптимального состава парка машин на перспективу. Оптимизация проводится на основании прогрессивной технологии выполнения механизированных работ с учетом новых, наиболее производительных машин без ограничений по их количеству и маркам.

При этом определяются также затраты на эксплуатацию рассчитанного "оптимального" парка с корректировками для компенсации нецелочисленного решения задачи выбранным методом.

На втором этапе предусматривается оптимальное распределение механизированных работ в соответствии с техникой, имеющейся в производственной организации. При этом учитывается поступление новой техники и списание старой, отработавшей амортизационные сроки.

На третьем этапе решения задачи предусматривается определение и корректировка затрат на эксплуатацию парка машин, отличного от оптимального. При этом при недостатке парка машин рассматривается процедура доукомплектования парка и выявление минимальных необходимых дополнительных затрат на его эксплуатацию, а при избытке машин - процедура выведения из

состава парка "недогруженной" техники с расчетом затрат, которые организация несет из-за неправильного (избыточного) комплектования.

2.6. Математическая модель задачи оптимизации парка машин

Математическая модель задачи оптимизации парка сельскохозяйственных машин, исходя из источников литературы [28,35,67,73] представляется следующим образом.

Имеется n различных видов работ, на которых могут быть использованы m типоразмеров сельскохозяйственных машин. Машины должны обеспечить выполнение необходимых объемов j -х видов работ в k -е периоды.

Необходимо определить количество X_{ijk} сельскохозяйственных машин i -го типоразмера на j -м виде работ в k -й период.

Критерий оптимизации - минимум приведенных затрат на выполнение всего комплекса работ:

Целевая функция:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k C_{ijk} X_{ijk} t_k + \sum_{i=1}^m (A_i + E) C_{mi} X_i \rightarrow \min, \quad (2.44)$$

где C_{ijk} - текущие затраты на эксплуатацию i -го типоразмера машин на j -й работе в k -й период;

x_{ijk} - количество машин i -го типоразмера на j -й работе в k -й период;

i, j, k - индексы типоразмера машины, виды работ и периода, соответственно ($i / I, j / J, k / K$);

t_k - продолжительность k -го периода;

A_i - норма амортизационных отчислений на i -ю машину;

E - нормативный коэффициент экономической эффективности, $E = 0,12$;

C_{ti} - цена i -й машин.

При следующих ограничениях:

1. Обязательное выполнение всех работ:

$$\sum_{i=1}^m \Pi_{ijk} X_{ijk} - V_{jk} \quad (j / J; k / K), \quad (2.45)$$

где Π_{ijk} - эксплуатационная производительность i -й машины на j -й работе в k -й период;

v_{jk} - объемы работ j -го вида в k -й период.

2. Не отрицательность переменных:

$$X_{ijk} \geq 0 \quad (i / I, j / J, k / K). \quad (2.46)$$

3. Количество машин, в используемых периодах не больше, чем в оптимальном плане:

$$\sum_{i=1}^m X_{ijk} \leq X_i^N + X_i^P, \quad (2.47)$$

4. Обязательное первоочередное использование техники, имеющейся в парке:

$$X_0 \leq X_i^N + X_i^P, \quad (2.48)$$

где X_i^N количество i -х машин, имеющихся в парке;

X_i^P - количество приобретаемых i -х машин.

Следует отметить, что при определении "оптимального" парка, из ряда рекомендуемых машин исключается неперспективная техника (даже формально имеющая лучшие показатели приведенных затрат на отдельных работах).

Разработан алгоритм решения задачи, состоящей из следующих этапов:

- 1) выделение типичных объектов -представителей;
- 2) определение начального типоразмерного ряда машин;
- 3) определение способов производства работ;
- 4) определение эксплуатационной производительности машин;
- 5) определение стоимости машино-часа эксплуатации машин;
- 6) построение математической матрицы с исходной информацией для оптимизации парка:
- 7) запись экономико-математической модели определения оптимального парка машин;
- 8) определение оптимального парка машин и затрат на его эксплуатацию по заданным объемам работ.

Сравнение результатов оптимизационных расчетов с отчетными данными позволяет выявить в составе общих затрат не эксплуатацию машин дополнительные затраты, которые не зависят от парка машин и могут быть объяснены только организационными причинами, вызванными недостаточно аффективной работой службы механизации.

2.7. Методы определения оптимального парка машин и затрат на его эксплуатацию

При применении разработанной методики по расчету затрат на эксплуатацию машин, все расчеты проводятся с учетом специфики использования машин в данной производственной организации.

Согласно методики, на первом этапе проводятся расчеты по определению "оптимального" парка машин, соответствующего выполняемым работам.

Корректировка парка машин проводится следующим образом.

Если рекомендованный парка состоит из одной марки машин; то округляется до ближайшего целого числа и затем пересчитывается сумма затрат на содержание принятого парка машин. При этом величина избыточного количества машин характеризует потенциальную избыточную производительность парка.

В тех случаях, когда парк машин состоит из разных марок машин, корректировку парка машин проводили двумя методами.

Первый метод сводится к округлению количества машин до ближайшего большего целого числа с последующим пересчетом суммы затрат на содержание принятого парка.

Второй метод корректировки производится по каждой группе машин. Он отличается от первого тем, что количество машин одних марок (в группе) округляется до большего целого числа, а других до меньшего числа. При этом стремятся к тому, чтобы суммарная выработка группы машин была не меньше расчетной. После корректировки производится пересчет затрат на содержание принятого парка.

Для удобства анализа затрат на эксплуатацию парка машин можно вводить коэффициенты затрат на единицу суммарной мощности машин (K_3) и на еди-

ницу стоимости машин, с помощью которых можно устанавливать увеличение (уменьшение) затрат на эксплуатацию на каждую единицу вводимой (выводимой) мощности сельскохозяйственных машин в "оптимальном" случае [72, 80].

При введении коэффициентов предполагается, что если кривая зависимости коэффициентов от стоимости машины либо от ее мощности подчиняется какому-либо закону и имеет экстремум, то минимальные необходимые дополнительные затраты при изменении парка машин равняются

$$C_{\text{доп.опт.}} = K_{\text{опт.}} \cdot C_{\text{доп.}}, \quad (2.49)$$

либо

$$C_{\text{доп.опт.}} = K_{\text{опт.}} \cdot W_{\text{доп.}}, \quad (2.50)$$

где $W_{\text{доп.}}$ - мощность вводимого парка машин;

$C_{\text{доп.}}$ - цена вводимого парка машин.

При введении в парк машин дополнительные затраты, связанные с изменением парка, вычисляются по формуле:

$$C_{\text{доп.}} = (K_{\text{ввод.}} \cdot K_{\text{опт.}}) W_{\text{доп.ввод.}} \quad (2.51)$$

$$C_{\text{доп.}} = (K_{\text{ввод.}} \cdot K_{\text{опт.}}) C_{\text{доп.}} \quad (2.52)$$

Значение коэффициентов затрат на единицу суммарной мощности машины для "оптимального" парка устанавливаются из выражений:

$$K = \frac{C}{W} \text{ тыс. руб./кВт мощн. двиг.} \quad (2.53)$$

где C , C , C - соответственно затраты на эксплуатацию «оптимального» парка тракторов ДТ-75, Т-150, К-700, МТЗ;

W , W , W , - соответственно суммарная мощность тракторов ДТ-75, Т-150, К-700, МТЗ.

2.8. Методы определения оптимального состава и затрат на эксплуатацию парка машин с учетом имеющейся техники

Согласно методике расчетов при определении оптимального состава и затрат на эксплуатацию машино- тракторного парка при выполнении заданных

j -х видов работ в k -е периоды учитывается вся техника, имеющаяся в производственной организации проведения вычислений.

Расчеты проводятся аналогично расчетам по определению оптимального парка машин с введением в модель ограничения обязательному первоочередному использованию имеющейся в организации техники.

Корректировку парка тракторов производят в сторону уменьшения. Методика корректировки сводится к следующему.

На первом этапе сравнивают имеющийся парк машин с оптимальным и отбирают в имеющемся парке тракторов по характеристикам и приведенным затратам близкие к "оптимальным".

В практике расчетов в состав машино-тракторного парка необходимо включать и те марки машин, применение которых диктуется технологическими требованиями, вне зависимости от затрат на их эксплуатацию [130, 132, 133, 134].

На втором этапе корректировки из предварительно отобранного парка машин исключаются машины с большими значениями эксплуатационных затрат, до выполнения условия:

$$V_{jk \text{ изб.}} = \sum_i^m \sum_j^n \sum_k^k N_{ijk} \Pi_{ijk}, \quad (2.54)$$

где $v_{jk \text{ изб.}}$ - избыточный объем j -х работ, который в состоянии выполнить имеющийся парк машин в k -й период ($j=1..n$);

N_{ijk} - количество избыточных i -х машин на j -й работе в k -й период;

π_{ijk} - производительность i -х машин на j -й работе в k -й период.

Величина затрат на эксплуатацию "оптимального" парка машин указывается в долях от затрат на эксплуатацию парка с учетом всех машин, имеющихся в организации.

При этом большое значение приобретает определение дополнительных затрат на эксплуатацию парка машин организации при несоответствии парка оптимальному значению.

2.9. Состав парка машин и дополнительные затраты на эксплуатацию при несоответствии оптимальным значениям

Следующим этапом методики является определение дополнительных затрат на эксплуатацию машин, вызванных несоответствием парка машин выполняемым объемам работ.

Для оценки влияния каждой машины на уровень затрат на эксплуатацию и выявления возможности комплектования парка машин с помощью коэффициентов затрат на единицу стоимости и единицу основного параметра машин были подсчитаны коэффициенты для каждой машин, применяемой на сельскохозяйственных работах.

Комплектование парка машин с помощью определенных коэффициентов возможно в том случае, если изменение значений коэффициентов подчиняется какому-либо закону, а коэффициенты наиболее выгодных машин находятся в экстремуме графиков функций, построенных по значениям коэффициентов.

Анализ материалов по использованию машин в производственных организациях показывает, что общих законов, характеризующих изменение коэффициентов затрат в зависимости от их характеристики (стоимости машины и величины основного параметра) не имеется. Поэтому только использование этих коэффициентов при корректировке парка машин может приводить к искажению результатов и неправильной корректировке парка.

Однако для анализа состава парка машин организации при значительном несоответствии парка структуре и объемам работ использование этих коэффициентов целесообразно [74, 78, 82, 89]. Таким образом, при корректировке парка машин в организации (комплектование парка, его доукомплектование, либо выведение из парка избыточной техники), необходимо использовать данные о приведенных затратах на выполнение работ.

При этом методика расчета определяется задачей корректировки, т.е. необходимостью доукомплектования парка машин или, наоборот, его уменьшения.

В случае недостатка машин и необходимости доукомплектования парка (либо его полного укомплектования) расчет ведется в следующей последовательности.

1. Распределяют требуемые к выполнению объемы сельскохозяйственных работ по видам.

2. Выбирают машины, пригодные для выполнения работ и имеющие минимальные значения приведенных затрат на этих работах.

3. Определяют оптимальные дополнительные затраты на эксплуатацию машин, вводимых в парк. При этом дополнительные затраты ($C_э$) устанавливают из выражения:

$$C_э = \sum_k^k \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{сприijk} V_{jk}, \quad (2.55)$$

где V_{jk} - дополнительные объемы работ j -го вида в k -а период;

$C_{сприijk}$ - приведенные эксплуатационные годовые затраты на выполнение j -й работы i -й машины в k -й период.

Значение находят из выражения:

$$C_{сприijk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{C_{эij}}{\Pi_{ij}}, (k \in K), \quad (2.56)$$

где $C_{эij}$ эксплуатационные годовые затраты 1-й машины при j -й машины при выполнении работы

Π_{ij} - эксплуатационная производительность 1-й машины выполнении j -й работы;

4. Устанавливают количество дополнительных машин из выражения:

$$N_{jk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K \frac{V_{jk}}{\Pi_{ij}}, \quad (2.57)$$

где N_{ij} - количество необходимых дополнительных i -х машин при выполнении j -й работы;

V_{jk} - дополнительные объемы работ j -го вида;

P_{ij} - эксплуатационная производительность i -й машины при выполнении j -й работы.

При этом дополнительные затраты должны включаться в состав затрат на эксплуатацию машин организаций.

В тех случаях, когда парк машин комплектуется не самыми выгодными машинами, годовые эксплуатационные затраты оказываются больше затрат на оптимальный парк. В этом случае превышение минимальных эксплуатационных затрат к абсолютно необходимым можно относить лишь в тех случаях, когда их избежать невозможно (например, в случаях, когда покупка необходимых машин невозможна в силу ряда причин).

В случае наличия в парке недогруженных ("избыточных") машин и необходимости выведения из парка лишних машин, расчет ведется в следующей последовательности.

1. Из состава парка предварительно исключаются заведомо невыгодные машины с таким расчетом, чтобы годовой выработки оставшегося парка было недостаточно для выполнения всех запланированных работ.

2. Производится оптимизация парка с помощью различных методов, в частности, эвристического метода Фогеля. Метод повторного просчета на ЭВМ также пригоден, хотя его прямое использование в организации и отвергнутая на предварительном этапе техника [81, 83, 84, 86].

Метод Фогеля использует понятие штрафов за отказ от применения наиболее экономических машин. Для каждого типоразмера машин вычисляется минимальный штраф за отказ от их использования на наиболее выгодном объекте. Затем среди вычисленных значений минимальных штрафов определяется наибольший и выбирается соответствующий этому значению типоразмер машины и объект его работы. Наиболее эффективному типоразмеру машин назначается максимально допустимый объект работ во избежание наибольшего из минимальных значений штрафа.

Когда годовая выработка выбранного типоразмера машин исчерпается, этот типоразмер исключается из рассмотрения, как объект, где выполнен годовой

объем работ, либо вид работ, весь объем который выполнен). Затем процедура повторяется, пока не будут выполнены все объемы работ.

Необходимо отметить, что в отличие от случаев, когда указывается лишь общая величина ресурсов отправителя (в нашем примере общая годовая выработка парка машин) необходимо учитывать, что при выполнении различных видов сельскохозяйственных работ выработка одних и тех же машин различна. В связи с этим столбцов с показателями годовой выработки будет столько, сколько видов работ (в нашем примере два). При заполнении же клетки принимается выработка, соответствующая виду работ. При этом суммарные затраты на выполнение выбранным парком работ, будут равны:

$$C_{з1} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{пріjk} V_{jk} (k \in K), \quad (2.58)$$

где $C_{пріjk}$ - приведенные эксплуатационные годовые затраты на выполнение j -й работы i -й машиной в k -й период;

Π_{ij} - производительность i -й машины на j -й работе.

3. Определяется недостающий для выполнения объем работ по формуле:

$$\Delta V_{jk} = V_{jk} - V_{jk} (j \in J, k \in K), \quad (2.59)$$

где v_j - недостающие объемы j -х видов работ в k -е периоды;

V_{jk} - объемы j -х видов работ, которые необходимо выполнить в k -е периоды;

V_{jk} - объемы j -х видов работ, которые выполняются в k -е периоды техникой, имеющейся в организации.

4. Рассчитывается необходимое дополнительное количество техники (из числа имеющейся в организации) для выполнения требуемых объемов.

$$N_i = \frac{V_{jk}}{\Pi_{ij}} (i \in I, j \in J, k \in K), \quad (2.60)$$

5. Устанавливаются необходимые затраты на выполнение объемов работ недостающей техникой из выражения:

$$C_{эг} = N_i C_{эгi} \quad (i \in I), \quad (2.61)$$

где $C_{эгi}$ - годовые затраты на эксплуатацию 1-й марки машины.

6. Устанавливаются необходимые затраты на выполнение всех j -х работ i -ми машинами, имеющимися в организации, в K -е периоды.

$$C_{эijk} = C_{э1} + C_{э2}, \quad (2.62)$$

7. Устанавливаются избыточные затраты, связанные с наличием в организации недогруженной (избыточной) техники и другими причинами.

$$\Delta C_{э} = C_{отч} - C_{эijk}, \quad (2.63)$$

где $C_{отч}$ - отчетные данные по затратам на эксплуатацию техники.

8. Возможно выделить из состава общих избыточных затрат те, которые связаны только с наличием в парке избыточных машин:

$$\Delta C_{э} = \Delta N_i C_{эгi} \quad (i \in I), \quad (2.64)$$

где ΔN_i - число избыточных i -х машин в парке, равное разности между общим количеством машин в парке и необходимым количеством;

$C_{эгi}$ - годовые эксплуатационные затраты на содержание i -х машин.

Приведенные соображения верны как для парков, устойчивых во времени и выполняющих стабильно одни и те же виды работ на протяжении значительного периода времени (несколько лет), так и для организаций с меняющейся структурой работ. При резком изменении профиля работ организации, суть изменений фактически заключена в изменении объемов различных видов основных сельскохозяйственных работ и добавлении (выбытии) некоторых специализированных работ.

2.10. Выводы:

Данная математическая модель и в целом методика по определению оптимального машино –тракторного парка для конкретной организации позволяет:

1. Разделять затраты на эксплуатацию машин на следующие составляющие:

- затраты, абсолютно необходимые для эксплуатации оптимального парка машин;

- дополнительные затраты, связанные с наличием в составе парка и эксплуатацией неоптимальной техники из числа машин, имеющихся в организации;

- дополнительные затраты, связанные наличием в составе парка недогруженной (избыточной) техники и ее содержанием;

- дополнительные затраты, вызванные различными организационными причинами, не связанными с парком машин.

2. Производить, при изменении структуры работ организации, оценку эффективности использования имеющегося парка машин, а также выявлять потребность в приобретении дополнительной (новой) техники, либо в выведении из состава парка недогруженных (избыточных) машин.

3. Вычислять изменение минимальных затрат на эксплуатацию машин при изменении количественного и качественного состава парка машин.

РАЗДЕЛ III

3. Принципы построения поэтапной технико-технологической модернизации производства в растениеводстве

3.1 Стратегия построения этапов технико-технологического переоснащения процессов производства зерна.

Методология науки – учение о принципах построения, формах и методах научного познания. С одной стороны, накопление большого объема эмпирического и теоретического материала требует его обобщения, включения в старые теории и создание новых теорий, выявляющих закономерности этих процессов, пути формирования и развития теории. С другой – следует также разрабатывать методы получения новых знаний. Именно методология как совокупность использования методов исследования представляет собой необходимую для развития научного познания основу, а метод является способом достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи, совокупностью приемов теоретического и практического освоения (познания) действительности [23, 58, 59, 60, 66].

Целью теории является получение самих знаний, формирование теоретических принципов, в методе же эти знания и принципы выступают не как цель, а как средства и пути производства новых знаний. Методы исследований и построения научной теории разрабатываются на основе уже существующих знаний объективных закономерностей, законов и принципов. В этой связи огромную важность приобретает адекватное решение двух задач:

- 1) какие правила познавательной деятельности, «требования» к ней должны предъявляться;
- 2) на какие теоретические принципы и положения следует при этом опираться.

Первый методологический принцип включает совокупность требований, которые необходимо соблюдать для достижения истины: объективность, всесторонность и конкретность рассмотрения. Другой важный методологический принцип – принцип историзма – рекомендует для более полного понимания

сущностной содержательности предмета исследования обращаться к его возникновению, изучению закономерностей развития во времени. Очевидно, что только ретроспективное понимание закономерностей развития каких-либо производственных процессов, внутренних взаимосвязей между причиной и следствием выходных параметров их реализации, раскрытие этих взаимосвязей на основе имеющихся научных материалов позволяет сформулировать цель предстоящих исследований.

Основополагающими являются законы материалистической диалектики, в т.ч. диалектика общего, особенного и единичного. Именно использование базовых законов при реализации научных исследований стало основой синтеза материалов, формирования научной проблемы и постановки задач для ее решения. Ее содержательная часть базируется на общих законах развития механизированных процессов в растениеводстве, особенностях их реализации в различных зональных и организационно-экономических условиях и принципиально отличающихся биологических свойствах зерновых, что влияет на технологические процессы его возделывания и уборки зерна в условиях Республики Казахстан [9, 10, 11, 31, 61, 67, 135].

Применительно к сельскому хозяйству концепция – это основная точка зрения руководящих идей для освещения, теоретического обоснования системы взглядов, ведущая мысль по инновационной технико-технологической модернизации аграрной отрасли на стратегический, долговременный период.

Стратегия – это конкретный, долгосрочный план достижения некоторых целей, а выработка стратегии – это процесс нахождения цели и составления долгосрочного плана технико-технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Стратегическая цель работы инженерно-технической службы всех уровней сельского хозяйства состоит в кардинальном изменении технико-технологической обеспеченности сельхоз товаропроизводителей для своевременного выполнения механизированных полевых работ с соблюдением всех требований агротехники, повышения урожайности с нормативными затратами

ресурсов, получения прибыли [14, 15, 23, 45, 47]. Концепция стратегических планов модернизации инженерно-технической системы на длительный период, подготовленная ГОСНИТИ совместно с другими институтами Россельхозакадемии и одобренная большинством российских региональных агропромышленных формирований, определяет пять основополагающих направлений развития [25, 34, 35, 41]:

- количественное и структурное техническое оснащение;
- улучшение машиноиспользования;
- обеспечение работоспособности машин;
- формирование эффективной системы сервисных услуг;
- модернизация структуры управления инженерно-технической службой (ИТС).

Первое направление предусматривает насыщение МТП новой техникой с высокими эксплуатационными ресурсами и возможно минимальными удельными затратами на выполнение механизированных работ. С учетом финансовых ресурсов сельхоз товаропроизводителей в Концепции принята к реализации стратегия повышения эксплуатационного ресурса и работоспособности существующих машин. Для эффективного сельхозпроизводства в республике имеются благоприятные ландшафтные и климатические условия. Накопленные знания позволяют использовать потенциальные ресурсы для осуществления намеченной стратегии развития, реализации неиспользуемых количественных и качественных факторов развития.

Анализ практических материалов, обобщение результатов исследований, современный уровень экономики РТ и перспективы ее укрепления, задачи, поставленные в Стратегии технико-технологической модернизации сельского хозяйства Казахстана на период до 2030 года позволяют предположить реальность эффективности реализации зерна в три этапа.

Цель настоящей Стратегии технико-технологической модернизации растениеводства – ускоренное развитие отечественного сельского хозяйства для обеспечения населения республики конкурентным на мировых рынках каче-

ственным зерном, обеспечение трудоспособного населения рабочими местами на основе модернизации технологических процессов. В общем виде цель, задачи, структура и содержание стратегии, а также базовые мероприятия по их реализации приведены на рисунке 3.1.



Рис. 3.1 Цель и задачи Стратегии поэтапной технико-технологической модернизации процессов в растениеводстве.

Прикладное значение решения задач при модернизации растениеводства будет определяться основными показателями производственных процессов в нем, а именно:

- увеличением в 1,5 - 2 раза и более урожайности зерновых и производительности труда при его возделывании и уборке в 2 – 3 раза, в получении прибыли не менее величины капиталовложений в поэтапную модернизацию растениеводства;

- увеличить валовое производство зерна в 2 раза, используя для этого, кроме интенсивных факторов, имеющееся невовлеченное использование ресурсного потенциала;

- технически переоснастить растениеводство машинами нового поколения, имеющими повышенный уровень заводской безотказности и ремонтпригодности, как следствие коэффициента готовности машинно-тракторных агрегатов при эксплуатации в напряженные циклы полевых работ;

- обеспечить повышение уровня профессиональной подготовки механизаторских кадров инженерно-технических работников, мотивацию их высокопроизводительного труда.

Отличительная особенность ресурсосберегающих технологий в растениеводстве состоит в освоении методов управления продукционным процессом в производстве. Этому процессу в растениеводстве пока не уделяется должного внимания, что снижает потенциально возможную урожайность зерна. Не принося роли технических и материальных средств при модернизации растениеводства, отмечаем, что основным фактором его эффективности является полнота выполнения агротехнических требований, которые установлены инновационными зональными технологиями производства зерна. При определении этапов технико-технологической модернизации можно основываться на различных показателях отрасли и выделить несколько направлений.

Первый этап (до 2020 г.) является начальным периодом восстановления отрасли растениеводства и включает в себя ближайшие действия по повышению технической оснащенности сельскохозяйственного производства. На этом эта-

пе не произойдет крупных изменений в структуре используемой сельхоз техники. В основном будут применяться машины существующих конструкций для внедрения ресурсосберегающих технологий с целью своевременного и качественного выполнения полевых работ.

Одним из важных направлений на этом этапе является работа по привлечению и закреплению квалифицированных механизаторов, инженерно-технических работников, создание экономических условий по мотивации их труда. В этот период осуществляется разработка нормативной и информационной базы технического переоснащения растениеводства. Определяются правовые основы действий, объемы и источники инвестиций, в том числе механизм участия бюджетов в стимулировании преобразований на селе, методы стимулирования агробизнеса и др. Формируется служба инновационного развития растениеводства – система разработки и распространения ресурсосберегающих технологий. Осуществляется подготовка материалов для широкого информирования руководителей и специалистов хозяйства, МТС и участников процесса об опыте передовых хозяйств республики, ближнего и дальнего зарубежья. Ведется активная работа по развитию отраслей, обеспечивающих растениеводство материально-техническими ресурсами, освоение нового поколения техники. При эффективной реализации указанных мероприятий урожайность зерновых возможно повысить до 15 - 18 ц/га, т.е. примерно в полтора раза.

Второй этап (2021–2025 гг.) – начало оснащения растениеводства приоритетной техникой более высокого качественного уровня. Это будет происходить параллельно с эффективным использованием существующей техники предыдущего поколения.

Новые машины будут иметь более высокую стоимость, показатели надежности и производительности. Такая техника вначале будет приобретаться сельхозпредприятиями с высоким уровнем доходности, в том числе и машинно-технологическими станциями (МТС), создаваемыми или поддерживаемыми отечественными и зарубежными инвесторами.

В этот период должны в полной мере заработать проектно-технологическая служба сельского хозяйства (служба инновационного развития), система подготовки и переподготовки кадров, информационного обеспечения и должен быть сформирован определенный финансовый потенциал. Создание необходимых условий позволит повысить урожайность зерна в среднем до 15–18 ц/га.

Третий этап (2026–2030 гг.) предполагает техническое переоснащение хозяйств, для реализации высокоинтенсивных технологий производства зерна. Этот период рассчитан на основную массу сельхозпредприятий и потребует наиболее целенаправленных действий агробизнеса в области обновления технико-технологической базы.

В этот период будут применяться технические средства, реализующие новые машинные технологии, а функционирование инженерно-технической системы в целом обеспечит технико-экономические параметры инновационного производства зерна. На данном этапе ставится задача обеспечения интеллектуальной техникой на базе качественно нового уровня развития науки и практических действий в растениеводстве:

- все поставляемые технические средства, особенно сложные и высокопроизводительные, будут иметь высокую техническую и технологическую надежность;
- будут созданы крупные кооперации сельхозпроизводителей, многооперационные агрегаты будут представлять собой эффективную организационно-экономическую базу растениеводства.

Следствием реализации этих задач должно стать повышение урожайности зерна до 15–18 ц/га. Для устойчивого обеспечения потребностей растениеводства новой техникой, как предусмотрено программой развития сельского хозяйства, дальнейшее развитие получит государственный лизинг. Стоимость парка машин нового поколения оценивается (в текущих ценах) примерно в 11 млн, в том числе тракторов около 7 млн, сельскохозяйственных машин для растениеводства – 4 млн долларов США.

Безусловно, реализация этапов потребует значительных единовременных капиталовложений, которые могут быть получены в виде кредитов в банковском секторе республики и странах СНГ. Кредиты в последующем можно погасить за счет ежегодного повышения полученной прибыли от реализации зерна.

Это требует параллельного решения задач повышения урожайности зерна, на основе эффективного использования имеющегося на предприятиях ресурсного потенциала. Безусловно, одновременно с процессом технико-технологической модернизации растениеводства необходимо обосновать поэтапное структурное и количественное построение инженерно-технической базы. Только комплексное и одновременное решение указанных задач позволит обеспечить требуемый уровень надежности реализации производственных процессов в растениеводстве, а в конечном итоге – высокую рентабельность его продукции.

3.2. Сущность и численное измерение технико-технологического оснащения растениеводства.

При изучении, анализе материалов исследований в области механизации процессов в растениеводстве, перспектив его развития и современного кризисного состояния мы отмечаем увеличение количества публикаций [1, 2, 4, 6, 9, 12, 16, 21, 26, 28, 35, 51, 64, 65, 71, 73, 78, 106, 134, 157, 158], в которых ставится проблема технико-технологического переоснащения производственных процессов по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур. Это однозначно свидетельствует о прикладной и научной актуальности данной проблемы. Но при этом содержательная сущность понятия не раскрывается в необходимой полноте и трактуется чаще всего как «техническое переоснащение». И, за редким исключением, не раскрывается ни комплексность технико-технологического развития процессов в растениеводстве, ни сложность связей между техническими, экономическими, технологическими и социальными параметрами при их реализации.

Формируя научные гипотезы, предмет нашего исследования, научную проблему, мы исходили из содержания производственного процесса и совокупно-

сти составляющих производственного потенциала сельскохозяйственных предприятий [9, 12, 15, 30, 117, 120, 128, 129, 146, 147].

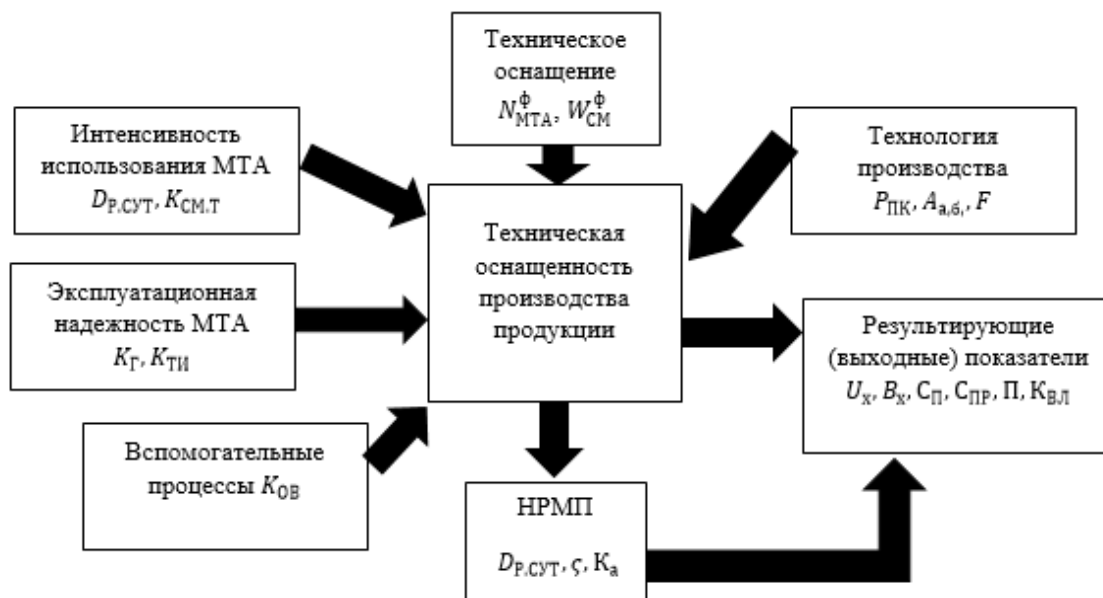


Рис. 3.2. Структура и взаимосвязь составляющих технической оснащенности производственных процессов в растениеводстве с показателями надежности и эффективности их реализации.

$A_{а,б}, P_{ПК}, F$ – агробиологический, природно-климатический, земельный потенциал соответственно; $N_{МТА}^ф$ – фактическое количество МТА, шт.; $W_{СМ}^ф$ – фактическая сменная производительность МТА, га/см; $D_{р.сут}$ – количество рабочих суток по агротребованиям, сутки; $K_{СМ,т}$ – коэффициент сменности; τ – коэффициент использования рабочего времени смены; $K_{г}, K_{ТИ}$ – соответственно коэффициенты готовности, технического использования МТА; $U_{х}, B_{х}$ – урожайность и валовое производство продукции; $C_{п}$ – потери-недобор продукции, тыс.руб/га; $C_{пр}$ – затраты на реализации механизированных процессов, тыс. руб/га; $K_{вл}$ – капиталовложения на модернизации процессов производства, тыс. руб/га; $\zeta, K_{а}$ – полнота и качество выполнения операций.

Из физической сущности особенностей реализации производственных процессов в растениеводстве, содержания схемы (рис. 3.2) следует, что ядром технико-технологической оснащенности его является биологический (Бп), земельный (F) потенциал и соответствующие им в заданных природно-климатических (РПК) условиях технологии производства сельхоз культур.

Именно эти составляющие производственного потенциала определяют требуемый уровень технологической оснащенности растениеводства. Но технологическая оснащенность растениеводства, являясь основой получения потенциально возможной урожайности сельхоз культур и их валового производства, напрямую зависит от величины параметров надежности реализации технологических процессов:

- продолжительности их выполнения, начиная от оптимального срока начала полевых работ;
- полноты выполнения совокупности операций в каждом цикле и качественных параметров, которые задаются агротребованиями (рис. 3.3).

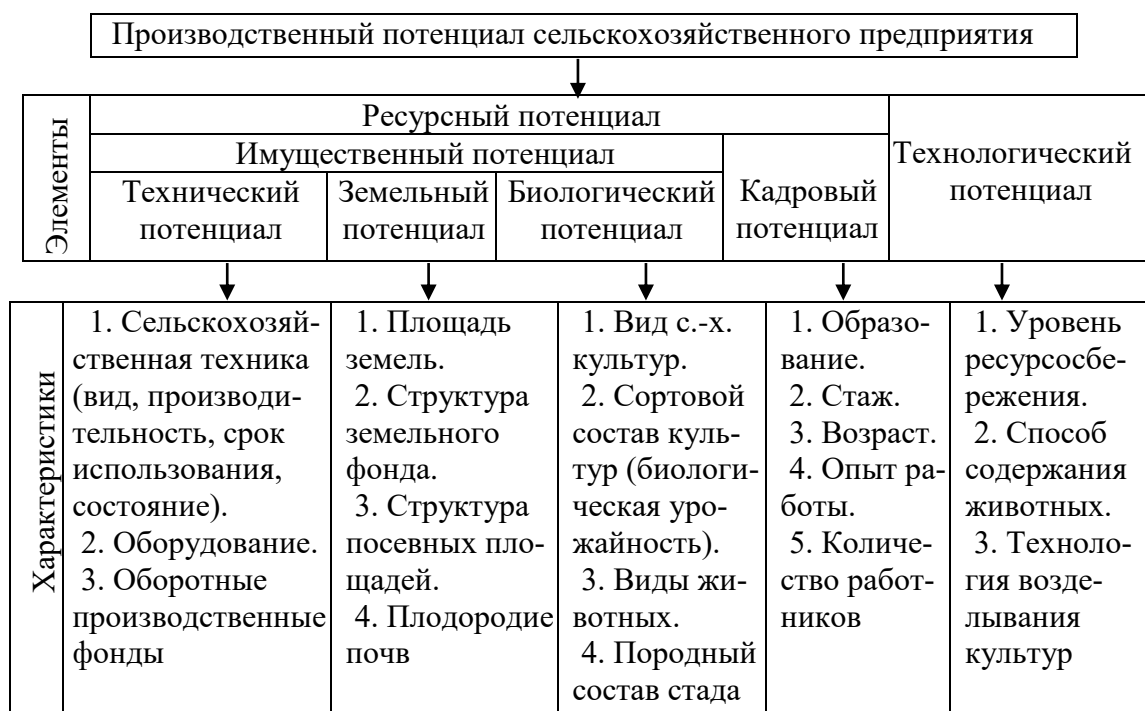


Рис. 3.3 Характеристика элементов производственного потенциала сельскохозяйственного предприятия.

Но эффективность механизации производственных процессов определяется количественной величиной технического потенциала, т.е. парка машин с соответствующей агротребованиям их технологической способностью, а интенсивность, качество использования технологического и технического потенциала, урожайность зерна определяются в основном показателями надежности реализации производственных процессов (рис. 3.4). Под полнотой выполнения тех-

нологических операций при возделывании и уборке зерна понимается отношение суммы фактически выполненных технологических операций к сумме технологических операций, предусмотренных агротехническими требованиями в заданных условиях производства зерна:

$$\zeta_i = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\Phi.i}}{\sum_{i=1}^n P_{a.i}} \quad (3.1)$$

где $\sum_{i=1}^n P_{\Phi.i}$ – сумма фактически выполненных i -х технологических операций с фактическим качеством;

$\sum_{i=1}^n P_{a.i}$ – сумма технологических операций, предусмотренных агротехническими требованиями в заданных почвенно-климатических условиях.

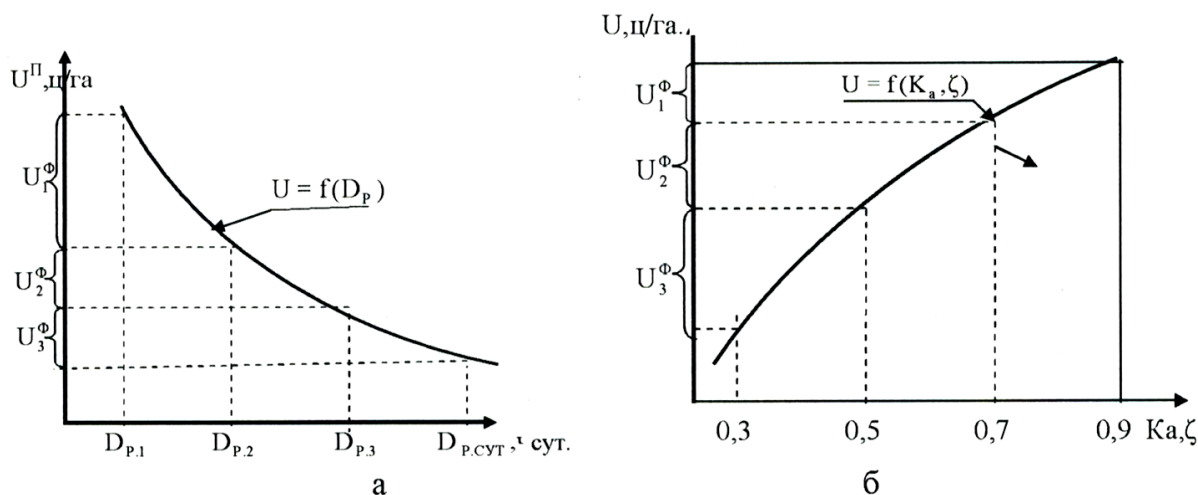


Рис. 3.4 Зависимость урожайности зерновых от продолжительности $D_{p.сум}$ (а) и (б) полноты выполнения операций ζ с заданным качеством K_a (б).

Очевидно, при всей важности полноты выполнения операций одним из главных факторов, влияющих на урожайность зерна, является качество выполнения операции (соблюдение агротребований по глубине обработки почвы, засоренности собранного зерна, нормы внесения удобрений и т.д.):

$$K_{K.i} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\Phi.i}}{\sum_{i=1}^n K_{a.п.i}} \quad (3.2)$$

где $K_{\Phi.i}$ – коэффициент фактического качества при выполнении i -й операции;

$K_{a.п.i}$ – потенциальный уровень качества по агротехтребованиям.

Но показатели надежности реализации производственных процессов и эффективности выполнения технологий зависят от технической оснащенности и эффективности использования ресурсов:

- интенсивности использования агрегатов во времени;
- эксплуатационной надежности МТА;
- эффективности реализации вспомогательных процессов.

В конечном итоге в зависимости от величины и корреляционных связей, составляющих технико-технологическую оснащенность процессов растениеводства, результатов реальных процессов в тех или иных зональных и организационно-экономических условиях их реализации будут получены соответствующие объемы продукции и затраты ресурсов, в т.ч. капиталовложений в ее производство.

Многочисленными исследованиями эффективности, агротехнологической, технической и экономической, производство продукции в растениеводстве, ее производственный процесс и интенсивность развития растений в тех или иных природно-климатических условиях использования и биологических особенностей семян доказана очень тесная взаимосвязь величины урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур от продолжительности выполнения технологических операций, от своевременности их начала с учетом агролюбований их выполнения. Взаимосвязи урожайности сельскохозяйственных культур с величиной капиталовложений, которые целесообразно инвестировать в создание и реализацию производственного потенциала в сельхозпредприятиях. Анализ материалов вышеуказанных литературных источников позволил осуществить графическую интерпретацию зависимости продолжительности выполнения операций от величины составляющих производственного потенциала (рис. 3.5).

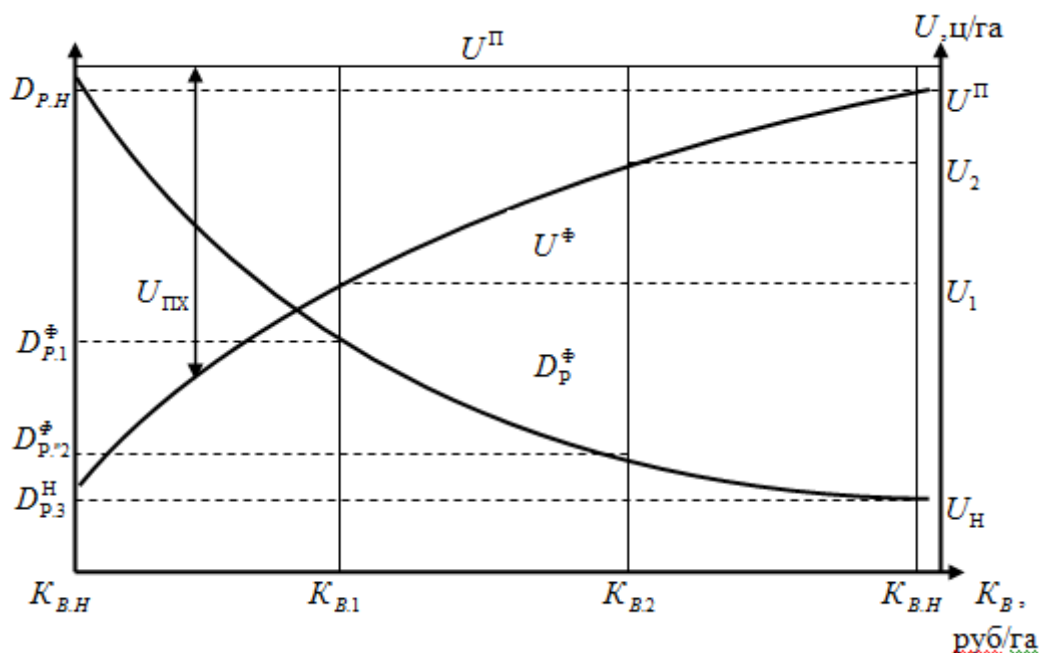


Рис. 3.5 Изменение продолжительности реализации производственных процессов, урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от капиталовложений на модернизацию растениеводства.

$U_{П}$, U_i – потенциальная и текущая величина урожайности, ц/га; $D_P^Ф$ – продолжительность выполнения процессов с учетом качества и полноты выполнения операций, сут; K_B – величина капиталовложений на этапах модернизации процессов, руб./га.

Определено, что с ростом финансовых инвестиций в модернизацию производственных процессов в растениеводстве улучшается качество выполнения основных технологических операций. Как следствие, увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур. При начальной технико-технологической оснащенности ($K_{B,H}$) для выполнения полевых работ с нормативной продолжительностью ($D_{P,H}^H$) и достижения величины урожайности, практически равной потенциально возможной ($U_{П}$), необходимы дополнительные капиталовложения в модернизацию процессов ($\Delta K_B = K_{B,H}^H - K_{B,H}$). Учитывая дефицит финансовых ресурсов у сельхозпроизводителей, одноразовые значительные вложения финансовых ресурсов невозможны, что обуславливает поэтапный характер модернизации растениеводства ($K_{B,1}$, $K_{B,2}$, $K_{B,H}$).

Нужно иметь в виду, что величина капиталовложений не всегда однозначно приводит к сокращению продолжительности полевых работ и, соответственно, росту урожайности зерна. Отдача от вложенных финансов в модернизацию производственных процессов определяется их структурой и направленностью.

Длительность реализации технологических операций в цикле (посев, уход за растениями и т.д.) определяется количеством и производительностью используемых машинно-тракторных агрегатов:

$$D_F^\Phi = \frac{F_i \cdot n_i}{N_{a,i}^\Phi \cdot W_{a,i}^\Phi} \quad (3.3)$$

где F_i , n_i – площадь возделывания сельхоз культур и количество технологических i -х операций, выполняемых в цикле полевых работ, га и шт.;

$N_{a,i}^\Phi$, $W_{a,i}^\Phi$ – количество фактическое i -х агрегатов и их производительность, шт. и га/сут.

Требуемое по нормам количество рабочих смен N_a^H при заданном объеме полевых работ будет равно:

$$N_a^H = \frac{F_i \cdot n_i}{D_P^H \cdot W_{a,i}^H \text{ СУТ}} \quad (3.4)$$

где $D_P^H \cdot W_{a,i}^H \text{ СУТ}$ – цикловая нормативная производительность одного агрегата, га/цикл;

$W_{a,i}^H \text{ СУТ} = W_{a,i}^H \cdot T_{\text{СМ}} \cdot K_{\text{СМ}}$ – суточная производительность i -го агрегата, га./сут;

$W_{a,i}^H$ – нормативная часовая производительность i -го агрегата, га/ч.

Если техническая фактическая оснащенность меньше нормативной (что имеем в настоящее время), т.е. $N_{a,i}^\Phi$, $W_{a,i}^\Phi < N_a^H$, $W_{a,i}^H$, то и фактическая продолжительность выполнения процессов будет больше нормативной (3.3):

$D_F^\Phi > D_F^H$ - это соотношение фактической продолжительности больше нормативной свидетельствует о нарушении агросроков выполнения технологических операций, что предопределяет вынужденную необходимость их сокращения.

При отсутствии денежных средств у сельхозпредприятий для повышения технико-технологической оснащенности производственных процессов в ко-

нечном итоге выводятся из оборота земельные площади под посевами сельхоз культур. При расчете и обосновании технической оснащенности производственных процессов в растениеводстве по существующим до настоящего времени методикам могут быть получены ошибочные решения.

Во-первых, нужную по агротребованиям численность МТА (N^{Ha}) следует рассчитывать с учетом сменности их использования (K_{CM}).

Во-вторых, очевидно, что на производительность агрегатов влияют показатели их надежности, определяемые величиной продолжительности времени на устранение последствий отказов машин ($K_{\text{Г}}$).

Если ТО агрегатам проводят в полевых условиях, то это также увеличивает их простои и сокращает полезное время работы в течение смены. Известно, что при элементном методе нормирования показателей времени смены и норм выработки агрегатов указанные простои, в том числе и простои по организационным, метеорологическим причинам не учитываются. На практике же они могут достигать от 15 до 30 % рабочего времени смены.

Техническую оснащенность процессов предлагаем аналитически выразить комплексным показателем – коэффициентом технико-технологической оснащенности процессов ($K_{\text{ТТО}}$). Он учитывает количество машинно-тракторных агрегатов и их производительность в циклы полевых работ, их сменность использования в течение суток, уровень эксплуатационной надежности и организации вспомогательных процессов.

Его численное значение определяется произведением коэффициентов, которые указывают количество и производительность МТА, сменность их использования в течение суток, коэффициент готовности машинно-тракторных агрегатов во время выполнения полевых работ и коэффициент эффективности выполнения вспомогательных процессов, т.е. численное значение $K_{\text{ТТО}}$ определяется по выражению:

$$K_{\text{ТТО}} = K_{\text{ТО}} \cdot K_{\text{CM}} \cdot K_{\text{Г}} \cdot K_{\text{ОВ}}, \quad (3.5)$$

где $K_{\text{ТО}}$, K_{CM} , $K_{\text{Г}}$, $K_{\text{ОВ}}$ – соответственно коэффициенты технического оснащения, сменности работы МТА, их технической готовности и эффективности

реализации вспомогательных процессов.

Расчет численного значения коэффициента технического оснащения производственных процессов осуществляется по формуле:

$$K_{ТО} = \frac{N_a^{\Phi} \cdot W_a^{\Phi}}{N_a^H \cdot W_a^H}, \quad (3.6)$$

где N_a^{Φ} , N_a^H – соответственно количество МТА фактическое и нормативное, требуемое по агротехнической продолжительности цикла выполнения полевых работ, шт./цикл;

W_a^{Φ} , W_a^H – соответственно фактическая и нормативная в заданных условиях использования МТА производительность, га/сут.

Акцентируем внимание, что при расчете производительности МТА на всех технологических операциях качество их выполнения принимается нормативным.

Коэффициент сменности работы МТА в течение суток равен:

$$K_{СМ} = \frac{T_{P.C}}{T_{СМ}^H} \quad (3.7)$$

где $T_{P.C}$ – количество часов работы агрегата за сутки, ч;

$T_{СМ}^H$ – нормативная продолжительность рабочей смены агрегатов ($T_{СМ}^H = 7$ ч, в напряженные циклы полевых работ ($T_{СМ}^H = 10$ ч), ч.

При расчете коэффициента готовности МТА во время выполнения производственных процессов в рабочие циклы учитываются показатели: продолжительности безотказной работы МТА, продолжительность их простоев при устранении последствий отказов и из-за ожидания доставки запасных частей:

$$K_{Г} = \frac{t_p}{t_p + t_{y0} + t_{ож}} \quad (3.8)$$

где t_p - наработка агрегата за полевой цикл (наработка на отказ), ч;

t_{y0} - продолжительность непосредственного устранения последствий отказов машин, ч;

$t_{ож}$ - время ожидания доставки агрегатов, узлов, запасных частей, материалов, необходимых для восстановления работоспособности МТА, ч.

Коэффициент эффективности реализации вспомогательных процессов (транспортные, погрузочно-разгрузочные, технологической настройки агрегатов и т.д.) $K_{ОВ}$ принимается равным $K_{ОВ} = (0,10...0,15) \cdot T_{СМ}^H$.

С учетом изложенного фактическая продолжительность выполнения полевых работ будет равна:

$$D_P^\Phi = \frac{D_P^H}{K_{ТТО}} = \frac{Fn_i}{N_a^\Phi \cdot W_a^\Phi \cdot K_{СМ} \cdot K_{Г} \cdot K_{СОВ}} \quad (3.9)$$

Таким образом, выражение взаимосвязи фактической продолжительности выполнения производственных процессов в растениеводстве зависит от объема выполняемых работ и фактической величины основных показателей коэффициента технико-технологической оснащенности. Если величина коэффициента технико-технологической оснащенности процессов меньше нормативной

$K_{ТТО} < 1$, то фактические сроки выполнения полевых работ будут превышать нормативные, которые установлены агротребованиями для заданной зоны производства сельскохозяйственных культур.

Акцентируем внимание на том, что нормативная величина коэффициента технико-технологической оснащенности процессов зависит от структуры и величины коэффициентов его составляющих. Следовательно, его нормативную величину можно получить различными методами:

- изменением количества МТА и их производительности;
- увеличением коэффициента сменности;
- повышением эксплуатационной надежности агрегатов,
- улучшением организации вспомогательных процессов.

Так, при нормативном техническом оснащении ($K_{ТТО} = 1$, $N_a^\Phi W_a^\Phi = N_a^H W_a^H$) работ и использовании агрегатов в одну смену ($K_{СМ} = 1$), при коэффициенте готовности ($K_{Г} = 1$) и коэффициенте вспомогательных процессов ($K_{ОВ} = 1$) технико-технологическая оснащенность будет нормативной, т.к. $K_{ТТО} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$.

Но если техническая оснащенность составляет всего 50 % от норматива ($K_{ТТО} = 0,5$), то для обеспечения нормативной технико-технологической оснащенности процессов потребуется работа МТА в две смены, при условии ($K_{Г} =$

1 и $K_{ОВ} = 1$), т.к. $K_{ТТО} = 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 = 1$. Но в этом случае количество агрегатов потребуется в два раза меньше.

Даже имея 100%-ю техническую нормативную оснащенность ($K_{ТО} = 1$), но недостаточную эксплуатационную надежность ($K_{Г} = 0,75$) и организацию вспомогательных работ ($K_{ОВ} = 0,90$), для обеспечения нормативной технико-технологической оснащенности процессов нужно организовать работу МТА с $K_{СМ} = 1,5$, т.к. $K_{ТТО} = 1 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,90 = 1$.

Но при работе агрегатов в одну смену их количество должно быть больше нормативной величины практически на 50%. Тогда $K_{ТТО} = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 1$.

Если приобрести более надежные машины, обеспечить качество процессов предциклового ремонта и обслуживания, т.е. добиться повышения эксплуатационной надежности МТА до $K_{Г} = 0,95$ и улучшить организацию их использования до $K_{ОВ} = 0,95$, то даже при односменной работе агрегатов их количество, по сравнению с предыдущим примером, можно сократить на треть.

Коэффициент технико-технологической обеспеченности процессов будет равен $K_{ТТО} = 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \approx 1$. А при двухсменной работе агрегатов в этом случае их количество достаточно иметь меньше нормативного значения на 45%, т.к. $K_{ТТО} = 0,55 \cdot 2 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 1$.

Из рассмотренных примеров следует, что для обеспечения нормативной технико-технологической оснащенности процессов имеются различные способы:

- технические;
- технологические;
- и организационные.

Очевидно, что рациональность применения различных способов для достижения нормативной технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве может быть определена на основе экономического критерия для различных зональных и хозяйственных условий их реализации. Для этого требуется разработать экономико-математическую модель обоснования поэтапной модернизации процессов в растениеводстве.

3.3 Закономерности изменения величины коэффициента технико-технологической оснащённости производственных процессов.

3.3.1 Влияние на величину коэффициента ТТО сменности использования машинно-тракторных агрегатов.

Из всего многообразия технологических операций при производстве зерна за полевой период, которые предусмотрены агротехникой (более 30), часть может выполняться в две смены работы агрегатов. Следовательно, сокращение продолжительности этих операций при недостаточности технической оснащённости может быть достигнуто дополнительным привлечением механизаторов (рис. 3.6) [29, 34, 40, 49, 65]. При заданном техническом оснащении выполнения технологических операций, которое определяется соответствующей величиной технического оснащения по этапам их реализации, продолжительность операции зависит от интенсивности использования МТА в течение суток. Так, при техническом оснащении $N_{МТА.1}$ при работе в одну смену продолжительность операции будет равна $D_{P.C.1}$ (рис. 3.6, точка А).

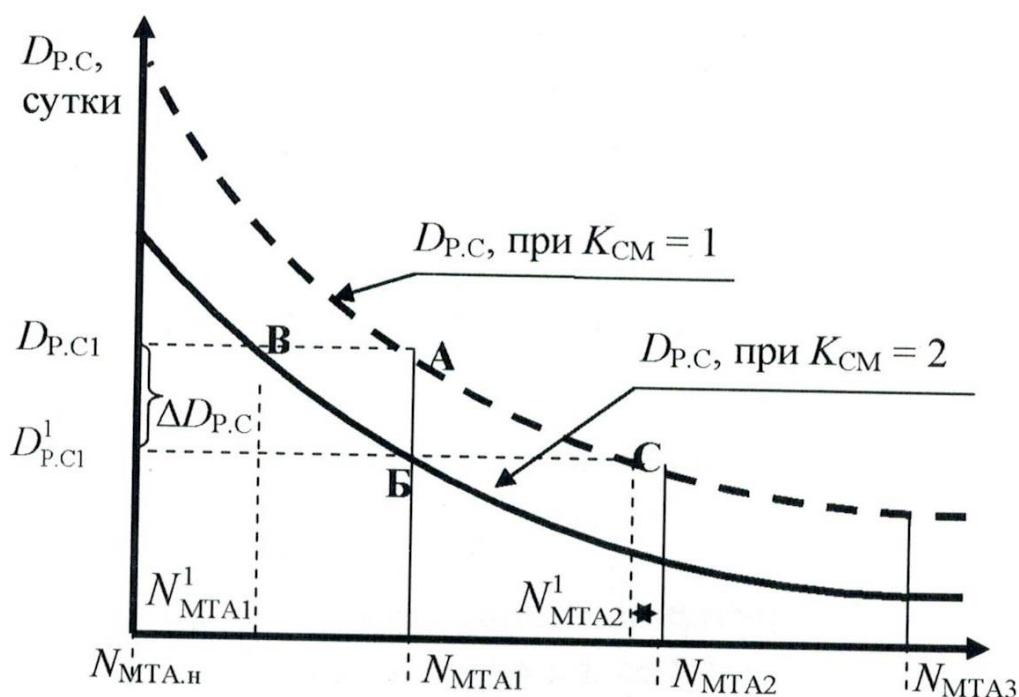


Рис. 3.6 Зависимость продолжительности выполнения процессов от уровня технического оснащения ($\Phi \Phi МТА N W$), коэффициента сменности (K_{CM}) использования МТА.

При двухсменном использовании агрегатов $N_{МТА.1}$ (рис. 3.6, точка Б) продолжительность выполнения технологических операций в цикле сократится до величины $D_{P.C.1}^1$ (рис. 3.6, точка Б). Это равносильно увеличению количества МТА до $N_{МТА.2}^1$ (рис. 3.6, точка С) при односменной работе агрегатов.

Т.е. при двухсменной стратегии использования техники ($N_{МТА.1}$) по сравнению с работой МТА в одну смену для выполнения операции за время $D_{P.C.1}^1 < D_{P.C.1}$ потребуется меньше агрегатов на $\Delta N_{МТА} = N_{МТА.2}^1 - N_{МТА.1}$. Следовательно, на часть капиталовложений (ΔK_B) из их общей величины, на которые для повышения технической оснащённости процессов нужно приобрести ($\Delta N_{МТА}$), другую часть капиталовложений на данном этапе можно использовать для увеличения численности механизаторов, повышения уровня их заработной платы, улучшения социальных условий труда и проживания.

Таким образом, при недостаточности технической оснащённости технологических процессов производства зерна, т.е. дефиците капиталовложений для приобретения средств механизации на каком-либо этапе технико-технологической модернизации растениеводства, сокращение продолжительности полевых циклов, может быть получено использованием МТА в течение суток, за счет повышения коэффициента сменности.

Анализ литературных источников и практики производства [3, 12, 22, 27, 36, 53, 74, 134, 139] показывает, что в структуре себестоимости продукции растениеводства амортизационные отчисления и текущий ремонт машин в среднем составляют 25–30 %, а зарплата механизаторов – всего лишь 5–10 %. Следовательно, при двухсменной работе потребуется дополнительно не более 10 % капиталовложений, а сокращение за счет этого в два раза количества МТА позволит сократить затраты на амортизацию, текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение агрегатов.

Из вышеизложенного отметим две особенности рассматриваемых закономерностей.

Во-первых, если использовать агрегаты в две смены при низкой технической оснащённости технологических операций ($N_{МТА}^1 < N_{МТА.1}$), рис. 3.6, точка В)),

продолжительность выполнения операции $D_{p.c.1}$ не изменяется. Но при этом потребность в техническом оснащении сокращается на величину $\Delta N_{MTA.1} = N_{MTA.1} - N^1_{MTA.1}$. Частично эти капиталовложения могут быть направлены на оплату труда механизаторов и ее повышение, улучшение социальных условий.

Во-вторых, если капиталовложения в технику по величине равны $K_{B.1}$, то урожайность при двухсменной работе увеличится в связи с сокращением продолжительности выполнения полевых работ $D_{p.c.1}$. Следовательно, реализация дополнительно полученного урожая позволит увеличить прибыль СХП, которая частично может быть направлена на привлечение механизаторов.

Таким образом, рассмотренный материал показывает, что при ограниченности финансовых ресурсов, особенно на первом этапе модернизации процессов производства зерна, целесообразно их вложение в первую очередь в повышение количественно-качественного потенциала трудовых ресурсов и сменности использования МТА. При недостаточности финансовых ресурсов для обеспечения требуемого уровня капиталовложений ($K_{B.1}$, $K_{B.2}$, $K_{B.3}$) использование МТА в две смены, по сравнению с односменным их использованием, позволяет сократить продолжительность процессов и повысить урожайность зерна в полтора, два раза.

3.3.2 Влияние на величину коэффициента ТТО уровня

эксплуатационной надежности машинно-тракторных агрегатов.

Отмечаем, что рассматривая закономерность изменения продолжительности выполнения технологических операций, цикла полевых работ в зависимости от технического оснащения и коэффициента сменности использования МТА (рис. 3.6), а также изменение урожайности в зависимости от величины капиталовложений, величину коэффициента технической готовности принимали равной единице, чего фактически невозможно добиться при современном уровне безотказности и ремонтпригодности машин. Величина коэффициента готовности, определяемая показателями надежности машин, всегда меньше единицы:

$$K_{Г.МТА} = \frac{t_P}{t_P + t_{yO}} , \quad (3.10)$$

где t_P – продолжительность работы агрегатов при выполнении операции (или их совокупности) полевого цикла, ч, сут;

t_{yO} – продолжительность простоя агрегатов из-за отказов машин (время устранения последствия отказов машин) при выполнении технологических операций (или их совокупности) полевого цикла, ч, сут.

Очевидно, чем ниже показатели безотказности и ремонтпригодности машин, чем хуже организован процесс ремонтно-обслуживающих работ (РОВО) по восстановлению работоспособности МТА, тем меньше величина коэффициента готовности машин.

Многолетние научные исследования в области повышения эксплуатационной надежности средств механизации растениеводства показывают, что управлять ее свойствами, в частности, показателями безотказности и ремонтпригодности машин при эксплуатации, причем достаточно эффективно, можно на основе реализации различных стратегий, методов и режимов технического обслуживания и ремонта машин (рис. 3.7) [10, 17, 25, 39, 55, 123, 136, 138].

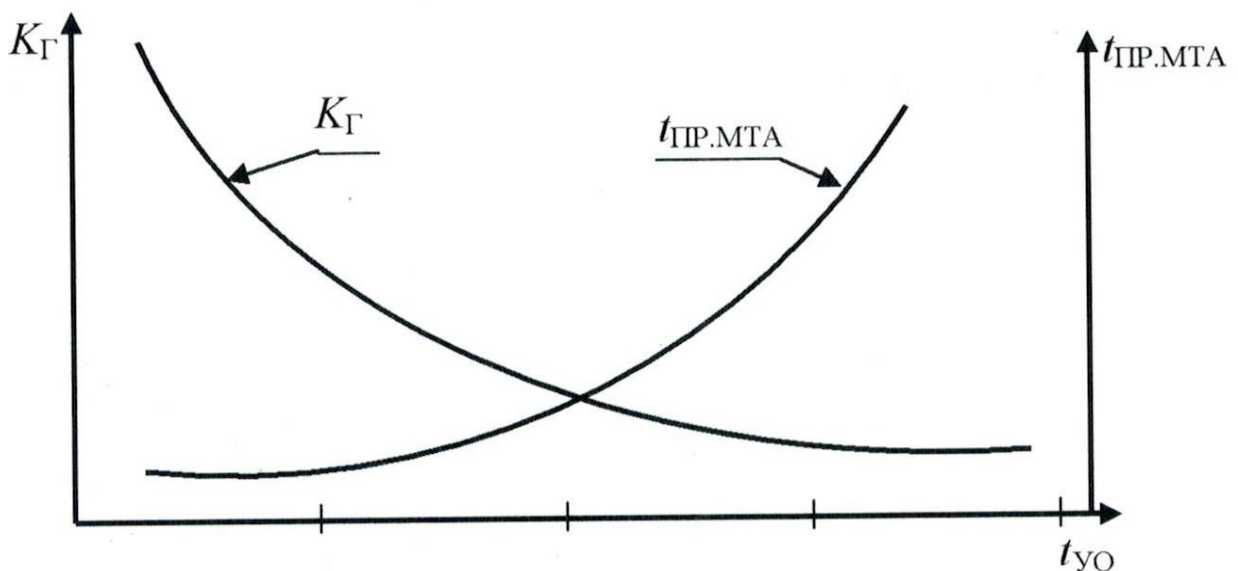


Рис. 3.7 Взаимосвязь коэффициента технической готовности (КГ) с безотказностью и ремонтпригодностью МТА.

$T_{ГП.МТА}$ – продолжительность простоя агрегатов.

В настоящее время одним из перспективных направлений научных исследований по повышению технической готовности МТА в растениеводстве является повышение качества машин при конструировании и производстве их на предприятиях машиностроения. Это обусловлено повышением требований сельхоз товаропроизводителей продукции к уровню потребительских свойств выпускаемой техники, среди которых наиболее важными являются показатели надежности – безотказность и ремонтпригодность машин при эксплуатации, так как именно они в первую очередь определяют коэффициент готовности МТА в период эксплуатации. Показатель безотказности машин предопределяет величину продолжительности простоя МТА из-за отказа машин во время использования, а ремонтпригодности – величину продолжительности простоя при устранении последствий отказов и на ТО. Поэтому при решении проблемы поэтапной модернизации технологических процессов в растениеводстве необходимо учитывать показатели эксплуатационной надежности машин, их влияние на эффективность реализации технологических процессов, затраты ресурсного потенциала на производство продукции.

Основываясь на результатах исследований, рассмотрим взаимосвязь продолжительности и качества выполнения технологических процессов, величины капиталовложений в обеспечение их ресурсного потенциала, урожайности зерна с показателями безотказности и ремонтпригодности МТА.

Отмечаем, что фактическая часовая производительность МТА на том или ином этапе технического оснащения производства зерна всегда меньше потенциально возможной ($W^{\Phi}_{ч,i} < W^{\Pi}_{ч,i}$). Это обусловлено тем, что в зависимости от этапа технического оснащения используются МТА с худшими показателями относительно потенциальных энергетических параметров, нормативного коэффициента использования времени смены и коэффициента сменности.

Это в свою очередь обусловлено изношенностью машин, недостаточностью квалифицированных механизаторов и низкой организацией использования и обслуживания МТА. В этом случае фактическая производительность МТА будет равна:

$$W_{\text{ч.}i}^{\Phi} = \frac{CN_{e,i}^{\Phi} \cdot \zeta_{N,i}^{\Phi} \cdot \Pi_{T,i}^{\Phi}}{K_{M,i}^{\Phi}} \tau_i^{\Phi} \quad (3.11)$$

где $N_{e,i}^{\Phi}$ - фактическая мощность трактора при выполнении i -й операции, кВт; $\zeta_{N,i}^{\Phi}$ - коэффициент использования мощности трактора;

$K_{M,i}^{\Phi}$ - фактические удельные сопротивления сельскохозяйственных машин в агрегате, кН/м;

τ_i^{Φ} - фактическая величина коэффициента использования рабочего времени смены.

Следовательно, рабочее время каждого агрегата в цикле будет равно:

$$t_{P,i}^{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{N_{MTA,i}^{\Phi} \cdot W_{\text{ч.}i}^{\Phi}}, \text{ ч.} \quad (3.12)$$

$$t_{P,i}^{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{N_{MTA,i}^{\Phi} \cdot W_{\text{ч.}i}^{\Phi} \cdot T_{CM} \cdot K_{CM}}, \text{ сут.} \quad (3.13)$$

Для корректного расчета фактической производительности агрегатов нужно учитывать их простои во время рабочей смены при проведении плановых обслуживаний (ТО-1, ТО-2) в полевых условиях.

Тогда продолжительность простоя агрегата при проведении планового технического обслуживания во время рабочей смены (она пропорциональна по величине рабочему времени, исходя из регламентного обслуживания) будет равна:

$$t_{\text{ТО.Ц.}i}^{\Phi} = t_{\text{ЕТО.Ц.}i}^{\Phi} + t_{\text{ТО.Ц.}i}^{\Phi} \quad (3.14)$$

где $t_{\text{ЕТО.Ц.}i}^{\Phi}$ - суммарная продолжительность ежесменных технических обслуживаний $t_{\text{ЕТО}}$ в i -м цикле, час (суток);

$t_{\text{ТО.Ц.}i}^{\Phi}$ - суммарная продолжительность плановых технических обслуживаний МТА в i -м цикле, час (суток) (учитывается только обслуживание во время работы при расчете времени простоя МТА в поле (рис. 3.8):

$$t_{\text{ТО.Ц.}i}^{\Phi} = t_{\text{ТО-1.Ц.}i}^{\Phi} + t_{\text{ТО-2.Ц.}i}^{\Phi} \quad (3.15)$$

где $t_{\text{ТО-1.Ц.}i}^{\Phi}$ - суммарная продолжительность технических обслуживаний ТО-1 МТА в i -м цикле, час (суток);

$t_{\text{ТО-2.Ц.}i}^{\Phi}$ - суммарная продолжительность технических обслуживаний ТО-2 МТА в i -м цикле, час (суток).

Суммарная продолжительность ежесменных технических обслуживаний на каком-либо этапе технической оснащённости определяется по следующей формуле:

$$t_{\text{ЕТО.Ц.}i}^{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot K_{\text{СМ}} \cdot T_{\text{ЕТО}}}{W_{\text{Ч.}i}^{\Phi} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot m_{\text{обс}}}, \text{ сут.} \quad (3.16)$$

где $T_{\text{ЕТО}}$ - трудоемкость ежесменного технического обслуживания, чел.-ч;
 $m_{\text{обс}}$ - количество обслуживающего персонала, чел.

Суммарная продолжительность первых технических обслуживаний на каком-либо этапе технической оснащённости определяется по следующей формуле:

$$t_{\text{ТО-1.Ц.}i}^{\Phi} = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i}{W_{\text{Ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-1}}} - Z_{\text{ТО-2}} \right) \frac{T_{\text{ТО-1}}}{m_{\text{обс}}} \right] \quad (3.17)$$

где $T_{\text{ТО-1}}$ - трудоемкость технического обслуживания ТО-1, чел.-ч;
 $Z_{\text{ТО-2}}$ - количество технического обслуживания ТО-2, шт. ;
 $\text{Ч}_{\text{ТО-1}}$ - периодичность технического обслуживания ТО-1, моточас.

Суммарная продолжительность второго технического обслуживания на каком-либо этапе технической оснащённости определяется по следующей формуле:

$$t_{\text{ТО-2.Ц.}i}^{\Phi} = \frac{T_{\text{ТО-2}} \cdot Z_{\text{ТО-2}}}{m_{\text{обс}}} \quad (3.18)$$

Количество технического обслуживания ТО-2 тракторов за цикл равно:

$$Z_{\text{ТО-2.Ц.}i} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{W_{\text{Ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-2}}} \quad (3.19)$$

Или с учетом (3.17, 3.18) продолжительность простоя МТА на ТО-1 за время рабочего цикла будет определяться по выражению:

$$t_{\text{ТО-1.Ц.}i}^{\Phi} = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i}{W_{\text{Ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-1}}} - \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{W_{\text{Ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-2}}} \right) \frac{T_{\text{ТО-1}}}{m_{\text{обс}}} \right] \quad (3.20)$$

а продолжительность простоя МТА на ТО-2 будет равна:

$$t_{\text{ТО-2.Ц.}i}^{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i T_{\text{ТО-2}}}{W_{\text{Ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-2}} m_{\text{обс}}} \quad (3.21)$$

где $\text{Ч}_{\text{ТО-2}}$ - периодичность технического обслуживания ТО-2, моточас;
 $T_{\text{ТО-2}}$ - трудоемкость технического обслуживания ТО-2, чел.-ч.

Таким образом, общая продолжительность планового технического обслуживания МТА за рабочий цикл (3.20) будет равна:

$$t_{\text{ТО.Ц.}i}^{\Phi} = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i}{W_{\text{ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-1}}} - \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{W_{\text{ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-2}}} \right) \frac{T_{\text{ТО-1}}}{m_{\text{обс}}} \right] + \frac{\sum_{i=1}^n F_i T_{\text{ТО-2}}}{W_{\text{ч.}i}^{\Phi} \cdot \text{Ч}_{\text{ТО-2}} m_{\text{обс}}} \quad (3.22)$$

Продолжительность простоев МТА при устранении последствий отказов его машин за время рабочего цикла будет равна:

$$t_{\text{УО.Ц.}i}^{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i T_{\text{УО}}}{W_{\text{ч.}i}^{\Phi} \cdot A_{\text{УО.}i} m_{\text{сл.}}} \quad (3.23)$$

где $T_{\text{УО}}$ - средняя трудоемкость отказов МТА в цикле, чел.-ч;

$A_{\text{УО.}i}$ - наработка на отказ i -х агрегатов в цикле, ч/отказ;

$m_{\text{сл}}$ - количество слесарей, чел.

При этом взаимосвязь продолжительности агротехнических циклов выполнения технологических операций с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности МТА выразим в следующем виде:

$$D_{\text{Р.Ц.}i} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i (t_{\text{Р.}i}^{\Phi} + t_{\text{ТО}}^{\Phi} + t_{\text{УО}}^{\Phi})}{N_{\text{МТА.}i}^{\Phi} \cdot W_{\text{ч.}i}^{\Phi} T_{\text{СМ}} K_{\text{СМ}} t_{\text{Р.}i}^{\Phi}} \quad (3.24)$$

где $t_{\text{Р.}i}^{\Phi}$ – фактическая продолжительность использования МТА в i -м цикле ($N_{\text{МТА.Ц.}i}$) при заданном техническом оснащении с фактической часовой производительностью $W_{\text{ч.}i}^{\Phi}$ на данном этапе технического оснащения;

$t_{\text{ТО}}^{\Phi}$ – продолжительность проведения ТО-1 и ТО-2 во время рабочей смены МТА в полевых условиях, ч.

На основе полученных зависимостей, с учетом взаимосвязи продолжительности циклов выполнения технико-технологических операций и показателей безотказности, ремонтпригодности МТА можно установить и исследовать закономерность изменения продолжительности циклов при разном уровне технического оснащения процессов, эксплуатационной надежности агрегатов, методов обеспечения работоспособности на каждом из рассматриваемых этапов.

Значимым по величине влияния на технико-технологическую оснащенность процесса в растениеводстве является показатель эксплуатационной надежности агрегатов – коэффициент их готовности, который зависит от безотказности машин в агрегатах, их ремонтпригодности (рис. 3.8).

При технической оснащенности нормативной ($N_{МТА}^H, W_a^H, K_{ТО}^H$) продолжительность полевого цикла при односменной работе МТА, без простоев из-за отказов машин и на техническом обслуживании агрегатов во время рабочей смены, будет агротехнический нормативной $D_{P.C}^H$ (рис. 3.8, точка А).

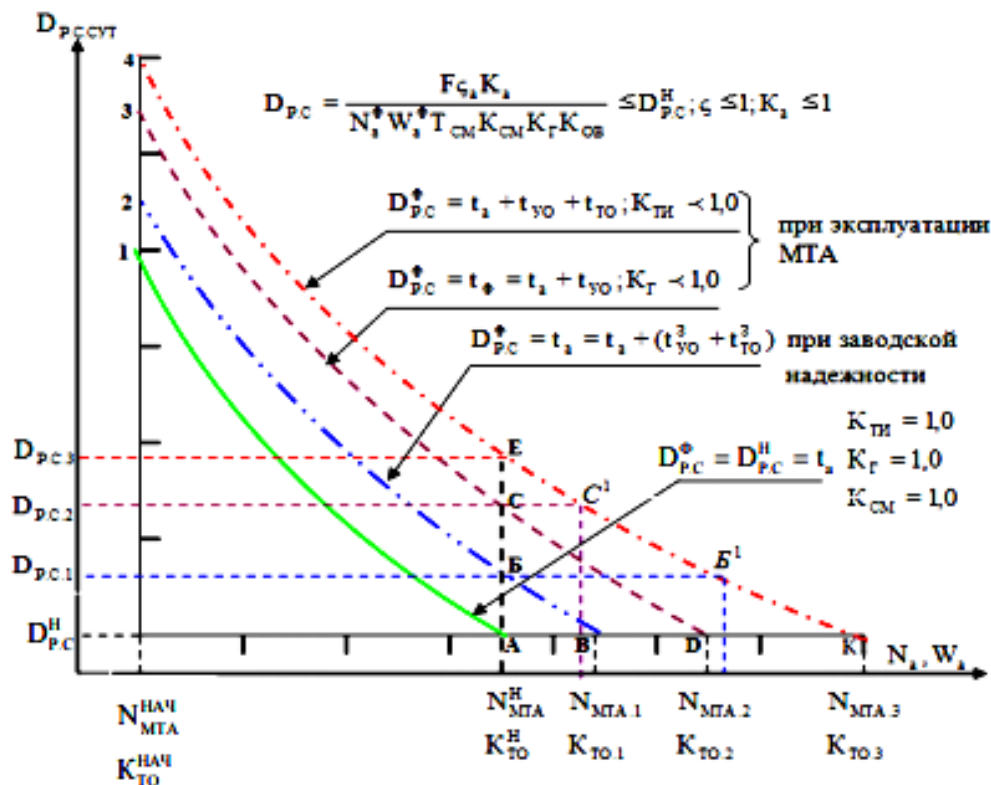


Рис. 3.8 Взаимосвязь продолжительности рабочих циклов с технической оснащенностью и эксплуатационной надежностью МТА.

При нормальной эксплуатации МТА, с учетом только заводского уровня безотказности t_{YO}^3 и ремонтпригодности t_{TO}^3 машины за рабочий цикл по техническим причинам простоят $t_{пр.ц.}^3 = (t_{YO}^3 + t_{TO}^3)$ несколько часов (суток). Продолжительность рабочего цикла увеличится (рис. 3.8, точка Б) до $D_{P.C.1}$ и будет равна $t_{\Phi} = t_a + (t_{YO}^3 + t_{TO}^3)$.

Для выполнения полевого цикла за нормативный агросрок $D_{P.C}^H = t_a$ потребуется или увеличить количество агрегатов до $N_{МТА.1}$ (рис. 3.8, точка В), или же заменить МТА на имеющие более высокий уровень заводской надежности ($t_{YO}^3 \rightarrow \min, t_{TO}^3 \rightarrow \min$), или увеличить сменность работы МТА за счет привлечения дополнительного количества квалифицированных механизаторов.

В зависимости от величины стоимостных показателей для приобретения более надежных, но и более дорогих МТА возможно будет достаточно денежных средств от сокращения их на приобретение дополнительных агрегатов

$$(\Delta N_{\text{МТА}} = N_{\text{МТА.1}} - N_{\text{МТА.нач}} \rightarrow \Delta C_{\text{д.1}}).$$

При реальной (рядовой) эксплуатации машинно-тракторного парка на сельхозпредприятиях с i -м уровнем производственной и технической эксплуатации с учетом простоев МТА из-за их отказов фактическая продолжительность цикла увеличится (рис. 3.8, точка С) до величины $D_{\text{р.с.2}} = D^{\text{Ф}}_{\text{р}} = t_{\text{ф}} = t_{\text{а}} + t_{\text{уО}}$, что определяет потери урожая. Для выполнения работы в агросрок $D^{\text{Н}}_{\text{р.с}} = t_{\text{а}}$ (точка Д) нужно иметь количество МТА $N_{\text{МТА.2}}$.

Сократить количество агрегатов $\Delta N_{\text{МТА}} = N_{\text{МТА.2}} - N_{\text{МТА.1}}$ и выполнить цикл в нормативный агросрок можно (с учетом заводской надежности машин) внедрением агрегатного метода восстановления работоспособности машин мобильными специализированными звеньями, ПРМ которых укомплектованы обменным фондом составных частей машин (СЧМ). Необходимые денежные средства для этого будут получены за счет сокращения количества агрегатов ($\Delta N_{\text{МТА}} ; \Delta C_{\text{д.2}} = K_{\text{вЛ.2}}$).

При низком уровне ремонтпригодности приобретаемых машин (трудоемкость плановых ТО удельная $T_{\text{ТО}} \geq 0,10 \dots 0,15$ чел.-ч/моточас), с учетом рядовых условий их эксплуатации МТА будут простаивать во время рабочей смены на ТО (ТО-1, ТО-2), что увеличит продолжительность рабочего цикла до величины $D_{\text{р.с.3}}$ (рис. 3.8, точка Е) и предопределил потери урожая сельхозкультур. Или же нужно на основе стратегии превентивного технического обслуживания агрегатов перед рабочим циклом (предцикловой метод ТО) и обслуживания в агроперерывы сократить их простои, в т.ч. и за счет приобретения машин с лучшими показателями ремонтпригодности ($T_{\text{ТО.уО}} \rightarrow \min$). Отсутствие и несоблюдение указанных требований при приобретении машин, их эксплуатации в составе полевых МТА предопределил увеличение их количества до $N_{\text{МТА.3}}$ (рис. 3.8, точка К) для выполнения работ в агросроки. А вот их сокращение до $\Delta N_{\text{МТА}} = N_{\text{МТА.3}} - N_{\text{МТА.2}}$ позволит иметь дополнительные капиталовложения в

инновационные методы реализации технического обслуживания машин, в т.ч. имеющих лучшие показатели ремонтпригодности при их производстве.

Из рассмотренного материала следует, что техническая модернизация процессов в растениеводстве должна осуществляться методами интенсификации, т.е. кардинальным переходом от производственных процессов с превалированием количественных параметров к их качественной величине. Такие возможности при комплектовании, использовании МТА сельхозпредприятий сегодня уже имеются. Экстенсивные методы технико-технологического оснащения растениеводства, использования средств его механизации являются одной из основных причин низкой рентабельности сельхозпредприятий.

Однако при рассмотрении взаимосвязи технической оснащенности процессов с величиной коэффициентов готовности и технического использования агрегатов и продолжительностью выполнения полевых работ нужно отметить две особенности.

Первая: сокращение количественного и качественного состава МТА за счет повышения коэффициентов готовности и технического использования МТА целесообразно будет при условии $K_{В,ТОР} < \Delta K_{В,3} - K_{В,2}$. т.е. при недостаточности капиталовложений в техническое переоснащение есть возможность выполнить работы в агросроки с ($D_{P,C}^H$, точка К) меньшим количеством агрегатов $N_{МТА,2} < N_{МТА,3}$ за счет совершенствования и внедрения новых методов обеспечения работоспособности МТА на сельскохозяйственных предприятиях (предцикловой метод ТО, агрегатный метод устранения последствий отказов).

Тогда продолжительность при техническом оснащении $N_{МТА,3}$ будет равной $D_{P,C}^H$, точка К.

Вторая: приобретение машин с высокими показателями безотказности и ремонтпригодности, которые обеспечивают заводы-изготовители, и, соответственно, более дорогостоящих позволяет сократить простои МТА (рис. 3.8, точка А), их количество сократить до $N_{МТА}^H < N_{МТА,1}^1$. Очевидно, что сократятся затраты на капитальный и текущий ремонт машин, создание соответствующих объектов и служб по реализации этих процессов. Экономия капиталовло-

жений может быть финансовым компенсатором на приобретении более надежных, дорогостоящих машин.

Отмечаем, что совершенствование вспомогательных процессов за счет новых средств обслуживания (АТО-А, ПРМ, МЗ, погрузочно-разгрузочных) повышает величину коэффициента $K_{ОВ}$ и, соответственно, сокращает простой МТА при выполнении полевых операций, обеспечивая эффект, аналогичный предыдущему процессу, повышая их эксплуатационную надежность.

Таким образом, при ограниченности финансовых ресурсов, особенно на первом этапе модернизации процессов производства зерна, целесообразно их вложение в первую очередь направить на повышение количественно-качественного потенциала трудовых ресурсов, сменности использования МТА, их эксплуатационной надежности и эффективности реализации вспомогательных процессов. При недостаточности финансовых ресурсов для обеспечения поэтапного уровня капиталовложений ($K_{В.1}$, $K_{В.2}$, $K_{В.3}$) использование МТА в две смены, по сравнению с односменным их использованием, позволяет повысить урожайность зерна практически в два раза.

РАЗДЕЛ IV

4. Применение методик в производственных организациях

Процесс эксплуатации сельскохозяйственных машин представляет собой последовательную во времени смену различных состояний. Состояние процесса эксплуатации сельскохозяйственных машин является случайным процессом. Случайным процессом является процесс с дискретными состояниями, если возможные состояния системы можно перечислить, а переход системы из состояния в состояние происходит мгновенно. Если же процесс происходит постепенно, то он называется процессом с непрерывным временем [3, 13, 20, 21, 29, 33, 38, 51, 71, 77].

Процесс эксплуатации сельскохозяйственных машин характеризуется конечным множеством состояний, которые возникают последовательно и непрерывно. Моменты времени перехода сельскохозяйственных машин из одного состояния в другое состояние, соединяясь, образует процесс. Таким образом, данный процесс является процессом с дискретным состоянием и непрерывным временем. Подобного типа процессы могут быть описаны математическим аппаратом марковских и полумарковских моделей [3, 7, 8, 9, 13, 18, 25, 73].

Марковским процессом называется случайный процесс протекающий в какой-либо физической системе z , или он обладает следующим свойством: для любого момента времени (рис. 4.1.) вероятность любого состояния системы в будущем (при $t \dots t_0$ зависит только от ее состояния в настоящем (при $t = t_0$) и ... зависит от того, когда и каким образом система z пришла в это состояние. [19].

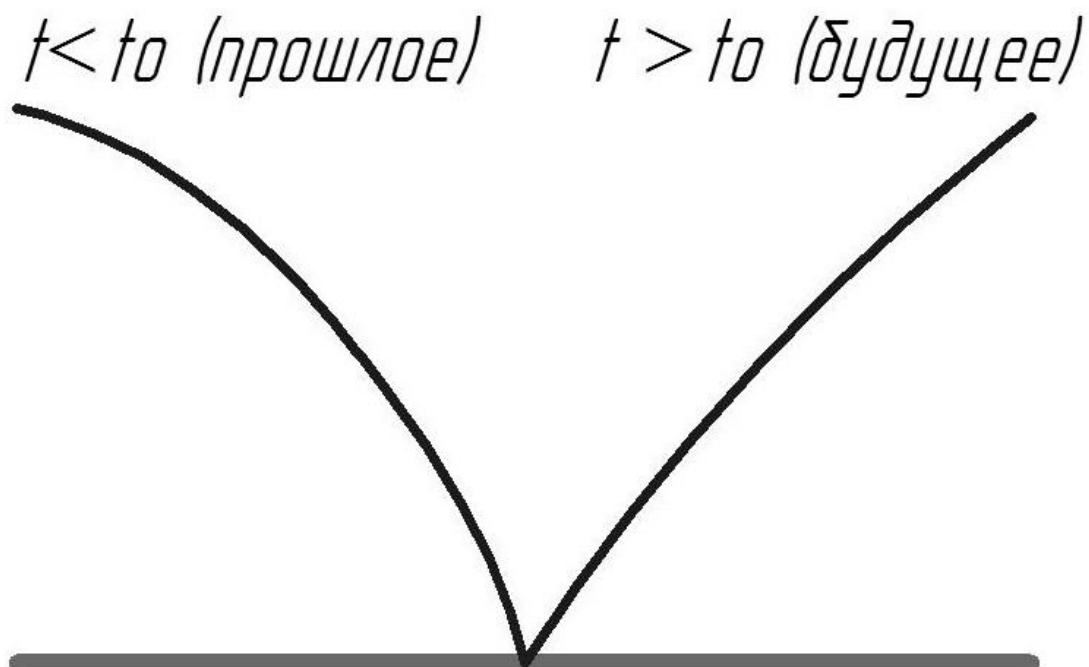


Рис. 4.1. Марковский процесс для любого момента времени.

Если марковский процесс обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия, то он является простейшим.

Поток события называется стационарным, если его вероятностные характеристики не зависят от выбора начала отсчета или, более секретно, если вероятность попадания того или другого числа события на любой интервал времени зависит только от длины этого интервала и не зависит от того, где именно на оси ot он расположен.

Поток события - называется ординарным, если вероятность попадания на элементарный интервал времени от двух или более событий пренебрежимо мало по сравнению с вероятностью попадания одного события.

Поток событий называется потоком без последствий, если число событий, попадающих на любой интервал времени, не зависит от того, сколько событий попало на любой другой не пересекающийся с ним интервал.

Марковский случайный процесс характеризуется показательным числом распределения времени нахождения в каждом состоянии. [18, 19, 26, 137]. Входящий поток требований в состояние процесса эксплуатации сельскохозяйственных машин может являться простейшим или близким к нему [18, 137].

При этом вероятность возникновения за наработку H числа отказов K определяется законом Пуассона:

$$Fk(H) = \frac{(\lambda H)^k}{k!} \cdot (e^{-\lambda H}), \quad (4.1)$$

где λ – параметр потока отказов.

Саньков В.А. теоретически обосновал и проверил гипотезу об описании распределения безотказной работы машино-тракторного парка и его обслуживания экспоненциальным законом. Эта гипотеза нашла подтверждение в работах [19, 11, 24, 137, 143].

Используя математический аппарат теории сложных марковских процессов можно аналитически описать вероятность нахождения сельскохозяйственных машин в различных состояниях процесса.

Для описания случайного процесса примем вероятность состояний.

$$P_1(t), P_2(t) \dots P_n(t), \quad (4.2)$$

где $P_i(t)$ – вероятность того, что система Z в момент времени t находится в состоянии Z_i .

$$Z_i(t) = P \{ Z(t) = Z_i \}, \quad (4.3)$$

Очевидно, что для любого момента времени t

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1 \quad (4.4)$$

Марковский процесс задается не только множеством состояний Z , но и таким набором интенсивностей перехода $\lambda_{ij}(t)$, $i \in Z$, $j \in Z$, $i \neq j$. представляющих собой любые неотрицательные, интегральные по Лебегу в любом конечном интервале функции.

Функция
$$\lambda_i(t) = \sum_{j=i}^n \lambda_{ij}(t) \quad (4.5)$$

Называется интенсивностью выхода из состояния i в момент t .

Для некоторой постоянной C и равномерно распределенной по $i \in Z$ и $t > t_0$ имеет место неравенство:

$$\lambda_i(t) \leq C, \quad (4.6)$$

Для нахождения вероятности (4.2) необходимо решить систему дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова, имеющих вид:

$$\frac{dP_i}{dt} = \sum_{j=1}^n \lambda_{j i} F_j(t) - P_i(t) \sum_{j=1}^n \lambda_{i j} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4.7)$$

или опуская аргумент t у переменных P_i

$$\frac{dP_i}{dt} = \sum_{j=1}^n \lambda_{j i} P_j - P_i \sum_{j=1}^n \lambda_{i j} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (4.8)$$

Так как процесс эксплуатации сельскохозяйственных машин длится достаточно долго, то возникает вопрос о продлении поведения вероятностей P_i при $t \rightarrow \infty$. Если все потоки события, переводящие систему из состояния в состояние, являются стационарными Пуассоновскими с постоянными интенсивностями $\lambda_{i j}$, то в некоторых случаях существуют финальные (или предельные) вероятности состояний не зависящие от того, в каком состоянии система Z находилась в актуальный момент.

$$P_i = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(t) \quad (1, 2, \dots, n), \quad (4.9)$$

Это означает, что с течением времени в системе устанавливается предельный стационарный режим, в ходе которого она переходит из состояния в состояние, но вероятности состояний уже не изменяются. В этом предельном режиме каждая вероятность, может быть истолкована как среднее относительное время пребывания системы в данном состоянии.

Система, для которой существует финальная вероятность, называется эргодической. Если система Z имеет конечное число состояний Z_1, Z_2, \dots, Z_n , то для существования финальных вероятностей достаточно, чтобы из любого состояния системы можно было бы, за какое то, число шагов перейти в любое другое.

Финальные вероятности состояния (если они существуют) могут быть получены решением системы дифференциальных уравнений при условии, что в них левые части (производные) равны нулю.

Анализируя систему эксплуатации сельскохозяйственных машин в производственных организациях можно выделить основные состояния системы:

A_1 – машина исправна, работает;

A_2 – машина находится в состоянии отказа, проводится эксплуатационный ремонт;

A_3 - машина находится на ТО-1;

A_4 - машина находится на ТО-2;

A_5 - машина находится в текущем ремонте;

A_6 – машина перебазируется;

A_7 - машина исправна, находится на хранении.

Для составления уравнений А.Н. Колмогорова и их решения составляем размеченный график состояний системы эксплуатации сельскохозяйственных машин (рис. 4.2).

Система дифференцированных уравнений А.Н. Колмогорова будет иметь вид:

$$\frac{dP_1}{dt} = M_{21} \cdot P_2 + m_{31} \cdot P_3 + m_{41} \cdot P_4 + m_{51} \cdot P_5 + m_{61} \cdot P_6 + m_{71} \cdot P_7 - (л_{12} + л_{13} + л_{16} + л_{17}) \cdot P_1$$

$$\begin{aligned} dP_2/dt &= л_{12} \cdot P_1 - M_{21} \cdot P_2 \\ dP_3/dt &= л_{13} \cdot P_1 - (M_{31} + л_{34}) \cdot P_3 \\ dP_4/dt &= л_{34} \cdot P_3 - (M_{41} + л_{45}) \cdot P_4, \\ dP_5/dt &= л_{45} \cdot P_4 - M_{51} \cdot P_5 \\ dP_6/dt &= л_{16} \cdot P_1 - M_{61} \cdot P_6 \\ dP_7/dt &= л_{17} \cdot P_1 - M_{71} \cdot P_7 \end{aligned} \tag{4.10}$$

где $л_{1j}$, $м_{ji}$ – интенсивности перехода и обслуживания системы из одного состояния в другое.

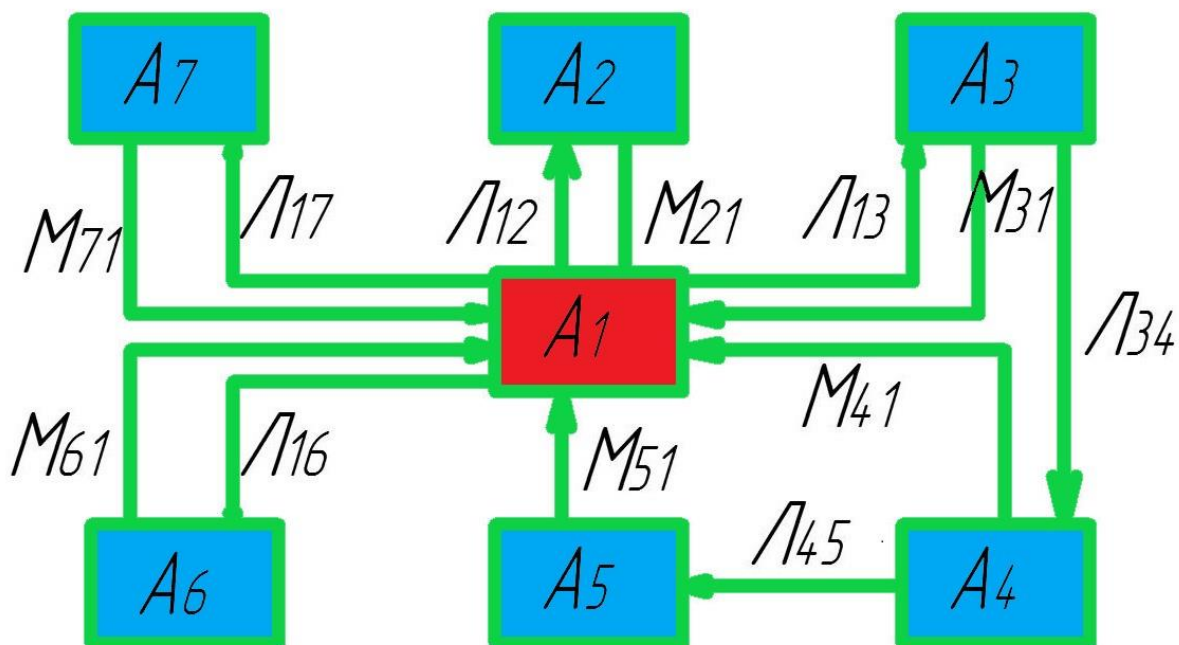


Рис. 4.2. График состояний системы эксплуатации сельскохозяйственных машин.

A – состояние процесса эксплуатации машин; L_{ij}, M_{ij} – интенсивность перехода системы из состояния L_{ij} в состояние M_{ij} .

Имея значения величин, входящих в формулу, определяем интенсивность перехода и обслуживания сельскохозяйственных машин Z -той марки из одного состояния в другое и, подставляя значения l_{ij} и m_{ji} в систему уравнений (4.10) находим вероятности пребывания сельскохозяйственных машин Z -той марки в состоянии A_1 процесса.

Для любого отрезка времени T определяем время нахождения машин Z -той марки T_i в любом из состояний A_i процесса эксплуатации:

$$T_i = P_i \cdot T \quad (4.11)$$

Таким образом, используя данные выражения и, имея достоверный статистический материал об эксплуатации сельскохозяйственных машин в любой производственной организации, можно определить время нахождения машин в любом состоянии процесса эксплуатации и, следовательно, планировать средства для поддержания и восстановления работоспособного состояния машин.

4.1. Затраты на эксплуатацию определенного оптимального парка машин

При применении методики по расчету затрат на эксплуатацию машин, все расчеты проводятся с учетом специфики использования машин в отдельно взятой производственной организации.

Согласно методики, на первом этапе проводятся расчеты по определению "оптимального" парка машин, соответствующего выполняемым работам.

Корректировка парка машин проводится следующим образом.

Если рекомендованный парк состоит из одной марки машин; то округляется до ближайшего целого числа и затем пересчитывается сумма затрат на содержание принятого парка машин. При этом величина избыточного количества машин характеризует потенциальную избыточную производительность парка.

В тех случаях, когда парк машин состоит из разных марок машин, корректировку парка машин проводится двумя методами.

Первый метод сводится к округлению количества машин до ближайшего большего целого числа с последующим пересчетом суммы затрат на содержание принятого парка.

Второй метод корректировки производится по каждой группе машин. Он отличается от первого тем, что количество машин одних марок (в группе) округляется до большего целого числа, а других до меньшего числа. При этом стремятся к тому, чтобы суммарная выработка группы машин была не меньше расчетной. После корректировки производится пересчет затрат на содержание принятого парка.

Для удобства анализа затрат на эксплуатацию парка машин можно вводить коэффициенты затрат на единицу суммарной мощности машин (K_z) и на единицу стоимости машин, с помощью которых можно устанавливать увеличение (уменьшение) затрат на эксплуатацию на каждую единицу вводимой (выводимой) мощности сельскохозяйственных машин в "оптимальном" случае.

При введении коэффициентов предполагается, что если кривая зависимости коэффициентов от стоимости машины либо от ее мощности подчиняется ка-

кому-либо закону и имеет экстремум, то минимальные необходимые дополнительные затраты при изменении парка машин равняются

$$C_{\text{доп.опт.}} = K_{\text{опт.}} \cdot C_{\text{доп.}}, \quad (4.12)$$

либо

$$C_{\text{доп.опт.}} = K_{\text{опт.}} \cdot W_{\text{доп.}}, \quad (4.13)$$

где $W_{\text{доп.}}$ - мощность вводимого парка машин;

$C_{\text{доп.}}$ - цена вводимого парка машин.

При введении в парк машин дополнительные затраты, связанные с изменением парка, вычисляются по формуле:

$$C_{\text{доп.}} = (K_{\text{ввод.}} \cdot K_{\text{опт.}}) W_{\text{доп.ввод}} \quad (4.14)$$

$$C_{\text{доп.}} = (K_{\text{ввод.}} \cdot K_{\text{опт.}}) C_{\text{доп.}} \quad (4.15)$$

Значение коэффициентов затрат на единицу суммарной мощности машины для "оптимального" парка устанавливаются из выражений:

$$K = \frac{C}{W} \text{ тыс. руб./кВт мощн. двиг.} \quad (4.16)$$

где C, C, C - соответственно затраты на эксплуатацию «оптимального» парка тракторов ДТ-75, Т-150, К-700, МТЗ;

W, W, W ,- соответственно суммарная мощность тракторов ДТ-75, Т-150, К-700, МТЗ.

4.2. Методы определения затрат на эксплуатацию машино – тракторного парка.

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность механизации, являются затраты на эксплуатацию машин. Повышение надежности функционирования машин оказывает заметное влияние на улучшение экономических показателей работы производственных организации [85, 90, 95, 146]. С повышением надежности машин в процессе эксплуатации растет интенсивность использования производственного потенциала, что снижает расходы в расчете на 1 руб. сельскохозяйственных работ.

$$Z_3 = \sum_{j=1}^n Z_{\text{эпр}} + \sum_{j=1}^n Z_{\text{эдп}} \quad (4.17)$$

Прямые эксплуатационные затраты определяются, исходя из действующей нормативно-технической документации и включает в себе:

- амортизационные отчисления на восстановление первоначальной стоимости машин и на их капитальный ремонт;

$$C_i = \sum_{i=1}^n 0,01 \cdot C_{\text{ми}} \cdot A_i \quad (4.18)$$

где $C_{\text{ми}}$ – расчетная стоимость i -той машины, руб;

A_i – норма амортизационных отчислений для i -той машины, %.

- затраты на ТО и текущий ремонт:

$$C_3 = C_{\text{рр}} + C_{\text{зч}}, \quad (4.19)$$

где $C_{\text{рр}}$ – затраты на заработную плату ремонтных рабочих, руб.;

$C_{\text{зч}}$ – стоимость запасных частей и ремонтных материалов, руб.;

$$C_{\text{рр}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{чр}} \cdot K_{\text{п}} \cdot (P_3 i + P_4 i + P_5 i) \cdot T_i \quad (4.20)$$

где $C_{\text{чр}}$ – часовая тарифная ставка средневзвешенного разряда ремонтных рабочих, руб/час.;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий премиальную надбавку.

$$C_{\text{зч}} = \sum_{i=1}^n C \cdot K_{\text{рм}} \quad (4.21)$$

где $K_{\text{рм}}$ – переходной коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости запасных частей и ремонтных материалов.

- затраты на замену и ремонт сменной оснастки, приспособления и инструмента:

$$C_4 = \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^m H_{ij} \cdot S_{ij} \quad (4.22)$$

где H_{ij} – норма расхода j -ых видов сменной оснастки, приспособлений и инструмента для i -той машины;

S_{ij} – стоимость j -той единицы измерения сменной оснастки приспособлений и инструмента для i -той машины, руб/ед.

- затраты на основное топливо:

$$C_5 = \sum_{i=1}^n W_{Ti} \cdot C_{Ti} \cdot T_i \cdot (P_1 i + P_6 i) \quad (4.23)$$

где W_{Ti} – расход основного топлива на 1 час работы машины, кг/час.;

C_{Ti} – стоимость 1 кг. основного топлива, руб/кг.

- затраты на смазочные материалы:

$$C_6 = \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^m W_{ij} \cdot C_{Mij} \cdot T_i \cdot (P_1 i + P_6 i) \quad (4.24)$$

где W_{ij} – расход j -го вида смазочного материала на 1 час работы i -той машины, кг/час.;

C_{Mij} – стоимость 1 кг j -го вида смазочного материала i -той машины, руб/кг.

- заработная плата тракториста и помощников тракториста:

$$C_7 = \sum_{i=1}^n C_{чМi} \cdot K_{П} \cdot T_i \cdot (P_1 i + P_6 i) \quad (4.25)$$

где $C_{чМ}$ – часовая тарифная ставка тракториста и помощника тракториста, руб/час.

- затраты на хранение машин:

$$C_8 = \sum_{i=1}^n C_{чРi} \cdot K_{П} \cdot (1 + K_{ХМ}) \cdot P_7 i \cdot T_i \quad (4.26)$$

где $K_{хм}$ – переходной коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости материалов, необходимых для хранения машин.

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n Z_{ЭПР} = & \sum_{i=1}^n 0,01 \cdot C_{ми} \cdot A_i + \sum_{i=1}^n (C_{ни} + C_i L_i) \cdot m_i \\
 & + \sum_{i=1}^n C_{чрi} \cdot K_{п} \cdot (1 + K_{рмi}) \cdot T_i \cdot (P_3 i + P_4 i + P_5 i) \\
 & + \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^m H_{ij} \cdot S_{ij} + \sum_{i=1}^n W_{Ti} \cdot C_{Ti} \cdot T_i \cdot (P_1 i + P_6 i) \\
 & + \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{i=1}^m W_{ij} \cdot C_{Mij} \cdot T_i \cdot (P_1 i + P_6 i) + \sum_{i=1}^n C_{чмi} \cdot K_{п} \cdot T_i \cdot (P_1 i \\
 & + P_6 i) + \sum_{i=1}^n C_{чрi} \cdot K_{п} \cdot (1 + K_{хм}) \cdot T_i \cdot P_7 i
 \end{aligned}
 \tag{4.27}$$

Дополнительные затраты сельскохозяйственного производства вследствие низкого уровня технической эксплуатации машин определяется из выражения:

$$\sum_{i=1}^n Z_{ЭПР} = C_9 \sum_{i=1}^n C_{iПР} \cdot T_i \cdot P_2 i
 \tag{4.28}$$

где $C_{iПР}$ – стоимость одного часа непланового ремонта машин i -той марки,

$$C_{iПР} = C_{зч}^{НР} + C_{рр}^{НР}
 \tag{4.29}$$

где $C_{рр}^{НР}$ - затраты на заработную плату рабочих, занятых в неплановом ремонте, руб.; $C_{зч}^{НР}$ - стоимость запасных частей и ремонтных материалов, необходимых для непланового ремонта, руб.

$$C_{рр}^{НР} = C_{чр} \cdot K_{д} \cdot N_{рр}
 \tag{4.30}$$

$$C_{зч}^{НР} = C_{рр}^{НР} \cdot K_{рм}^{НР}
 \tag{4.31}$$

где $N_{рр}$ – количество рабочих, занятых в неплановом ремонте машин;

$K_{рм}^{НР}$ -переходный коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости запасных частей, необходимых для проведения непланового ремонта.

Таким образом, дополнительные затраты сельскохозяйственного производства определяем из выражения:

$$\sum_{i=1}^n Z_{\text{ЭПР}} = C_9 \sum_{i=1}^n C_{\text{чр}i} \cdot K_{\text{п}i} \cdot N_{\text{рр}i} \cdot (1 + K_{\text{рм}}^{\text{нр}i}) \cdot T_i \cdot P_{2i} \quad (4.32)$$

4.3. Методы определения дополнительных капитальных вложений необходимых для повышения уровня технической эксплуатации машино –тракторного парка.

Повышение уровня технической эксплуатации машино –тракторного парка фактический означает увеличение производственной программы, как ремонтных мастерских, так и звеньев по техническому обслуживанию [65, 77, 79, 139].

Результаты исследований ряда ученых и опытные данные показывают, что удельные капитальные вложения в производственную базу описываются двумя видами функции:

$$K = \left(\frac{A}{N} + B\right) \cdot K_p \quad (4.33)$$

$$K = a \cdot N \cdot b \cdot K_p \quad (4.34)$$

где K – рассматриваемый параметр (капитальные вложения);

N , B , a , b – коэффициенты параметра, определяемые экспериментальным путем;

K_p – рассматриваемый параметр при программе, принятой за исходную.

Известно, что увеличение мощности ремонтных предприятий ведет к снижению удельных текущих и капитальных затрат вследствие постоянства или медленного роста ряда составляющих суммарных затрат на ремонт машин. Данное положение характеризуется коэффициентом B или b . В зависимости от уровня организации ремонтных предприятия коэффициент колеблется от 0,10 до 0,25. Коэффициенты A или a характеризуют сложность ремонта машин.

Необходимо отметить, что исследование данных зависимостей весьма затруднительно вследствие большой трудоемкости по определению объема работ как

ремонтной службы, так и из-за невозможности определения, насколько изменится данный объем работ вследствие доведения до нормальных значений факторов, связанных с квалификацией механизаторов и качеством применяемых топливо-смазочных материалов. Дополнительные капитальные вложения, необходимые для повышения уровня технической эксплуатации сельскохозяйственных машин можно определить из выражения:

$$K = C_m \cdot \alpha \cdot \Delta \cdot K_{утэ}. \quad (4.35)$$

где $\Delta = 0,31$ – коэффициент зависимости капвложений от стоимости машин.

При рассмотрении частных факторов, определяющих уровень технической эксплуатации сельскохозяйственных машин, видно, что все факторы делятся на три группы:

- 1-ая группа - факторы, доведение которых до оптимального значения не связано со значительными материальными вложениями в производство;

- 2-ая группа – факторы, доведение которых до оптимального значения не связано со значительными материальными вложениями, а зависит только от уровня организации службы эксплуатации машин;

- 3-я группа - факторы, доведение которых до оптимального значения связано уровнем организации службы эксплуатации машин и с незначительными материальными вложениями в производство.

Таким образом, коэффициент из выражения (4.35) не учитывает разделения частных факторов по этим группам, и следовательно, необходимо ввести корректировку для данного выражения с учетом этих групп.

Для 1-ой группы выражение (4.35) будет иметь вид:

$$K = C_m \cdot \alpha \cdot n \cdot K_{утэ}. \quad (4.36)$$

Для 2 и 3 групп выражение (4.36) будет иметь вид:

$$K = C_m \cdot (\alpha \cdot n)^m \cdot K_{утэ}. \quad (4.37)$$

где n , m – корректирующие коэффициенты.

Таким образом, имея выражение 4.33 и 4.34 можно определить дополнительные капитальные вложения, необходимые для повышения уровня технической эксплуатации сельскохозяйственных машин в любой производственной организации.

4.4. Пути повышения уровня технической эксплуатации машино –тракторного парка

Анализируя результаты исследований о технической эксплуатации машино – тракторного парка в хозяйствах региона, видно, что коэффициент уровня технической эксплуатации изменяется в широких пределах 0,56 - 0,80. Для проведения более подробных исследований необходимо проанализировать закономерность полученных зависимостей на примере конкретной организации.

Повышение уровня качества каждого основного фактора осуществляется за счет повышений уровней качества частных факторов, приведенных в таблице 4.1. Рациональной является такая последовательность повышений уровней качества частных факторов, которая обеспечивают наиболее быстрое повышение уровня технической эксплуатации машин, т.е.:

$$r_1 > r_2 > \dots r_n$$

$$r_{ij} = (0,95 - K_{ij}) f_j f_i, \quad (4.38)$$

где r_{ij} - эффект от повышения уровня качества i -го частного фактора среди j -го основного фактора;

K_{ij} - значение частного фактора в рассматриваемой организации.

Так как одновременное повышение уровней качества всех частных факторов невозможно и неэффективно, то, в первую очередь, следует повышать уровни качества факторов, для которых эффект не меньше среднего значения по всем факторам, т.е.:

$$r_{ij} \geq \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad (4.39)$$

где m - количество частных факторов.

Таблица 4.1. Доведение определяющих факторов до нормативного значения

Наименование частных факторов	Фактическое значение показателя	Возможное значение показателя
1	2	3
1.1. Выполнение перечня операций ТО	0,76	0,95
1.2. Соблюдение периодичности проведения ТО	0,34	0,95
1.3. Состав исполнителей при проведении ТО	0,50	0,95
1.4. Применяемое оборудование и наличие нормативно-технической документации при проведении ТО	0,76	0,86
2.1. Вид применяемых запасных частей, узлов и агрегатов при проведении текущего ремонта	0,67	0,87
2.2. Состояние ремонтно-обслуживающей базы	0,50	0,95
2.3. Применение диагностирования и контроль качества ремонта	0,45	0,95
2.4. Состав исполнителей при проведении Т ремонта.	0,50	0,95
3.1. Соблюдение сортамента применяемых масел	0,56	0,92
3.2. Соблюдение сортамента применяемых топлив	0,76	0,92
3.3. Соблюдение правил хранения ТСМ.	0,56	0,95
3.4. Механизация заправки топлива и масел.	0,56	0,95
4.1. Стаж работы машинистов	0,76	0,85
4.2. Количество машинистов, сменившихся на одной машине за срок ее службы	0,46	0,76
4.3. Профессиональная подготовка машинистов	0,60	0,95
4.4. Классность машинистов.	0,62	0,95
5.1. Соблюдение правил хранения машин	0,48	0,95
5.2. Наличие и состояние базы для хранения	0,56	0,95
5.3. Состав исполнителей при хранении машин	0,50	0,95
5.4. Уровень технической эксплуатации машин Кутэ	0,58	0,96

Для повышения качества технического обслуживания машино - тракторного парка необходимо, чтобы в каждой организации имелась материальная база для проведения технического обслуживания.

Наиболее распространенной и рациональной является схема организации ТО, при которой в ЦРМ имеется стационарный пост ТО и наряду с этим имеются передвижные звенья для проведения ТО на местах работы машин.

Стационарный пост должен быть оснащен масло раздаточным смазочным оборудованием, емкостью для отработанного масла, контрольно регулировочным и другим необходимым оборудованием.

Передвижные звенья по техническому обслуживанию должны быть оснащены агрегатами по проведению ТО (АТО).

При плановом текущем ремонте машин в условиях предприятий, взамен изношенных деталей должны устанавливаться новые или восстановленные детали. Остальные детали должны иметь остаточный ресурс не менее 2000 м. ч. [131]

Для повышения качества дефектации деталей необходимо применять микрометрический и штангенинструменты [121, 122,123].

Для повышения качества топлива и масел, заправляемых в агрегаты машин, необходимо обеспечить закрытую заправку топлива и масел при помощи топливораздаточных и маслораздаточных колонок, а также механизированных заправочных агрегатов [106, 108, 126].

Наибольший эффект может быть получен от доведения до нормы следующих показателей: соответствия топлива требованиям технической эксплуатации (сезону): соответствия номенклатуры масел и смазок требованиям технической эксплуатации. Основным недостатком в применении дизельного топлива является недостаточное количество топлива зимних сортов.

Для снижения расхода масел необходимо более строго следить за качеством уплотнительных узлов агрегатов и не допускать эксплуатации машин с подтеканием масел из агрегатов, а также эксплуатации двигателей с повышенным расходом масла (более 2% от израсходованного топлива).

Необходимо повышать организационно-технический уровень инженерной службы и, в первую очередь, необходимо:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ существующей системы оценки эффективности деятельности производственных организаций показал, что такие показатели как производительность труда, механовооруженность труда и сельхоз работ и т.д. недостаточно объективно отражают использование машин, так как эти показатели в значительной степени определяются субъективно назначаемой величиной сметной стоимости работы.

2. Установлено, что одним из основных показателей, объективно характеризующих работу службы механизации в сельскохозяйственных организациях, являются затраты на эксплуатацию машин, а также такие показатели, как коэффициент готовности и наработка между отказами.

3. На основании исследований существующих методик оценки качества технической эксплуатации машин, и с учетом специфики работы сельскохозяйственных машин в производственных организациях, разработана методика по определению уровня технической эксплуатации машин в производственных организациях.

4. Установлено, что затраты на эксплуатацию сельскохозяйственных машин подразделяются на прямые эксплуатационные затраты на выполнение годового объема работ и дополнительные затраты, являющиеся следствием неправильной технической эксплуатации машин.

5. Установлено, что с повышением уровня технической эксплуатации машин коэффициент готовности и наработка между отказами увеличиваются.

6. В качестве предложений возможно рассмотрение вопроса по повышению эффективности технического сервиса на уровне регионально – районированного принципа распределения работ и созданию новых форм машиноиспользования в АПК Казахстана.

Библиографический список

1. Адилов Р.М. Азаева М.А. Материально-техническая база АПК: проблемы и перспективы./ «Проблемы развития АПК региона». № 3 2012. с. -37.
2. Ашхотов Э. Ю. Организационно-экономические основы формирования парка машин мелиоративных предприятий АПК . / Диссертация д-ра экон. наук : 08.00.05 .- М.: 1999. с. - 376.
3. Авилов В.Н. Математико-статистические методы технико-экономического анализа производства.- М.: Экономика, 1967.
4. Ашхотов Э.Ю. Оптимизация состава парка машин производственных организаций региона по минимуму энергозатрат / Тезисы докладов международной науч.-техн. конф. "Энергосбережение в сельском хозяйстве"- М.: ВИЭСХ, 1998г
5. Абдулмажидов Х.А. Оптимизация парка машин для мелиоративных работ с учетом категорий грунта. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный университет природообустройства им. Н.А. Костякова. Москва, 2002.
6. Арендаренко В. И. Обоснование состава машино -тракторного парка хозяйства с учетом состояния базы ТО и ремонта. Дис. к.т.н., Полтава, 1989.
7. Балабайкин В. Ф. Стратегическое управление техническим развитием предприятий АПК : автореф. дис. ... д-ра экон. наук. Челябинск, 2008. с. - 41
8. Вентцель Е.С., Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории вероятностей. - М., Советское радио. 1993. с. – 413.
9. Ганиев И. Обоснование поэтапной модернизации технико- технологической оснащенности процессов производства хлопка в Республике Таджикистан. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.20.01. г. Челябинск. 2016. с. - 384.
10. Ганиев И. Г., Шокиров А., Ходжибоев Х. Состояние технического сервиса в хозяйствах Согдийской области// Сборник научных трудов ХФТУТ. 2003. с. - 18-21.
11. Дидманидзе О.Н. Оптимизация по критериям ресурсосбережения состава и режимов работы средств для сбора, транспортировки и переработки чайного

листа. / Автореферат дис. ... доктора технических наук / Москва, 1996. с. - 38.

12. Дидманидзе О.Н. Оптимизация по критериям ресурсосбережения состава и режимов работы средств для сбора, транспортировки и переработки чайного листа: диссертация... доктора технических наук: 05.20.03. Москва, 1995. с.- 301

13. Дж. Форсайт, М. Малькольм «Машинные методы математических вычислений». 2007.

14. Дураев Б.О. Эффективное использование сельскохозяйственной техники / Б.О. Дураев // АПК: Экономика, управление. 2016. № 12. с.- 88-93.

15. Евграфов В.А. Оптимизация парка мелиоративных и строительных машин и уровня их технической эксплуатации. Диссертация доктора технических наук / Моск. гос. агроинж. ун-т. Москва, 1995. с. -315.

16. Евграфов В.А., Новиченко А.И., Подхватилин И.М., Горностаев В.И., Анисимов А.В. Применение мультиагентного подхода при формировании оптимального состава парка машин в среде имитационного моделирования ANYLOCIS. Научное обозрение. 2015. № 24. с. -123-127.

17. Ерохин М.Н. Принципы повышения надежности и эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. Москва, 1994.

18. Ежевский А. А., Краснощеков Н. В. Потери сельского хозяйства и пути их устранения // Техника и оборудование для села. 2010. № 12. с.- 8-12.

19. Ермолаев Ю.М. Методы стохастического программирования. - М.: Наука, 1976.

20. Зубарев Ю.М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий. Учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев – 2е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань. 2021. с. - 176.

21. Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р. Технические средства и методы защиты информации. Учебник для вузов / Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др.; под ред. А.П. Зайцева и А.А. Шелупанова. – М.: ООО

«Издательство Машиностроение», 2009. с.– 508

22. Зангиев А.А. Оптимизация состава и режимов работы машинно-тракторных агрегатов по критериям ресурсосбережения: Диссертация доктора технических наук: 05.20.03.-М., 1987. с.-500

23. Закон РК от 19. июня 1997 г. №131-1 «О государственной поддержке малого предпринимательства» венчурные фирмы-субъекты инновационной деятельности, осуществляющие разработку и освоение наукоемких прогрессивных технологии и продукции.

24. Зимин Н. Е. Совершенствование экономических взаимоотношений в системе технического сервиса машин АПК. -дисс. докт. эк. наук. - М.: МГАУ, 1996.

25. Иовлев Г.А. Особенности использования сельскохозяйственной техники в различных организационно-правовых формах хозяйствования: от фермерских хозяйств до крупных агрохолдингов / Г.А, Иовлев // Агропродовольственная политика России. 2016. № 5 (53). с. - 61-64.

26. Коломейченко А.В., Кравченко И.Н., Ставровский М.Е., Сидоров М.И., Рагуткин А.В. Основы функционирования систем сервиса. Учебник. Сер. 76 Высшее образование (1-е изд.). Издательство Юрайт. Москва, 2020. с. - 279.

27. Калиев Г.А., Колобаева Ж.Р. Применение экономика-математических методов в аграрной науке и аграрном производстве Республики Казахстан: Состояние и задачи: в сб. материалов международного научного симпозиума. М,;- 2003. с.- 46-48

28. Коломейченко А.В., Соловьев Р.Ю., Черанев С.В., Карякин С.Б., Грибов И.В. Актуальность разработки высокотехнологичных тракторов тяговых классов 0,6 - 2. / Техника и оборудование для села. 2019. № 11 (269). С. 14-17.

29. Кравченко Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1978. с.-424

30. Кузьмин В.Н. Организация формирования и эффективного использования технического потенциала АПК. дис...д-ра экон. наук. Москва, 2010. 306 с

31. Киртбая Ю.К. Организация использования машинно-тракторного парка.-М: Колос, 1974. с. -275
32. Курцев И. В. Единство технико-технологических и организационноэкономических преобразований – необходимое условие успешной модернизации АПК // Достижение науки и техники АПК. 2012. № 10. с. -3–6.
33. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика. Математическое программирование / - СПб.: Лань, 2013. с. - 352.
34. Ларионов В.И. Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники на современном этапе / В.И. Ларионов // Актуальные вопросы аграрной науки. 2015. № 15. с. - 49-57.
35. Левшин А.Г. Разработка методов повышения эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов как человека-машинных систем. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Москва, 2000. с. - 309.
36. Липкович Э. И., Бершицкий Ю. И. Методические основы проектирования и реализация региональных механизированных технологий и систем машин для производства продукции растениеводства. зерноград: ВНИПТИМЭСХ.1995. с. - 164
37. Любимцев А.Г. Совершенствование и разработка рекомендаций по использованию МТП на базе информационно-вычислительной системы. Автореф. дис. ... к.э.н. - Новосибирск, 1987. с.-18
38. Лунгу К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. с. - 128
39. Махитько В.П., Засканов В.Г., Савин М.В. Методы оценки показателей надежности изделий по результатам испытаний и эксплуатации.// Механика и машиностроение. 2011. с. - 293.
40. Матвеев А.М., Шугуров И.В. О современных методиках оценки экономической эффективности использования сельскохозяйственной техники.// Вестник Курганской ГСХА. г. Курган. 2013. с. - 5-8.
41. Мелькумова Т.В. Хранение сельскохозяйственной техники.// Новая

наука: Стратегии и вектора развития. № 2 2017. Рязанский государственный агротехнологический университет. Рязань. 2017. с. -137-139.

42. Митракова В.Д. Анализ затрат при исследовании новой и поддержанной сельскохозяйственной техники. - М.: Информагротех, 2001.

43. Милош Малек. Оптимизация парков машин для земляных работ. Автореф. дис. ... к.т.н. - М., МИСИ 1985.

44. Отчеты управления статистики Костанайской области за 1970-2010 гг. Иманбаев К.К.

45. О неотложных мерах по углублению реформ на селе и финансовому оздоровлению сельской экономики: Постановление Правительства РК от 10.12.98. № 1270.

46. «Научно-техническая программа обеспечения АПК РК»- Постановление Правительства РК от 9,12.1996 № 1502.

47. Отчеты Костанайского управления экономики, 2000г., 2010г. 2015г.

48. О стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020–2022 гг. / Н. В. Краснощеков, Э. И. Липкович, А. А. Артюшин, М. А. Таранов// Тракторы и сельскохозяйственные машины. № 11. 2008.

49. Программа формирования и развития сельхозмашиностроения в Республике Казахстан. № 1547. 15.03. 2003.

50. Постановление Правительства РФ от 19 сентября 2020 г. № 1503 "Об утверждении требований к техническому состоянию и эксплуатации самоходных машин и других видов техники".

51. Пильник Ю.Н., Сушков С.И., Арутюнян А.Ю. Методика определения оптимальной структуры парка транспортно- технологических машин.// Современные проблемы науки и образования. № 2-2. 2015.

52. Плаксин А. М. Диссертация: Формирование, этапы выполнения, организация защиты и оформление документов / под ред. Н. С. Сергеева. Челябинск: ЧГАА, 2011. с. - 273

53. Пухов Е.В., Тимошинов М.Г. Анализ направлений по совершенствованию технологий, оборудования и организации технического обслуживания транспортных и технологических машин в АПК. В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра. материалы научно-практической конференции. 2016. с. -250-254.

54. Пухов Е.В., Тимошинов М.Г., Наквасин Н.А. Формирование требований к системам мониторинга рабочих процессов производства сельскохозяйственных культур. Международный технико-экономический журнал. № 6. 2017. с. 84-89.

55. Плаксин А. М. Обеспечение работоспособности машин: учеб. пособие. Челябинск: ЧГАА, 2008. с. - 224

56. Петришев А.Н., Шукин А.Р., Пучин Е.А. Качество хранения и надежность машин. Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 10. 2001. с. - 48.

57. Правила проведения государственного технического осмотра тракторов, самоходных дорожно-строительных и иных машин и прицепов к ним органами государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники в Российской Федерации (Гостехнадзора). (утв. Минсельхозпродом РФ 31.05.95 N 2-21/862).

58. "ПОТ РО-97300-11-97. Правила по охране труда при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники" (утв. Приказом Минсельхозпрода РФ от 29.04.1997 N 208).

59. ПОТ РО-97300-11-97. 11. Правила. Требования к постановке техники на хранение и погрузочно-разгрузочным работам. (утв. Приказом Минсельхозпрода РФ от 29.04.1997 N 208).

60. Патент на изобретение № 2500092 RU МПК А01В 49/04 (2006.01). Комбинированное орудие для глубокого рыхления почвы с внесением удобрений / В.А. Шмонин (РФ), Н.К. Теловов (РФ), С.К. Тойгамбаев (РФ). Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева – Оpubл.: 27.06.2012. – Бюл.: № 34 от 10.12.2013. с.– 6.

61. Патент на полезную модель 9549 U BY МПК А 01В 49/00. А 01В 35/00. Плоскорезное орудие для обработки почвы / И.Н. Шило (BY), Н.Н. Романюк (BY), В.А. Агейчик (BY), С.К. Тойгамбаев (РФ), С.О. Нукешев (KZ), Д.З. Есхожин (KZ). Заявитель и патентообладатель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20130231; Оpubл.: 30.10.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2013. № 5. с.– 226.

62. Патент Инновационный № 22627 от 25.05.2010г. Авторское свидетельство № 64394, на изобретение. Почвообрабатывающее орудие. Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства Юстиции Республики Казахстан. (19) KZ(13) A4 (11) 22627. (51) A01B 49/06 (2009.01). Нукешев С.О. (KZ), Есхожин Д.З. (KZ), Мурашенко В.И. KZ, Кусайнов Р.К. (KZ), Тойгамбаев С.К. (РФ), Тлеумбетов К.М. (KZ), Оразбеков Н.Б. (KZ), Сыздыков Д.А. (KZ). Заявитель и патентообладатель Нукешев С.О. Комитета по правам интеллектуальной собственности Министерства Юстиции Республики Казахстан. Оpubл.: 04.06.2013. Бюллетень № 7 от 15.07. 2010. с. - 117.

63. Плаксин А. М. Обеспечение работоспособности машинно-тракторных агрегатов на предстоящие циклы использования в растениеводстве: дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 1996. с. - 468

64. Редреев Г. В. Обеспечение работоспособности разнородного парка тракторов в системе технического состояния. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.20.03. г. Новосибирск. 2019. с.- 403.

65. Безбородова Т.И. Использование функции Харрингтона при рейтинговой оценке деятельности организации в условиях антикризисного управления. Финансовая аналитика проблемы и решения. –М.: - № 1(187) - 2014. с. - 27-34.

66. Скороходов А.Н. Оптимизация структуры и состава технологических комплексов для выполнения производственных процессов. Международный научный журнал. 2012. № 2. с.- 82-92.

67. СНиП IV. 3.82. Сборник норм для определения сметной стоимости эксплуатации сельскохозяйственных машин.

68. Солдатова Т.Р. Оптимизация состава транспортного парка административного района. Автореф. дис. к.э.н. - М. 1993. с.- 20.

69. Солоницын Е. В. Сокращение продолжительности технологических процессов в растениеводстве на основе агрегатного метода восстановления работоспособности тракторов : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2002.

70. Соломкин А.П. Формирование и обеспечение готовности тракторов (на примере тракторов "Кировец"), дис. д.т.н., Алексеевка, 1984.

71. Тойгамбаев С.К. Математическое моделирование оптимизации парка машин и повышения надежности эксплуатации. / ж. Аспирант и соискатель. № 5(89). 2015. г. Москва. с. -36.-47.

72. Тойгамбаев С.К. Влияние уровня технической эксплуатации машин на суммарные и дополнительные затраты предприятия. ж. Актуальные проблемы современной науки № 1, (86) 2016, г. Москва. с. -25.-34.

73. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Исследования по оптимизации и эффективности использования машинотракторного парка предприятия. ж. Механизация и Электрификация сельского хозяйства. Теоретический и научно-практический журнал. № 5. 2016 г. Москва. с.- 28-33.

74. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия. Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА 2018.

75. Тойгамбаев С.К., Аптенко А.С. Комплектность передвижных ремонтных мастерских при обслуживании и ремонте мелиоративных машин. / Изденіс жолы. - 2019. - № 69. с. - 42-44.

76. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А., Апатенко А.С. Выбор критериев оптимизации при моделировании производственных процессов с использованием парка машин. Республиканский научно –педагогический журнал “IZDENIS joly” «Пути поиска» Свидетельство регистрации за № 14776-Ж. № 69 (6) 02.2019г. г. Кызылорда РКаз. с. - 27-39.

77. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Выбор критериев оптимизации при решении задач по комплектованию парка машин производственных сельскохозяйственных организации. Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II., 2019. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. с. - 317-322.

78. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А., Дидманидзе О.Н. Экономико-математическая модель оптимизации и критерий оптимальности при комплектовании парка машин производственных организации с учетом межхозяйственного сотрудничества./ Международный научно- познавательный педагогический журнал «Вестник Педагога» («Педагог хабаршысы») № 21. Международный центр поддержки науки и образования г. Алматы. РК. 2019г. с. - 32.43.

79. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Проектировка участка технического обслуживания машино-тракторного парка в ООО «Карасукский» Костанайской области. ж. Тенденция развития науки и образования. № 52. Ч.4. 07.2019. Изд. НИЦ. «Л-Журнал». DOI 10.18411/lj-07-2019-p4. IDSP ljournal-07-2019-p4. г. Самара. 2019. с.-96

80. Тойгамбаев С.К., Абдулмажидов Х. А., Байдебеков Д. К. Разработка рабочего оборудования крана на базе трактора МТЗ-82. ж. Естественные и технические науки. № 7 (133) 2019, г. Москва. 2019. с. -73.-82.

81. Тойгамбаев С.К. Результаты экспертной оценки работы сельскохозяйственных машин на примере хозяйств Костанайской области ж. Естественные и технические науки. № 7 (133) 2019. г. Москва. 2019. с. -211-213.

82. Тойгамбаев С.К. Повышение эксплуатационной технологичности машин при техническом диагностировании сельскохозяйственных машин в ООО «Карасукский» Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 8 (134) 2019. г. Москва. 2019. с. -181-188.

83. Тойгамбаев С.К., Теловов Н.К. Обработка почвы нечерноземных земель РФ глубокорыхлителем – удобрителем для увеличения производства сельскохозяйственных культур. «Агропродовольственная экономика». Международ-

ный научно-практический электронный журнал. www.apej.ru № 10. 2019.г. Нижний Новгород. 2019. с. -24.32.

84. Тойгамбаев С.К. Производственно – техническая база ТО и ремонт сельскохозяйственной техники для Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 10 (136) 2019. г. Москва. 2019. с. -254-261.

85. Тойгамбаев С.К., Султангали А.С. Определение площади участка технического обслуживания тракторов и автомобилей. ж. Аспирант и соискатель № 5, (113) 2019. г. Москва. 2019. с. -178-184.

86. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Определение трудоемкости диагностирования автомобилей. ж. Естественные и технические науки. № 12 (138) 2019. г. Москва. 2019. с. -386-389.

87. Тойгамбаев С.К., Соколов К.О. Оптимизация параметров участка ТО и ремонта машино – тракторного парка./ Вестник Международной Общественной академии Экологической Безопасности и Природопользования (МОАЭБП) № 21 (28) 2020. г. Москва. 2020. с. -6-17.

88. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Расчет и проектирование цеха по ремонту двигателей ЗМЗ-511. Международный научный электронный журнал «International Journal Of Professional Science» ISSUE. № 6 /2020 www.scipro.ru. г. Нижний Новгород. с.-126-132.

89. Тойгамбаев С.К. Определение эффективных параметров слесарно-механического участка для предприятия. ж. Естественные и технические науки. № 6 (144) 2020. г. Москва. 2020. с. - 170-174.

90. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Определение состава подразделений мастерской для хозяйства Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 8 (146) 2020. г. Москва.2020. с. - 207-212.

91. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Расчет трудоемкости технического обслуживания и ремонта для предприятия Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 8 (146) 2020. г. Москва. 2020. с. -213-216.

92. Тойгамбаев С.К., Гузалов А. С. Проектирование передвижного канавного гидроподъемника для проведения ремонтных работ. Международный технико-экономический журнал. № 4, 2020. ООО Изд. «Мегаполис» Москва. с.-38-44.
93. Тойгамбаев С.К., Бондарева Г.И., Дидманидзе О.Н., Апатенко А.С. Расчёт количества ТО и ремонтов тракторов для хозяйства Костанайской области. ж. Сельский механизатор № 11, 2020. г. Москва. 2020. с.- 44-46.
94. Тойгамбаев, С.К. Проект моечной установки автомобилей. Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". № 2 (62) 2014. Г. Москва, с. -29-34.
95. Тойгамбаев С.К., Бондарева Г.И., Дидманидзе О.Н. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта машин. ж. Сельский механизатор. № 12, 2020. DOI: 47336/0(3)-7393-2020-12-44-48. г. Москва, с.- 43-47.
96. Тойгамбаев С.К. Назначение видов и определение объема ремонтных работ для ЦРМ хозяйств Казахстана. Международный технико-экономический журнал. № 6, 2020. ООО Изд. «Мегаполис» Москва. с. -73-79.
97. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Определение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта грузовых автомобилей. Международный научный электронный журнал «International Journal Of Professional Science» ISSUE № 1 /2021 www.scipro.ru г. Нижний Новгород. 2021. с.-65-73.
98. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Особенности разработки технологического процесса технического обслуживания тракторов в машино-тракторном парке хозяйства. ж. Вестник. Курганский ГСХА № 1(37) /2021. DOI: 10.52463 / 22274227_2021_37_74. г. Курган. 2021. с. -74-80.
99. Тойгамбаев С.К., Тамбовский Н.М. Определение количества ТО и ремонтов тракторов и комбайнов для хозяйства Саратовской области. ж. Естественные и технические науки. № 32 (154) 2021., г. Москва. с. -199-205.

100. Тойгамбаев С.К., Толеген М.С. Расчет параметров стенда для ремонтных работ с системой тормозов автомобилей. ВЕСТНИК Кызылординского университета имени КоркытАта. BULLETIN of the Korqyt Ata Kyzylorda University. №1 (56) 2021. г. Кызылорда. 2021. с. -147-156

101. Тойгамбаев С.К. Обоснование площади участка по ремонту двигателей для предприятия Костанайской области. Международный технико-экономический журнал. № 3, 2021. Изд. ООО «Мегаполис». г. Москва. с. -94-102.

102. Тойгамбаев С.К., Гамидов А.Г. Реконструкция производственно – технической базы хозяйства Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 5 (156) 2021. Москва. с. -259-264.

103. Тойгамбаев С.К., Гамидов А.Г. Дистанционно- электронное наблюдение работы тракторных агрегатов. ж. Тенденция развития науки и образования. «Л-Журнал» № 73. Ч.2. 5. 2021. DOI 10.18411/lj-05-2021-p2. IDSP ljjournal-05-2020-p3. Самара. с. -109-114.

104. Тойгамбаев С.К. Проект участка по ремонту и слесарным работам для машин тракторного парка хозяйства Костанайской области. Научный журнал. Инновационные научные исследования. Сетевое издание. № 5-1(7) Май 2021. Оф. сайт: <https://ip-journal.ru/>. E-mail: redactor.vestnic@gmail.com. г.Уфа. с.34-46

105. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Участок ремонта топливной аппаратуры для предприятия Карасуского района. Международная Объединенная Академия Наук: Цели и задачи Сборник научных трудов по материалам XXVI международной научно-практической конференции. Ч. 1. 10.04.21г. «Л-Журнал», Сайт центра: science-russia.ru. doi: 10.18411/sr-10-04-2021-29. Екатеринбург 2021. с.-115-121.

106. Тойгамбаев С.К. Реконструкция слесарно – ремонтного участка МТП для хозяйства Казахстана. ж. Тенденция развития науки и образования. № 72. Ч. 2. «Л-Журнал» 04. 2021. SPLN 001-000001-0617-LJ. DOI 10.18411/lj-04-2021-p2 IDSP ljjournal-05-2020-p3 <http://ljjournal.ru>. г. Самара. 2021. с. -73-80.

107. Тойгамбаев С.К., Тамбовский Н.М. Сравнительный анализ различных видов механических домкратов. Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 5-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. 12.02.2021г.г. Курск. с. -243-248.

108. Тойгамбаев С.К. Расчет участка диагностирования и технического обслуживания автомобилей. Международный научный электронный журнал «International Journal Of Professional Science» ISSUE 1/ № 6. 2020 www.scipro.ru. Нижний Новгород. с. -42-51.

109. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Определение режима работы и фондов времени центральной ремонтной мастерской предприятия. ж. Естественные и технические науки. № 2 (153) 2021. г. Москва. с. -184-189.

110. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Реконструкция участка ремонта топливной аппаратуры для предприятия Костанайской области. ж. Тенденция развития науки и образования. № 70. Ч.5. «Л-Журнал» 02.2021. SPLN 001-000001-0617-LJ DOI 10.18411/lj-05-2020p3. IDSP ljjournal-05-2020-p3 <http://ljjournal.ru> г. Самара. с. -150-158.

111. Тойгамбаев С.К., Тамбовский Н.М. Развитие и виды транспорта, уникальность транспорта как сферы хозяйственной деятельности. Современные материалы, техника и технологии. Сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции. 30.12.2020г. DOI: 10.47581/2020/30.12.2020/МТО54.1.116. г. Курск. с. -360-365.

112. Тойгамбаев С.К. Назначение видов и определение объема ремонтных работ для ЦРМ хозяйств Казахстана. Международный технико-экономический журнал. № 6, 2020. Изд. ООО «Мегаполис». г. Москва. с. - 73-79

113. Тойгамбаев С.К., Карапетян М.А. Реконструкция участка восстановления распределительных валов. Сборник научных трудов по итогам VII международной научно практической конференции № 7. «Новые технологии и проблемы технических наук 11.11.20г. г. Красноярск 2020 г. с. - 6-9.

114. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Корректировка расчетов технического обслуживания автомобилей для хозяйства Костанайской области. Международный научный электронный журнал «International Journal Of Professional Science» ISSUE. № 10 /2020 г. Нижний Новгород. с. - 40-51.

115. Тойгамбаев С.К., Горностаев В.И. Материально-техническая база и организация технического обслуживания хозяйства ООО «Прогресс» Костанайской области. Агропродовольственная экономика». Международный научно-практический электронный журнал. www.apej.ru № 6. 2020г. г. Нижний Новгород. с. - 33-40.

116. Тойгамбаев С.К. Методика определения объема работ ремонтной мастерской для хозяйства Костанайской области. Доклады ТСХА. Сборник статей. Выпуск 293. Часть III. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Издательство РГАУ-МСХА. 2021. г. Москва. с. - 498-501.

117. Тойгамбаев С.К. Разработка технологического процесса технического обслуживания машино-тракторного парка хозяйства. Международный технико-экономический журнал. № 2. 2021. Изд. ООО «Мегаполис». г. Москва. с. 98-106

118. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н., Гузалов А.С. Организация и расчет участка и технического обслуживания и ремонта автомобилей. Международный технико-экономический журнал. № 5, 2020.ООО Издатель. «Мегаполис». г. Москва. с. - 69-77.

119. Тойгамбаев С.К., Былинин С.Ю. Расчет участка ТО и ремонта машино-тракторного парка совхоза Аманкарагайский Костанайской орбласти. Доклады ТСХА, выпуск 292 (часть I). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова. 3-5.12.19г. г. Москва. Изд. РГАУ-МСХА 2020. с.- 625.

120. Тойгамбаев С.К. Планирование годовых ремонтных работ в мастерской агропредприятия. Доклады ТСХА, выпуск 292 (часть I). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова. 3-5.12.19г. г. Москва. Изд. РГАУ-МСХА 2020. с. - 516-521.

121. Тойгамбаев С.К. Проектирование участка технического сервиса дизельной топливной аппаратуры. Международный технико-экономический журнал. № 1, 2021. Изд. ООО «Мегаполис». г. Москва. с. - 108-114.

122. Тойгамбаев С.К. Математическая модель оптимизации и критерий оптимальности комплектования парка машин производственных организаций Казахстана. Аспирант и соискатель № 3, 2021г. Изд. «Спутник+» г. Москва. с.- 91-95.

123. Тойгамбаев С.К. Применение инструментальных материалов при резании металлов. Учебное пособие для ВУЗов, Рекомендован УМО ВУЗов МВТУ им.Н.Э. Баумана и СПбГПУ. Редакционно-издательский отдел МГУП, 2007. г. Москва. с. - 208

124. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н., Гузалов А. С. Проектирование стенда для диагностики состояния тормозной системы автомобиля КамАЗ-65117. Международный технико-экономический журнал. № 6, 2020. Изд. «Мегаполис» Москва. с. - 63-72.

125. Тойгамбаев С.К., Шнырев А.П., Голиницкий П.В. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Учебник рекомендован НМС при ФУМО по УГСН для ВУЗ -ов. РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Изд. “Спутник +” г. Москва 2017 г. с. -375.

126. Тойгамбаев С.К., Голиницкий П.В. Измерение и контроль деталей транспортных и транспортно-технологических комплексов. Учебное пособие рекомендован НМС при ФУМО по УГСН для ВУЗов. РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Изд. “Спутник+” г. Москва 2018 г. с. -154.

127. Тойгамбаев С.К. Технология производства деталей транспортных и технологических машин природообустройства. Учебник. Рекомендован НМС при ФУМО по УГСН для ВУЗов. РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева Изд. “Спутник+” г. Москва 2020г. с. - 484.

128. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Обработка результатов информации по надёжности транспортных и технологических машин методом математической статистики. Методическое пособие для студентов по дисциплине “Основы

теории надежности” Утв. УМК ИМЭ им. В.П. Горячкина, Изд. ООО «Мегаполис». г. Москва. 2020. с.- 25.

129. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Анализ износа деталей транспортных и технологических машин. Методическое пособие для студентов по дисциплине “Основы работоспособности технических систем” Утв. УМК ИМЭ им. В.П. Горячкина. Изд. ООО «Мегаполис» г. Москва. 2020. с. - 37.

130. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С., Матвеев А.С. Техническая эксплуатация транспортно-технологических машин и оборудования./ Учебное пособие. Рекомендован Федеральным УМО по УГСН МАДИ для ВУЗов. Изд. “Спутник+”. г. Москва 2021г. с. - 239.

131. Тамбовский Н.М., Тойгамбаев С.К. Техника безопасности при применении этилированного бензина. Современные материалы, техника и технологии. Сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции. 30.12.2020г. DOI: 10.47581/2020/30.12.2020/МТО54.1.118. г. Курск. с. -372-376.

132. Тумэн Ж. Повышение эффективности производственных процессов по возделыванию сахарной свеклы в условиях монголии. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2001.

133. Труды ГОНСИТИ т.51. М., ГОСНИТИ, с. - 111-113.

134. Ушачев И. Г. Социально-экономическое развитие АПК России: проблемы и перспективы. М.: ФГБНУ ВНИИЭСХ, 2015. с. – 350.

135. Хабатов Р.Ш. Научные основы прогнозирования оптимальных параметров агрегатов и состава машинно-тракторного парка для комплексной механизации сельскохозяйственного производства: диссертация...доктора технических наук. Киев. 1970. с. – 408.

136. Хованских А. Н. Метод прогнозирования надежности топливной системы тракторных дизелей с учетом эксплуатационных факторов. Автореф. дис. к.т.н., Ленинград. 1990. с. - 16

137. Чабаненко И.Л. Разработка системы машин для комплексной механизации

ции производственных процессов колхозов степной зоны УССР: Автореферат диссертации кандидата технических наук.: Днепропетровск, 1965. с.- 21.

138. Черепанов С. С. Совершенствование машиноиспользования в сельском хозяйстве. М., 2001. с. – 211.

139. Шаханов А. А. Совершенствование организационно -экономических основ системы машиноиспользования в земледелии Казахстана. Диссертация на соискание учёной степени доктора экономических наук на стыке специальностей 08.00.05 и 05.20.03.Москва. 2001. с. - 402.

140. Шор Н.З., Гамбурд П.Р. Некоторые вопросы сходимости обобщенного градиентного спуска // Кибернетика. 1971. № 6. С. 82-84.

141. Щуренко В.М. Эргодические процессы Маркова.-М. Наука.1986. с. – 22.

142. Финн Э.А. Обоснование состава машинно-тракторного парка в хозяйстве.-М: Агропромиздат, 1985. с.-159.

143. Яблонский А.А. Исследование работы комплектов строительных машин для определения их оптимального состава. Диссертация на соиск. уч. степ, к.т.н. - Харьков, 1977 г.

144. Яцукович Ч.И. Исследование некоторых вопросов методики расчета и оценки эффективности работы системы ТО и текущего ремонта автомобилей в АТП. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук., Москва,1973.

145. Toigonbaev S. K., Shavazov K.A., Tilovov N. K.. Determination of the labor intensity of technical services and repairs of engines of tractors, combines and cars in the farm Amankaragay Kostanay region. №1(9).2021 Journal of “Sustainable Agriculture”. Email: [www. sa.ttiame.uz](http://www.sa.ttiame.uz). г. Tachkent. с. - 48-51.

146. Toigonbaev S. K., Evgrafov V. A. Reconstruction of the workshop for maintenance and repair of tractors in ООО " Vostok» Kostanay region. The scientific heritage (Budapest, Hungary). VOL 1, No 64 (64) (2021). Frequency: 24 issues per year. Format - A4. E-mail: public@tsh-journal.com Web: www.tsh-journal.com. Hungary 04.21. с. - 47-53.

147. Toigambayev S. K. Assignment of types and definition of repair works in the CRM of farms in Kazakhstan. Norwegian Journal of development of the International Science. № 51/2020. VOL.1. NIduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway. Electr. mail: publish@njd-iscience.com сайт: <http://www.njdiscience.com>.

148. Karpuzov V., Golinitzky P. V., Cherkasova E., Toigambayev S. K., Antonova O. Development of the knowledge management process at the agro-industrial complex maintenance enterprise. The proceedings of the ASEDU-2020 conference are published in the Journal of Physics: Conference Series - Volume 1691. ASEDU 2020. Journal of Physics: Conference Series. 1691 (2020) 012031. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012031. Krasnoyarsk. g. - 11 - 20.

149. Kravchenko I. N., Galinovsky A. L., Kartsev S. V., Korneev V. M., Toigambayev S. K., Abdumuminova D. T. Investigation of the influence of the regime parameters of the plasma deposition process on the porosity of coatings. Published online: February 22, 2021. Cite as: AIP Conference Proceedings 2318,150026 (2021); Challenge us. What are your needs for periodic signal detection? Materials of the AIP conference. In / At Zurich Tools / AIP! Publishing House; Materials of the AIP conference 2318,150026 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0036197>.

150. Toigambayev S. K. Calculation of the annual program of repair of machines for the economy of the Kostanay region. Polish scientific journal. №33 (2020) том 2. Polish Journal of science № 33 (2020) VOL. 2. email: editor@poljs.com. site: <http://www.poljs.com> 00-033. Poland, Warszawa. 11.2020.

151. Bondareva G I, Toigonbaev S K, Evgrafov V A and Didmanidze O N. Methodology for estimating appropriate work parameters of motor vehicle and tractor maintenance and troubleshooting stations in farms of Kostanay Region Kazakhstan MSEE 2020. 1100 (2021) 012006. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X / 1100/1/012006. MSEE 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1100 (2021) 012006. IOP Publishing. Krasnoyarsk. 2021. doi:10.1088/1757-899X/ 1100/1/012006.

152. Bondareva1 G I, Toigonbaev S K and Didmanidze O N. Methodology for substantiating optimal location of oil storage, supply and transportation facilities in agri-

cultural and industrial companies of Kostanay Region, Kazakhstan. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/1100/1/012007. MSEE 2020IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1100 (2021) 012007. Krasnoyarsk. 2021. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/1100/1/012007.

153. Niyazbekova S., Troyanskaya M., Toygambayev S., Rozhkov V., Zhukov A., Aksenova E., Ivanova, O. Instruments for financing and investing the green economy in the country's environmental projects. E3S Web of Conferences Volume 244, 19 March 2021, Номер статьи 1005422nd International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies, EMMFT 2020; Voronezh; Russian Federation; 8 December 2020 до 10 December 2020; Код 167970.

154. Golinskiy P., Antonova U., Cherkasova E., Temasova G., Toygambaev S. Metrological support of cylinder liner inspection. This content was downloaded from an IP address 193.232.106.2 19/05/2021. Krasnoyarsk. s.1-6. Journal of Physics: Conference Series PAPER OPEN ACCESS. Metrological support of cylinder liner inspection. To cite this article: P Golinskiy *et al* 2021 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1889 052023. View the article online for updates and enhancements. This

155. Toigambayev S. K. Appointment of types and definition of repair works in the CRM of farms of Kazakhstan. Norwegian Journal of the Development of International Science. Norwegian Journal of development of the International Science. №51/2020. ISSN 3453-9875. VOL.1. Niduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway. Email: publish@njd-iscience.com. сайт: <http://www.njd-iscience.com>.

156. Mccracken D., Dorn W. "Numerical methods and programming on the Fortran".

157. Toigambayev S. K. Calculation of technological indicators of motor vehicles of the farm of LLC "Ushakovsky" of the Kostanay region. Collection International Conference on Research Training and Development International Conference on research Trends in Social Sciences, Education, Humanities, Business and Management Studies: Conference Proceedings, 30.05.20. www.scipro.ru, Los Angeles USA. s. 74-82.

158. Toigambayev S. K. Testing of gimbal gears of cars. International Forum on Contemporary Global Issues. Problems of interdisciplinary academic research and development. Materials of the innovation conference. Boston, USA.18.10 20. s.-123-131.

159. Martynova N. B., Shavazov K. A., Toigambayev S. K., Telovov N. K., Yusupov I. Sh. Machine for carrying out works on deep loosening of the soil with simultaneous application of liquid organic fertilizers. Nauch. Conf. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012145 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/614/1/012145. Tashkent. 14.11.2020.

160. Bondareva G.I., Toigambayev S.K., Tambovsky N.M. Analysis of the state and prospects of application of the plasma sputtering method for obtaining wear-resistant coatings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. MIP-III 2021 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1155 (2021) 012088. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1155/1/012088. This content was downloaded from IP address 212.34.45.162 on 15/06/2021.

Содержание

1. Введение.....	4
РАЗДЕЛ I. 1. Уровень качества технической эксплуатации	
машин и ее эффективность.....	8
1.1. Основы методики проведения экспертного опроса.....	9
1.2. Способы сбора и обработки информации об уровне техничко -технологической эксплуатации парка машин.....	14
1.3. Способы сбора и обработка информации о безотказности и долговечности машин.....	17
1.4. Способы определения показателей эффективности использования парка машин от уровня ее технической эксплуатации.....	19
1.5. Определение уровня качества процессов производства по качеству входящих операции.....	25
1.6. Способы оценки факторов, влияющих на эксплуатацию машин.....	29
1.6.1. Способы оценки уровня проведения технического обслуживания..	29
1.6.2. Способы оценки уровня текущего ремонта.....	30
1.6.3. Способы оценки уровня хранения техники.....	30
1.7. Показатели надежности и эффективности использования машин в зависимости от уровня технической эксплуатации.....	31
1.8. Обоснование способов оценки уровня технической эксплуатации парка машин.....	36
1.9. Проведение экспертного опроса.....	45
1.10. Выводы.....	51
РАЗДЕЛ II. 2. Определение оптимального парка машин	
для производственных организации.....	53
2.1. Вопросы комплектования парка машин.....	53
2.2. Вопросы оптимизации парка машин, принципы и структура комплексной методики.....	55
2.3. Выбор математической модели, задачи оптимизации парка машин.....	58

2.4. Критерии оптимальности при оптимизации парка машин в организациях.....	69
2.5. Задачи определения состава парка машин.....	80
2.6. Математическая модель и задачи оптимизации парка машин.....	81
2.7. Методы определения оптимального парка машин и затрат на его эксплуатацию.....	83
2.8. Методы определения оптимального состава и затрат на эксплуатацию парка машин с учетом имеющейся техники.....	85
2.9. Состав парка машин и дополнительные затраты на эксплуатацию при несоответствии парка оптимальным значениям.....	86
2.10. Выводы.....	91
РАЗДЕЛ III. 3. Принципы построения поэтапной технико–технологической модернизации производства в растениеводстве.....	92
3.1. Стратегия построения этапов технико-технологического переоснащения процессов производства зерна.....	92
3.2. Сущность и численное измерение технико-технологического оснащения растениеводства.....	99
3.3. Закономерности изменения величины коэффициента технико-технологической оснащенности производственных процессов.....	110
3.3.1. Влияние на величину коэффициента ТТО сменности использования машинно-тракторных агрегатов.....	110
3.3.2. Влияние на величину коэффициента ТТО уровня эксплуатационной надежности машинно-тракторных агрегатов.....	112
РАЗДЕЛ IV. 4. Применение методик в производственных организациях.....	122
4.1. Затраты на эксплуатацию определенного оптимального парка машин.....	128
4.2. Методы определения затрат на эксплуатацию машино – тракторного парка.....	129

4.3. Методы определения дополнительных капитальных вложений, необходимых для повышения уровня технической эксплуатации машино –тракторного парка.....	133
4.4. Пути повышению уровня технической эксплуатации машино –тракторного парка.....	135
Заключение.....	138
Библиографический список.....	139
Содержание.....	159

Монография

**Дидманидзе Отари Назирович
Тойгамбаев Серик Кокибаевич**

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Монография

Издательство «Спутник +»
109428. Москва, Рязанский проспект, д. 8А.
Тел.: (495) 730-47-74, 778-45-60, (с 9.00 до 18.00).
Подписано в печать 17.07.2021. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. Тираж 800 экз. Заказ .
Отпечатано в ООО «Издательство «Спутник +».